



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - FITOTECNIA

LILIANE RIBEIRO NUNES

PRÁTICAS AGRONÔMICAS APLICADAS A CULTURA DO HIBISCO:
ESTRATÉGIAS DE MANEJO EM FUNÇÃO DO POTENCIAL PRODUTIVO

FORTALEZA

2024

LILIANE RIBEIRO NUNES

PRÁTICAS AGRONÔMICAS APLICADAS A CULTURA DO HIBISCO: ESTRATÉGIAS
DE MANEJO EM FUNÇÃO DO POTENCIAL PRODUTIVO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia–Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Doutora em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Horticultura/Plantas Medicinais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosilene Oliveira Mesquita.

FORTALEZA

2024

LILIANE RIBEIRO NUNES

PRÁTICAS AGRONÔMICAS APLICADAS A CULTURA DO HIBISCO: ESTRATÉGIAS
DE MANEJO EM FUNÇÃO DO POTENCIAL PRODUTIVO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia–Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Doutora em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Horticultura/Plantas Medicinais.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Rosilene Oliveira Mesquita.

Aprovado em 23/02/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a. Rosilene Oliveira Mesquita (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - (UFC)

Prof.^o Dr. Renato Innecco
Universidade Federal do Ceará - (UFC)

Dr. Vitor Hugo Maués Macedo
Embrapa Acre

Dr.^a. Aurilene Araújo Vasconcelos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – (IFBAIANO)

Dr.^a. Antonia Alice Costa Rodrigues
Universidade Estadual do Maranhão – (UEMA)

A Deus, que me guiou, que me amparou em todos os momentos e que me mostrou que eu sou mais forte do que um dia imaginei. A Ele, que nunca abandona seus filhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me guiou sempre pelos melhores caminhos, que me fez coragem quando eu era medo, que me fez entender que para todo sonho é necessário persistência e para toda escolha, uma renúncia. Que me deu sabedoria para entender que a vida é sempre resultado da nossa própria escolha.

Ao meu pai Rovinaldo e a minha mãe Vanilde, exemplo de mulher e minha grande amiga, obrigada pelo apoio incondicional. Grata por terem me ajudado a chegar até aqui. Amo vocês!

À minha irmã Leonildes, por fazer parte dessa história. À minha irmã Luhilda, a minha “mãe Luh”, por ser esse ser de luz tão maravilhoso, por me apoiar, acompanhar, incentivar, me ouvir e sempre ter as palavras certas para acalmar meu coração. Obrigada por existir, por me proporcionar a felicidade de ser tia do Dimitri, meu grande amor.

Ao Vinicius Saraiva, meu grande amigo e irmão, alguém pelo qual tenho grande carinho e admiração, obrigada por ser esse ser iluminado e por sempre segurar a minha mão.

À minha querida amiga, Talytha Ravenna, uma grande irmã que a vida me presenteou, sua amizade é de grande importância para minha vida. Obrigada por sempre estar ao meu lado, mesmo que esteja longe.

Ao meu orientador, Renato Innecco, grande pessoa, humano compreensível, amigo, irmão, pai, avó, alguém que sabe o quanto é importante buscar o melhor que a vida tem para cada um de nós.

Ao Engenheiro Agrônomo, Elizio Sampaio, gerente geral da Fazenda Moringa Brasil Ltda, por toda estrutura disponibilizada para a realização desse trabalho.

Aos meus amigos, Arthur, Lincon, Fernanda, Jhony, Manoel, Eduardo, Vitor Hugo, Haggi, Margareth, por toda contribuição e amizade durante essa trajetória.

À minha psicóloga, Ítala. Gratidão por todos os anos que me acompanha e pelo exemplo de profissional. O sucesso da caminhada de uma pessoa, depende da boa construção dos pilares que a sustenta e você foi e continua sendo essencial nessa caminhada. Obrigada!

RESUMO

A cultura do Hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.) apresenta vantagens que vão desde o cultivo ao consumo, porém em vista de pesquisas escassas os aspectos fitotécnicos da cultura são pouco conhecidos, o que inviabiliza, muitas das vezes, maiores investimentos para sua produção. Tendo em vista a influência de boas práticas agronômicas na otimização da produtividade dos cultivos, objetivou-se com este estudo: 1- Estabelecer o espaçamento ideal para o cultivo do hibisco com base nos resultados de desenvolvimento e de produtividade; 2- Determinar se as diferentes doses de biofertilizante utilizadas e a prática de poda apical afetam os aspectos biométricos e fisiológicos da planta *H. sabdariffa*, bem como verificar se esses fatores podem influenciar diretamente na produtividade da cultura. Os tratamentos de seis distintos espaçamentos foram aplicados para avaliação de variáveis e determinação da produtividade. O espaçamento foi escolhido de acordo com avaliações gerais dos resultados e adaptado para a cultura. Com isso, cinco diferentes doses de adubação foliar foram aplicadas ao segundo teste, sendo realizada a prática do desponte em metade do experimento para avaliação de novos resultados e determinação de melhores práticas. Os estudos revelaram que o hibisco sofre alterações mediante a aplicação de espaçamentos distintos em seu plantio. Tendo em vista os resultados significativos de altura quando a planta foi cultivada em maiores espaçamentos. Além disso, os espaçamentos mais amplos também contribuíram para um aumento gradual na quantidade das estruturas em estágio 1 (estrutura do botão florífero fechado e verde), estágio 2 (estrutura do botão florífero fechado avermelhado), quantidade de flores e frutos. Assim como as estruturas de cálices e cápsulas que também foram influenciadas positivamente nessas mesmas condições. Para a produtividade foram observados números expressivos em espaçamentos reduzidos, porém não significativos. A sequência do estudo mostrou que o número de ramificações foi afetado significativamente pelos níveis de adubação, sem a técnica do desponte. Resposta significativas foram observadas para o estágio 1, massa seca de cálices e cápsulas. Apresentando-se a dose de 0,5 g/L do fertilizante com a mais responsiva, quando associada a técnica do desponte. Para produtividade não foram observadas diferenças significativas.

Palavras-chave: *Hibiscus sabdariffa* L., espaçamento, fertilizante, desponte.

ABSTRACT

Hibiscus sabdariffa cultivation presents advantages ranging from production to consumption, however, in view of scarce research, the phytotechnical aspects of the crop are still poorly understood, which often makes greater investments in its production unfeasible. Considering the influence of good agronomic practices on optimizing crop productivity, this study aimed to:

- 1- Establish the ideal spacing for hibiscus cultivation based on growth and productivity results;
- 2- Determine whether the different doses of biofertilizer used and the practice of apical pruning affect the biometric and physiological aspects of the plant *H. sabdariffa*, as well as verify whether these factors may directly influence crop productivity.

The treatments of six distinct spacings were applied for the evaluation of variables and determination of productivity. The spacing was chosen according to general evaluations of the results and adapted to the crop. Thus, five different doses of foliar fertilization were applied in the second test, and the practice of topping was carried out in half of the experiment to evaluate new results and determine best practices. The studies revealed that hibiscus undergoes changes when different spacings are applied in its cultivation. In view of the significant height results when the plant was grown at wider spacings. In addition, wider spacings also contributed to a gradual increase in the number of structures at stage 1 (closed green flower bud structure), stage 2 (closed reddish flower bud structure), number of flowers and fruits. As well as calyx and capsule structures, which were also positively influenced under these same conditions. For productivity, expressive numbers were observed at reduced spacings, though not significant. The continuation of the study showed that the number of branches was significantly affected by fertilization levels, without the topping technique. Significant responses were observed for stage 1, dry mass of calyces and capsules. The 0,5 g/L fertilizer dose was the most responsive when associated with the topping technique. For productivity, no significant differences were observed.

Keywords: *Hibiscus sabdariffa* L., spacing, fertilizer, depot.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 CAPÍTULO 1 - EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTAS SOBRE A PRODUTIVIDADE DE CÁLICES DE HIBISCO (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	12
2.1 Introdução	15
2.2 Material e métodos	16
2.2.1 Caracterização da área experimental	16
2.2.2 Material Vegetal e propagação	17
2.2.3 Instalação e condução do experimento	17
2.2.4 Avaliações Biométricas	19
2.2.5 Determinação da densidade correspondente a melhor produtividade	19
2.2.6 Análise estatística	20
2.3 Resultados	20
2.3.1 Aspectos morfológicos	20
2.3.2 Avaliação das Fenofases	21
2.3.3 Variáveis biométricas	23
2.4 Discussão	25
2.5 Conclusão	28
3 CAPÍTULO 2 – PRODUTIVIDADE DO <i>Hibiscus sabdariffa</i> L. EM FUNÇÃO DAS PRÁTICAS AGRONÔMICAS DE DESPONTE E ADUBAÇÃO FOLIAR	29
3.1 Introdução	32
3.2 Material e métodos	34
3.2.1 Caracterização da área experimental	34
3.2.2 Material Vegetal e propagação	35
3.2.3 Instalação e condução do experimento	35
3.2.4 Avaliações Biométricas	37
3.2.5 Avaliações Fisiológicas	37
3.2.6 Análise estatística	38
3.3 Resultados	38
3.3.1 Aspectos morfológicos	38
3.3.2 Avaliação das Fenofases	39
3.3.3 Variáveis Biométricas	40
3.3.4 Avaliações Fisiológicas	42
3.4 Discussão	43
3.5 Conclusão	48

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A descoberta da agricultura possibilitou ao homem estabelecer-se de forma estável, desenvolvendo uma característica única. Através do cultivo da terra, não havia mais necessidade de migração para outras regiões, o que levou ao surgimento de civilizações organizadas em grupos, trilhando novos caminhos. Essa jornada culminou na criação de estratégias inovadoras para a obtenção de alimentos e na construção de ambientes propícios à produção agrícola. (PINTO, 2017). Mesmo com toda a evolução e possibilidades tecnológicas de produção de alimentos em larga escala e a sua conservação por maior tempo, assim como a efetividade global de transporte e negociação desses produtos (PROENÇA, 2010), ainda é possível destacar a garantia da produtividade dos sistemas agrícolas como um dos grandes entraves da atualidade (PINTO, 2017).

Conhecida como planta não convencional, por não estar incluída em nosso cardápio cotidiano, a espécie *Hibiscus sabdariffa* L., recebe vários nomes populares, sendo comumente encontrada como roselle em países pelo mundo e como hibisco e vinagreira no Brasil. A cultura apresenta vantagens que vão desde o cultivo ao consumo, mostrando boa adaptação ao clima tropical, sendo cultivada para fins ornamentais, para o consumo humano e consumo animal, sendo comestíveis todas as partes da planta (BRASIL, 2010, KINUPP; LORENZI, 2014). A planta tem potencial de uso na indústria de alimentos para a preparação de vinagre, vinhos, sucos, molhos, geleias, chás, entre outros, além da indústria farmacêutica que apresenta interesse devido às propriedades atribuídas a todas as partes da planta (DA-COSTA-ROCHA *et al.*, 2014). A sua composição apresenta polifenóis, flavonoides, antocianinas e também é rica em vitamina C (NUNES, THOMAS; LIMA, 2014).

Sendo considerado alimento funcional nos países da Ásia (China, Japão, Coreia e Taiwan), (LIU, TSAO e YIN, 2005), o interesse econômico do hibisco está nos cálices desidratados, que são utilizados mundialmente para a produção de bebidas, alimentos (D'HEUREX-CALIX e BADRIE, 2004), conservantes (LIU, TSAO e YIN, 2005) e antioxidantes (WANG *et al.*, 2000). Por meio da Portaria nº 519, de 1998, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), (BRASIL, 1998), considera, no Brasil, que o hibisco pode ser consumido como chá, preparados utilizando seus cálices, por meio de infusão ou decocção. Já as sementes do fruto do *H. sabdariffa* L. se mostram como subproduto no cultivo em larga escala e na exploração comercial da planta (VILCHE; GELY; SANTALLA, 2003).

A importância nutricional de seus cálices se deve principalmente ao alto teor de antocianinas e outros compostos bioativos (BORRA'S-LINARES *et al.*, 2015). O hibisco se

apresenta com um amplo potencial de uso como alimento funcional, porém os aspectos fitotécnicos do cultivo da cultura ainda são pouco estudados (CASTRO e DEVIDE, 2019). Esse potencial pouco estudado, mostra a necessidade da realização de mais pesquisas, sendo a estruturação de informações ferramenta importante no estabelecimento de sistemas de produção (BRASIL, 2010), pois não existem para o hibisco recomendações de cultivo e de parâmetros para o rendimento de biomassa, mostrando a necessidade dos estudos sobre seu cultivo e produção (CASTRO *et al.*, 2004), facilitando o manejo da planta e satisfazendo a demanda de matéria-prima, visando assim, o benefício de produtores e consumidores. A melhoria da produtividade por meio do ajuste das práticas de manejo, consiste em uma contribuição importante para o aumento da produção mundial de alimentos (ZHANG *et al.*, 2015).

Diversas práticas agronômicas são empregadas para aumentar a produtividade das lavouras. Sendo algumas dessas práticas agronômicas, o controle de ervas daninhas feito com uso de herbicidas, a aplicação de fertilizantes, aplicação de hormônio, além de método de preparação da terra e remoção de flores (OLAYINKA, *et al.*, 2015). A técnica de remoção da parte apical tem sido relatada de várias maneiras para aumentar produtividade da cultura. Assim como o espaçamento utilizado adequadamente favorece a utilização eficiente da radiação solar para a fotossíntese, levando a maior absorção de nutrientes, contribuindo assim para a maior produtividade das plantas (SINGH *et al.*, 2016). Para o hibisco, os arranjos espaciais influenciam no desenvolvimento e desempenho da cultura (ZHANG *et al.*, 2015). Sendo a adubação via foliar também um dos processos que ajudam a aumentar o conteúdo de elementos essenciais na lavoura durante o crescimento das plantas (BOUIS *et al.*, 2010), influenciando na sua produtividade e conteúdo (RAO *et al.*, 2012).

Diante do exposto, podemos inferir que a cultura do hibisco mostra um interessante potencial econômico, porém ainda é uma planta bastante negligenciada e consequentemente pouco explorada, e isso se deve, na maioria das vezes, a falta de estudos, informações e recomendações adequadas para a produção da cultura. Neste sentido, em vista da deficiência de referências e necessidade de maiores pesquisas para a inserção da cultura no estado do Ceará, o presente estudo será realizado com o objetivo de:

- 1- Determinar o melhor espaçamento para a cultura do hibisco, baseado na avaliação dos resultados da produtividade.
- 2- Avaliar o efeito de diferentes doses de biofertilizante e o efeito da técnica do despolpe nos parâmetros biométricos e fisiológicos do *H. sabdariffa*, e sua influência na produtividade da cultura.

**2 CAPÍTULO 1 - EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTAS SOBRE A
PRODUTIVIDADE DE CÁLCES DE HIBISCO (*Hibiscus sabdariffa* L.)**

RESUMO

O hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.) é uma planta anual adaptada a diversas condições climáticas, tornando-se uma opção viável para países em desenvolvimento. Contudo, a baixa produtividade resultante de práticas agronômicas tradicionais destaca a necessidade de otimizar o cultivo para fins comerciais. Este estudo investigou o efeito de diferentes espaçamentos entre plantas na produtividade do hibisco, visando contribuir para o crescimento e desempenho da cultura. O experimento foi conduzido em campo, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições. Totalizando 24 parcelas experimentais, em esquema de medidas repetidas no tempo. Foram avaliados parâmetros de Altura, Diâmetro do caule, Números de ramificações, Fenofases, Taxa de crescimento relativo, Massa seca da parte vegetativa, cálices e cápsulas e Produtividade. Os estudos revelaram que o desenvolvimento das plantas de hibisco é alterado mediante a aplicação de espaçamentos distintos em seu plantio. Tendo em vista os resultados significativos de altura quando a planta foi cultivada em maiores espaçamentos. Além disso, os espaçamentos mais amplos também contribuíram para um aumento gradual na quantidade das estruturas em 1 (estrutura do botão florífero fechado e verde), estágio 2 (estrutura do botão florífero fechado avermelhado), quantidade de flores e frutos. Assim como as estruturas de cálices e cápsulas que também foram influenciadas positivamente nessas mesmas condições. Para a produtividade foram observados números expressivos em espaçamentos reduzidos, porém não significativos.

Palavras-chave: *Hibiscus sabdariffa*, Espaçamento otimizado, Parâmetros de crescimento, Produtividade do hibisco.

ABSTRACT

Hibiscus sabdariffa is an annual plant adapted to diverse climatic conditions, making it a viable option for developing countries. However, low productivity resulting from traditional agronomic practices highlights the need to optimize cultivation for commercial purposes. This study investigated the effect of different plant spacings on hibiscus productivity, aiming to contribute to the growth and performance of the crop. The experiment was conducted in the field, the experimental design was in randomized blocks with 6 treatments and 4 replications. Totalling 24 experimental plots, in a repeated measures over time scheme. Parameters of Height, Stem diameter, Number of branches, Phenophases, Relative growth rate, Dry mass of the vegetative part, calyces and capsules and Productivity were evaluated. The studies revealed that the development of hibiscus plants is altered by the application of different spacings in their cultivation. In view of the significant height results when the plant was cultivated at wider spacings. In addition, wider spacings also contributed to a gradual increase in the number of structures in 1 (closed and green flower bud structure), stage 2 (closed reddish flower bud structure), number of flowers and fruits. As well as calyx and capsule structures that were also positively influenced under these same conditions. For productivity, expressive numbers were observed at reduced spacings, however, not significant.

Keywords: *Hibiscus sabdariffa*, optimized spacing, growth parameters, hibiscus productivity.

2.1 Introdução

O hibisco é uma planta herbácea anual que pode atingir aproximadamente 2,4 m de altura. A planta possui raiz principal profunda, caules lisos e cilíndricos de coloração verde ou avermelhada. As folhas (7,5 a 12,5 cm de comprimento) são alternadas, sem pelos e tricomas, de coloração verde e com margem serrilhada.

As flores (hermafroditas) são solitárias nas axilas das folhas e com pedúnculo curto, contendo cinco pétalas, de cor amarelas ou cremes e tornam-se rosadas à medida que murcham no final do dia. Os frutos do hibisco são os cálices que possuem cinco grandes sépalas de intensa cor vermelha. No interior dos cálices estão as capsulas que armazenam as sementes, que por sua vez possuem formato de rim e coloração marrom, são de 3-5 mm de comprimento e cobertas por tricomas (MAHADEVAN *et al.*, 2009; DA-COSTA-ROCHA *et al.*, 2014; KINUPP; LORENZI, 2014).

A facilidade de adaptação do hibisco as mais variadas condições climáticas aliado ao seu fácil cultivo torna essa planta ideal para países em desenvolvimento (DA-COSTA-ROCHA *et al.*, 2014). Entretanto, nos países onde é cultivado o hibisco é predominantemente produzido por pequenos agricultores que se utilizam de práticas agronômicas tradicionais e pouco tecnificadas refletindo na baixa produtividade da cultura (GEBREMEDIN; ASFAW, 2017).

Considerando os benefícios do hibisco bem como a grande busca da planta especialmente pela indústria farmacêutica, torna-se necessário promover o crescimento e desempenho da cultura para fins comerciais (GEBREMEDIN; ASFAW, 2017). Nesse sentido, definir práticas de cultivo simples como, por exemplo, o espaçamento adequado pode contribuir com o aumento dos rendimentos do hibisco, promovendo a expansão da cultura. Assim, Osei e Dzomeku, (2018) investigando o efeito de diferentes espaçamentos entre plantas (30 x 15 cm, 30 x 30 cm, 30 x 45 cm) verificaram que o espaçamento de 30 x 45 cm é recomendado para aumentar a produção de folhas e sementes de hibisco para fins comerciais. Em contraste, Ayipio *et al.*, (2018) recomendaram que o espaçamento de 50 cm entre fileiras e de 60 cm entre plantas é mais recomendado para a produção do cálice, enquanto que o espaçamento de 40 cm ou 60 cm entre fileiras e de 60 cm entre plantas potencializa a produção de folhas do hibisco. No Sul da Etiópia, por sua vez o espaçamento de 60 cm entre fileiras e de 30 cm entre plantas foi considerado altamente recomendado para o maior rendimento total de cálice fresco e seco de hibisco / ha (DEGU; TESFAYE, 2016; GEBREMEDIN; ASFAW, 2017). O espaçamento de 60 cm x 30 cm também foi considerado o mais adequado para a produção de folhas, cálice e sementes de hibisco na Nigéria (KAJIDU *et al.*, 2015).

As técnicas de manejo exercem grande influência na produtividade dos cultivos agrícolas. Sabe-se que a radiação solar que incide na superfície da terra é a principal fonte de energia para o desenvolvimento dos vegetais (PETTER *et al.*, 2016) e que a produção dos cultivos está ligada à interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, realizada pelas folhas (OLIMPIO, 2017). O aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa pelas plantas é influenciado por suas condições de crescimento e desenvolvimento, e estas podem ser alteradas pelo manejo cultural, como, por exemplo, a densidade de cultivos das culturas (FONTANA *et al.*, 2012; PETTER *et al.*, 2016). Quando a densidade de plantas por área é adequada, as plantas podem obter maior eficiência em captar a radiação fotossinteticamente ativa, garantindo maior produtividade (SCHVAMBACH; ANDRIOLO; HELDWEIN, 2002). Adicionalmente, em densidades adequadas, a taxa de crescimento relativo das culturas aumenta, permitindo a manutenção da produção de matéria seca (WHALEY *et al.*, 2000). Em contraste, quando existe um número excessivo de plantas por unidade de área pode haver sombreamento entre as folhas refletindo na redução da fotossíntese líquida das plantas, o que pode resultar em queda de produtividade e baixa qualidade final do produto (LOPES *et al.*, 2008; MOTA JÚNIOR *et al.*, 2014).

Com base nessas informações, o presente estudo levanta a hipótese de que a densidade adequada de plantas influencia diretamente no aumento da produtividade de cálices de hibisco. Sendo assim, este trabalho avalia o desenvolvimento e produtividade das plantas de *H. sabdariffa*, quando submetidas a seis tipos de espaçamento.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do horto medicinal da Fazenda Moringa Brasil, administrada pela empresa Renda Florestal LDTA. Localizada na cidade de Beberibe, no estado do Ceará. Os trabalhos foram desenvolvidos em condições de campo, no período compreendido entre 13 de janeiro a 16 de junho de 2021.

As coordenadas geográficas, do local no qual foi implantado o experimento, compreendem 4°14'40.14" de latitude Sul e 38°07'46.75" de longitude a Oeste, a 33 m de altitude. Beberibe se localiza em uma área litorânea, apresenta um clima caracterizado como tropical quente semiárido brando e relevo denominado planície litorânea e tabuleiros costeiros pré-litorâneos, apresentando precipitação média anual da região de 914,10 mm, ocorrendo

chuvas no período compreendido entre os meses de janeiro e abril, apresentando variação de temperatura entre 26 e 28°C (IPECE, 2016).

2.2.2 Material Vegetal e propagação

A espécie estudada foi o hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.). Também conhecido como vinagreira comum, a cultura é originária da África e adaptada aos trópicos, é heliófita, e pode chegar em média a 2,0 m de altura, a planta possui caule com coloração que varia do vermelho-escuro ao verde. Apresenta folhas alternas simples e formato entre ovalado e alongado. Suas flores possuem pétalas de coloração creme, rosa-claro a púrpura, logo após a fecundação ocorre o desenvolvimento dos cálices carnosos de coloração vermelha intensa e o fruto atinge a maturidade com inúmeras sementes (KINUPP; LORENZI, 2014).

Para a produção de mudas da cultura, as sementes foram obtidas diretamente de frutos colhidos de plantas na cidade de São Luís, localizada no estado do Maranhão. O clima da região na classificação de Köppen (1928) é do tipo AW', equatorial quente e úmido, com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa que se estende de janeiro a junho. As precipitações variam de 1700 a 2300 mm anuais, das quais mais de 80% ocorrem de janeiro a maio. A temperatura média situa-se em torno de 26,7° C, sendo que as máximas variam de 28° C a 37° C e mínimas entre 20°C e 23°C.

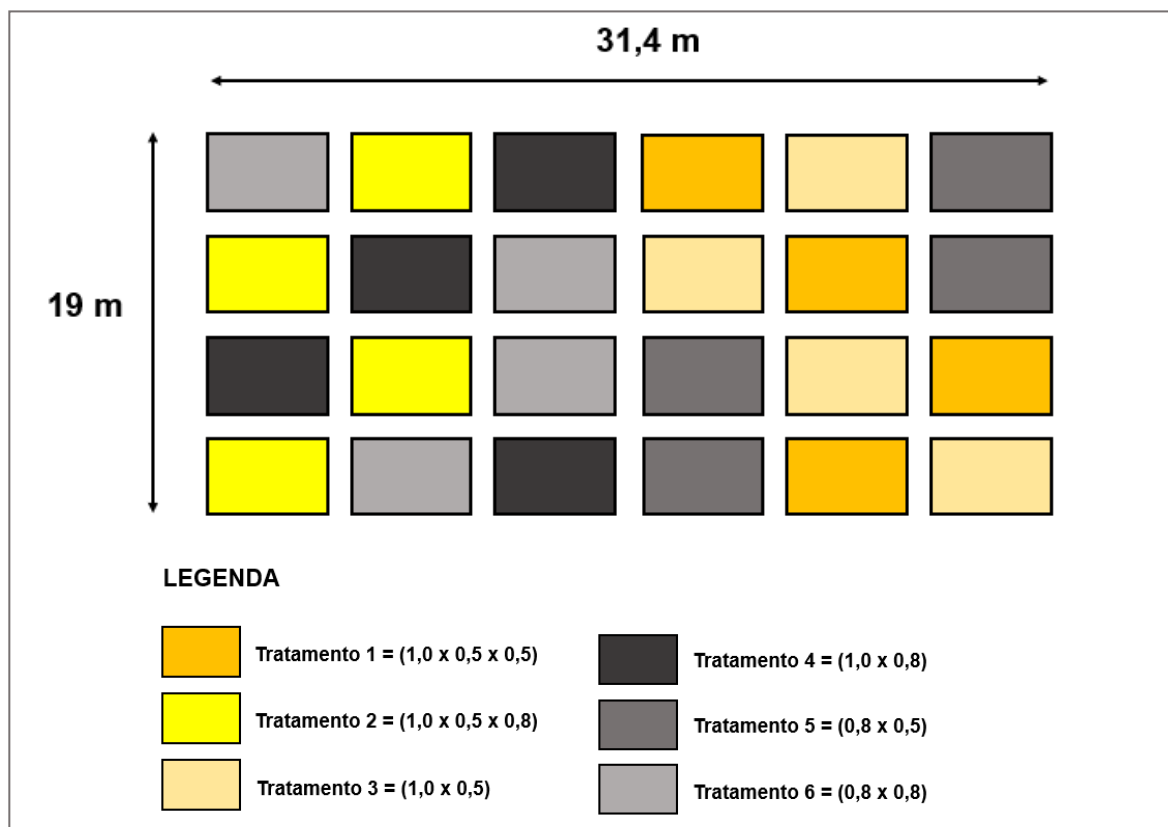
A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 200 células preenchidas com substrato comercial Carolina Soil, composto por turfa, vermiculita, resíduo orgânico agroindustrial classe A e calcário, realizou-se a mistura do substrato comercial com o pó de côco na proporção 1:1. Na sequência, após a emergência e formação das primeiras 4 folhas definitivas, ao alcançarem o comprimento de aproximado 10 cm, foi realizada a transferência das plantas para seu local definitivo em campo.

2.2.3 Instalação e condução do experimento

Para o ensaio em campo o delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições. Totalizando 24 parcelas experimentais, em esquema de medidas repetidas no tempo, no qual o fator de medidas repetidas foram avaliações realizadas semanalmente, os quais foram ilustrados como (Tp1, Tp2, Tp3, Tp4, Tp5 e Tp6). O croqui do experimento está apresentado na figura 1. Os tratamentos foram compostos por 6 tipos de espaçamentos, sendo eles: T1 (1,0 x 0,5 x 0,5); T2 (1,0 x 0,5 x 0,8); T3 (1,0 x 0,5); T4 (1,0 x

0,8); T5 (0,8 x 0,5) e T6 (0,8 x 0,8). As parcelas apresentaram dimensões de 4 x 4 m e 4 x 4,8 m, totalizando uma área experimental de 596,6 m².

Figura 1 – Representação das parcelas experimentais e tratamentos.



Fonte: elaborado pela autora.

Após a implantação do experimento foram feitos monitoramentos semanais em campo. Foi realizada uma adubação que consistiu em 1L/m linear, de composto orgânico, ao lado da linha de plantio. Como trato cultural, a capina foi feita de acordo com constatações após observação da área.

Com o início do florescimento, foram iniciadas as avaliações biométricas, que aconteceram semanalmente, totalizando 6 avaliações, seguindo até o final do ciclo da cultura, que foi caracterizado pelo aparecimento do primeiro fruto maduro seco na área total. A determinação do final do ciclo da cultura, foi baseado na necessidade de fazer análises para resultados voltados para colheita única.

2.2.4 Avaliações Biométricas

Foram utilizadas 4 plantas da área útil da parcela para a realização das avaliações. A quantidade de plantas por parcela variou de 35 a 54. Como variáveis resposta foram avaliadas: altura da planta (cm) (ALP), diâmetro do caule (mm) (DC); número de ramificações (NR) e taxa de crescimento relativo (TCR). A variável ALP e DC foram obtidas com o auxílio de uma trena graduada e um paquímetro digital, respectivamente. Já a obtenção do NR foi realizada por meio de contagem. A TCR foi calculada utilizando os parâmetros de crescimento em duas datas distintas, sendo utilizadas a primeira e a última medida de ALP.

Foram avaliadas também as fenofases, o que corresponde aos estádios de desenvolvimento do processo reprodutivo da planta, esses dados foram obtidos por meio da contagem das estruturas correspondentes aos botões floríferos, que foram divididos em 4 fases: fase 1 (estrutura do botão florífero fechado e verde); fase 2 (estrutura do botão florífero fechado avermelhado); fase 3 (flor totalmente expandida) e fase 4 (flor fecundada - fruto).

Ao final do ciclo, que aconteceu com 113 dias, as plantas selecionadas foram coletadas e secas em estufa de circulação forçada a 60°C por 72h, para avaliação da variável de massa seca da planta, sendo este dividido entre massa seca da parte vegetativa (MSPV) e massa seca dos frutos, correspondente a massa seca dos cálices (MSCal) e massa seca das cápsulas (MSCap).

2.2.5 Determinação da densidade correspondente a melhor produtividade

De acordo com as avaliações dos resultados de massa seca do material de interesse do hibisco para o uso em chás, o que chamamos no estudo de cálice do hibisco, foram feitos cálculos para avaliar a produtividade buscando os melhores resultados baseados na densidade de plantas por hectare. Após a determinação dos melhores resultados por meio de análise estatística, a densidade encontrada permitiu com que fossem feitas adequações para o melhor espaçamento de acordo com a necessidade de instalação de irrigação, permitindo melhor manejo da cultura.

Após feita a determinação da produtividade o material foi separado, os cálices processados e transformados em pó, além da extração do óleo fixo e a produção da torta das sementes do vegetal. Não obtivemos sucesso na extração do óleo essencial.

2.2.6 Análise estatística

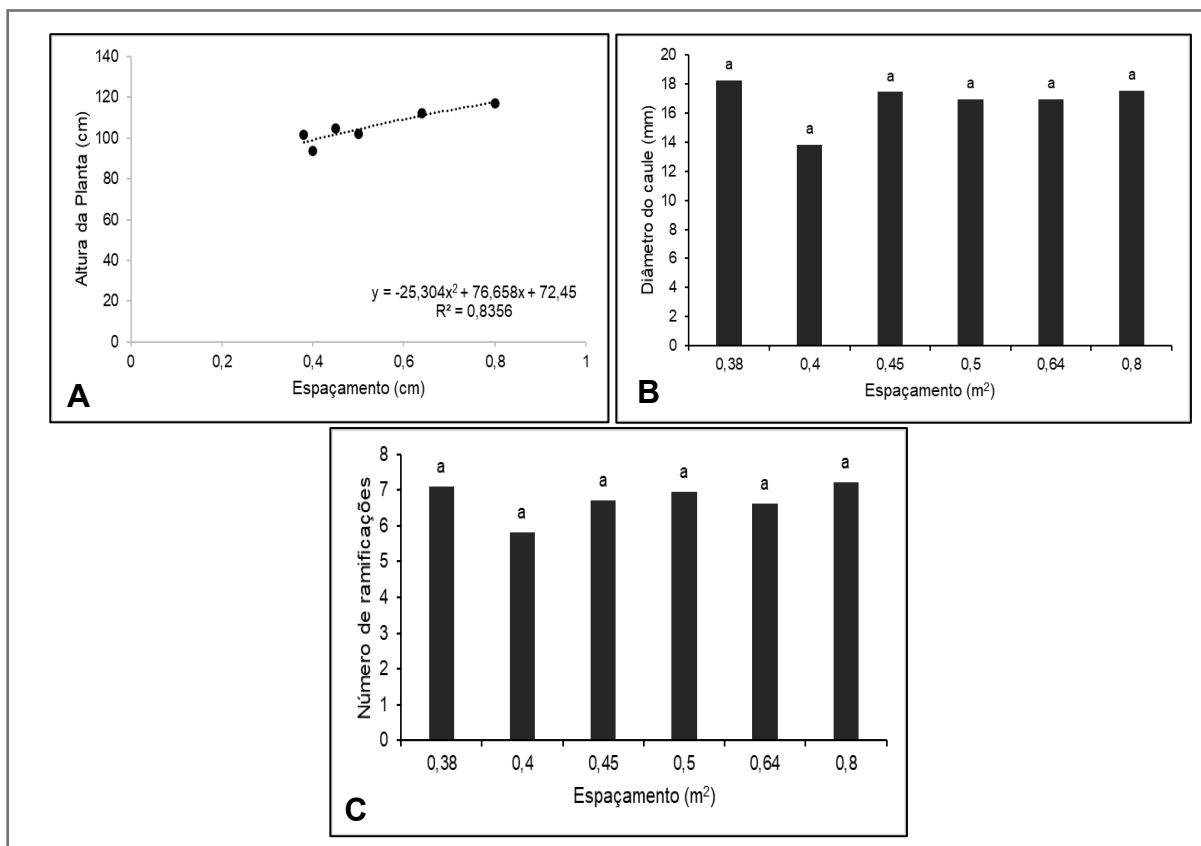
Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Anderson-Darling na sequência foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ($P \geq 0,05$), quando observados resultados significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Para as médias dos espaçamentos utilizados e tempos avaliados, foi aplicada a análise de regressão. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico R 2.4.0 (CORE TEAM, 2018).

2.3 Resultados

2.3.1 Aspectos morfológicos

Diferentes padrões de resposta na morfologia da planta foram observados quando o hibisco foi submetido a diferentes espaçamentos (Figura 2). Verificou-se um comportamento do tipo quadrático para a variável altura das plantas (Figura 2A), com ponto máximo em T4 (117,26 cm) e mínimo em T5 (93,74 cm). Em contraste, para as variáveis Diâmetro do caule (Figura 2B) e Número de Ramificações (Figura 2C) não foram observadas diferenças significativas em função dos espaçamentos.

Figura 2. Valores dos aspectos morfológicos do hibisco, altura da planta (A), diâmetro do caule (B) e número de ramificações (C), quando submetido aos distintos espaçamentos. Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de t a 5% de probabilidade.



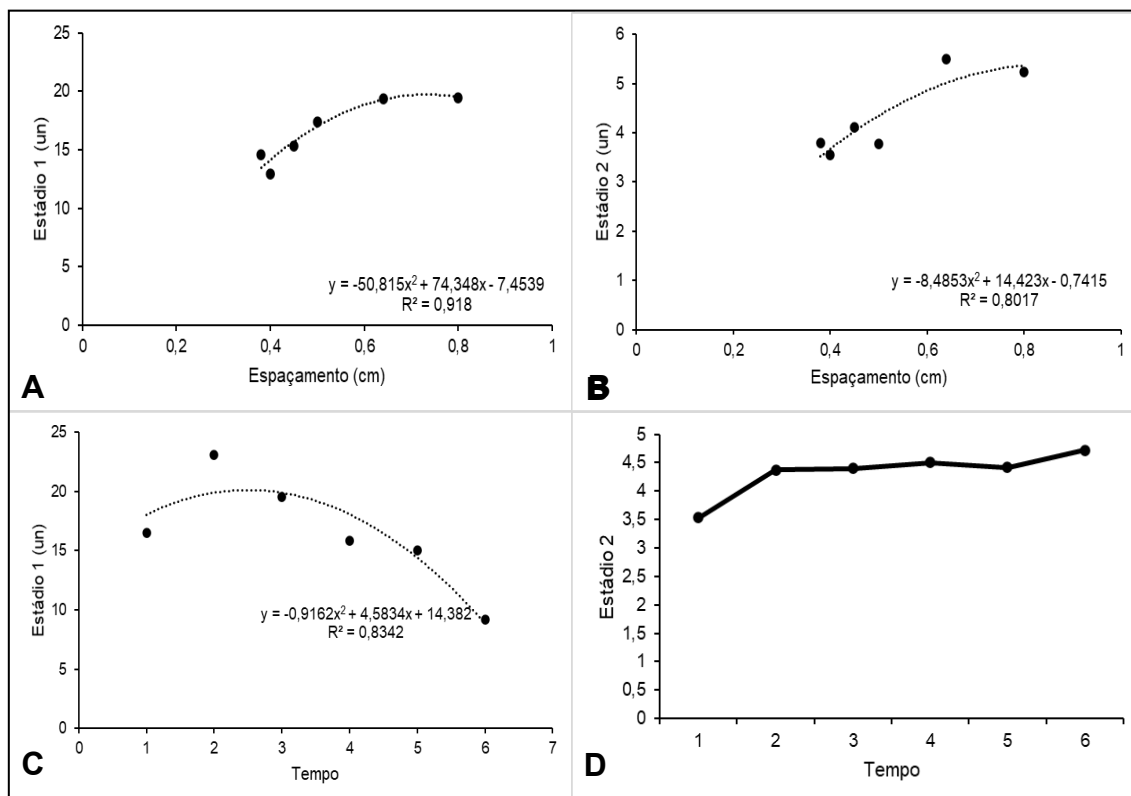
Fonte: elaborado pela autora.

2.3.2 Avaliação das Fenofases

Para a avaliação das fenofases foi possível observar efeito quadrático pela análise de regressão para todas as variáveis. Em relação aos Estádios 1 e 2 (Figura 3A e 3B), pode ser observado que as fases apresentaram comportamento quadrático descendente, para os distintos espaçamentos, com ponto máximo nos tratamentos T4 (19,45 un) e T6 (5,49 un), respectivamente.

Quando os estádios foram avaliados em função do tempo, pode-se observar (Figura 3C) comportamento quadrático descendente com ponto de máxima em seu segundo tempo (Tp2) de avaliação (23,04 un) no estágio 1. Em contraste, no estágio 2, (Figura 3D) não foram observadas diferenças significativas ao longo do tempo.

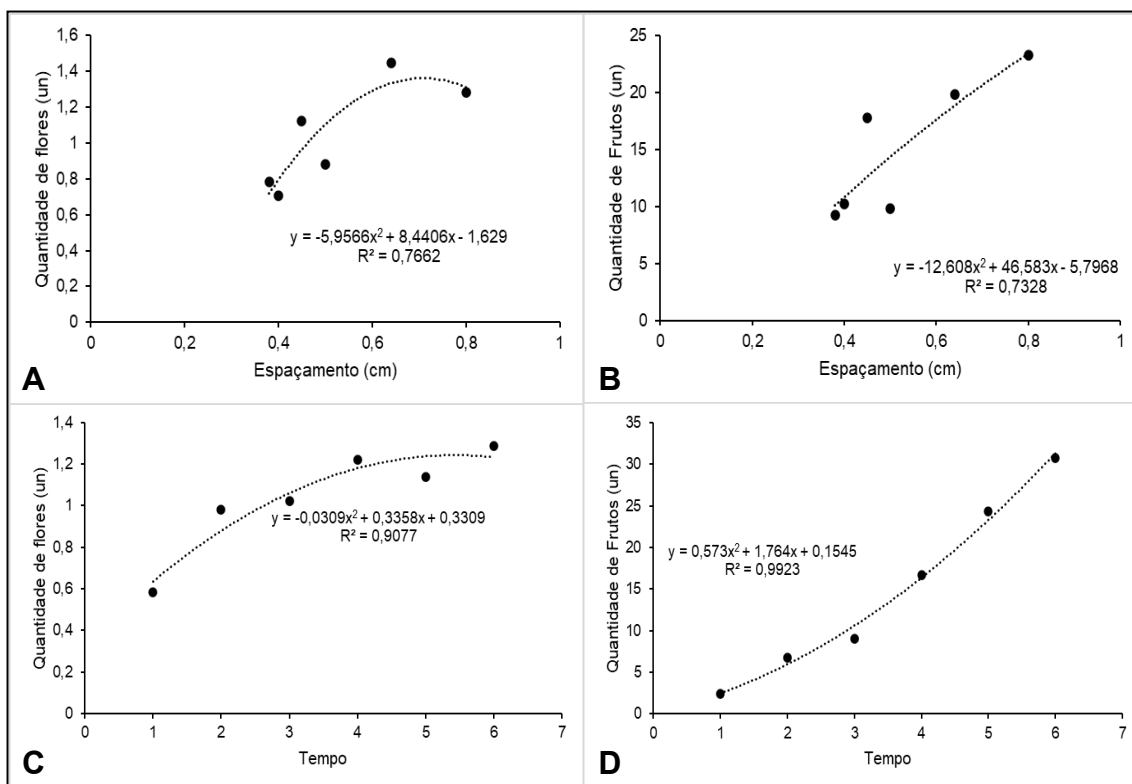
Figura 3. Representação das fenofases do hibisco, Estádio 1 (A) e Estádio 2 (B) nos distintos espaçamentos e quando avaliadas quanto as medidas repetidas no tempo, Estádio 1 (C) e Estádio 2 (D).



Fonte: elaborado pela autora.

Para a Quantidade de Flores e Frutos (Figura 4A e 4B), notou-se resposta do tipo quadrática com ponto máximo no T6 (1,45 un) e T4 (19,83 un), respectivamente. Analisando os parâmetros para os tempos de avaliação da Quantidade de Flores e Frutos (Figura 4C e 4D), observou-se um comportamento quadrático descendente e ascendente, respectivamente, com máxima resposta no Tp6 (1,28 e 30,80 un). No que se refere aos números de frutos em função do tempo, pode-se constatar que estas foram contínuas até o final das observações, com sincronia alta e pico de intensidade máxima no último período de avaliação.

Figura 4. Representação das fenofases do hibisco, Quantidade de flores (A) e Quantidade de Frutos (B) nos distintos espaçamentos e quando avaliadas quanto as medidas repetidas no tempo, Quantidade de flores (C) e Quantidade de frutos (D).



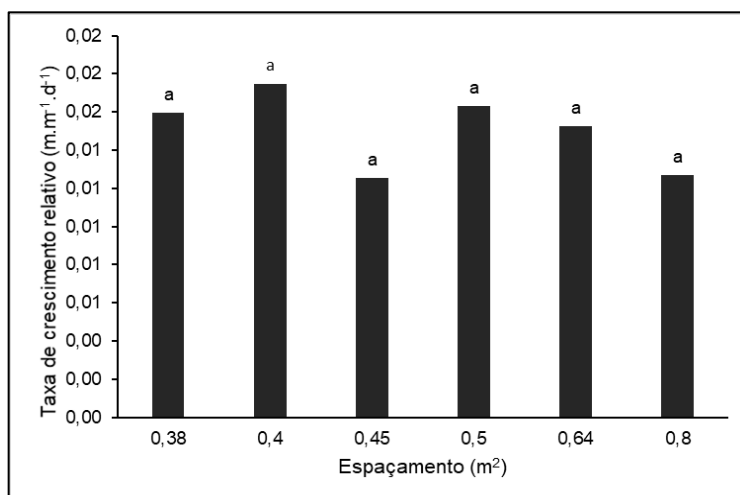
Fonte: elaborado pela autora.

2.3.3 Variáveis biométricas

Os diferentes espaçamentos não afetaram de forma significativa o parâmetro de TCR (Figura 5) da cultura do hibisco. Em relação a Massa seca dos cálices e das cápsulas, constatou-se por meio da análise de regressão um comportamento quadrático, com maior expressão para a MSCal (Figura 6A) no tratamento T6, com incremento de 45,30% da menor para a maior média (41,49 g) e para MSCap (Figura 6B) ponto máximo no T4 com média de 151,54g. Já para a Massa seca da parte vegetativa (Figura 7A) não foram verificadas diferenças estatísticas significativas para os diferentes espaçamentos.

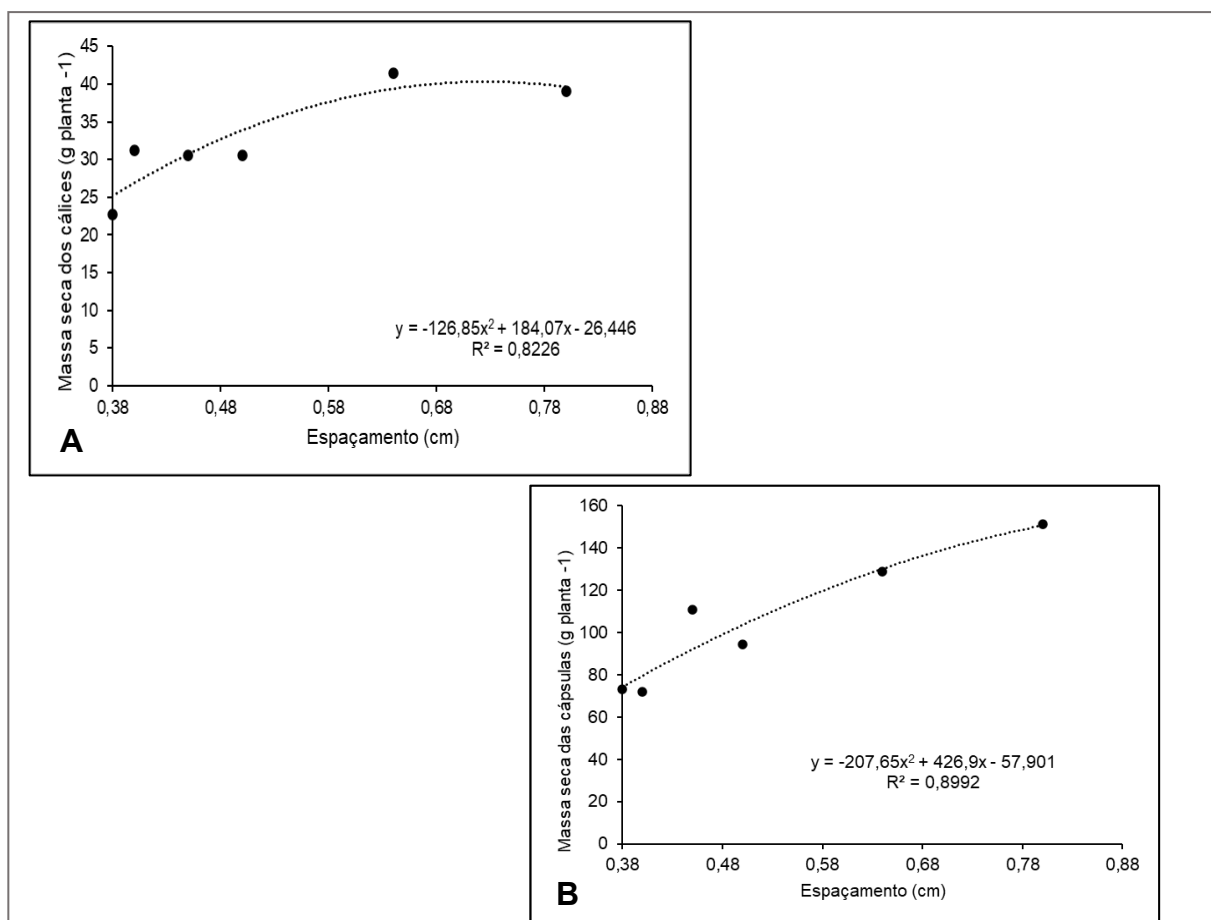
Para a Produtividade (Figura 7B) não foram observadas diferenças significativas quando o hibisco foi submetido aos diferentes espaçamentos. O maior valor foi encontrado no tratamento T5 (25.000 plantas), com produtividade de 195,25 kg/ha.

Figura 5. Taxa de crescimento relativo (TCR) da cultura do hibisco quando submetido a distintos espaçamentos. Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de t a 5% de probabilidade.



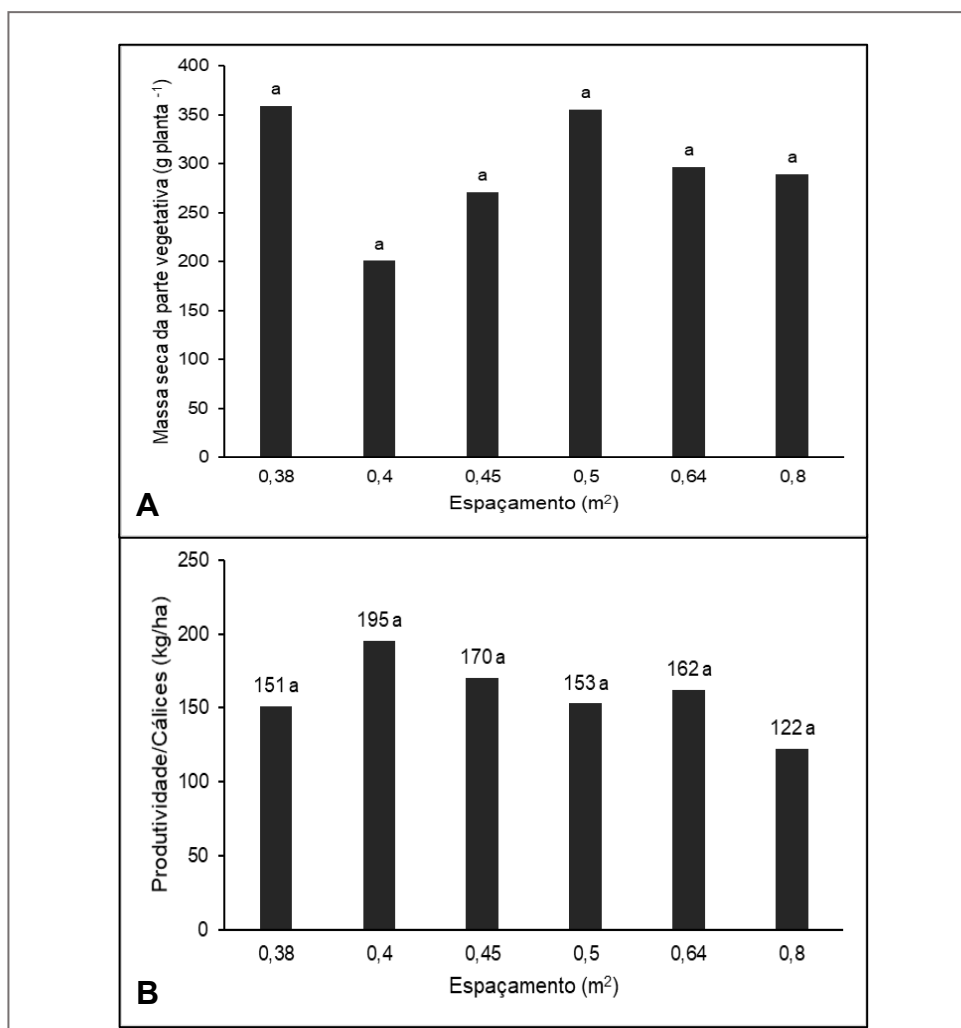
Fonte: elaborado pela autora.

Figura 6. Massa seca dos cálices (MSCal) (A) e massa seca das cápsulas (MSCap) (B) da cultura do hibisco quando submetido a distintos espaçamentos.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 7. Massa seca da parte vegetativa (MSPV) (A) e Produtividade (B) da cultura do hibisco quando submetido a distintos espaçamentos. Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de t a 5% de probabilidade.



Fonte: elaborado pela autora.

2.4 Discussão

Geralmente, em plantios de média e alta densidades, esperam-se valores inferiores para os parâmetros de crescimento vegetativo de cada planta, em função da redução do espaçamento de plantio, cuja explicação está relacionada à competição por água e por nutrientes do solo, e, principalmente, por luz (POLICARPO *et al.*, 2006). Os resultados do presente estudo mostram que em espaçamentos mais adensados as plantas apresentaram altura reduzida, já nos cultivos menos adensados ocorre um melhor desempenho da cultura mostrando maiores alturas. Sendo esses resultados corroborados por outros estudos que verificaram o mesmo tipo de

comportamento para o *Hibiscus sabdariffa* quando submetido a diferentes densidades de plantio (KHATTAK *et al.* 2016; MIR *et al.* 2011).

Em estudo realizado por Bonfim (2017) avaliando desenvolvimento vegetativo trabalhando com avaliações de dias após o transplante da vinagreira roxa (*Hibiscus acetosella*), observou-se que até a última avaliação a planta crescia em altura (96,14 cm), porém um aumento pouco expressivo. Comportamento semelhante foi observado no presente estudo, pois ao analisar os resultados referentes ao crescimento da planta quando avaliadas em tempos distintos, é possível identificar respostas significativas, todavia observa-se que a evolução mesmo que significativa apresentou uma evolução sensível. Contudo, pode-se destacar que fatores como a fase reprodutiva possam ter influenciado nessa característica, momento o qual os fotoassimilados são canalizados para os frutos e menos para o crescimento em altura da planta (MORANDI *et al.*, 2011). Resultado semelhante também foi encontrado por Ramos (2008), em trabalho realizado com *Hibiscus sabdariffa* cultivados em diferentes espaçamentos, destacando que valores obtidos para a altura das plantas mostraram tendências de crescimento semelhantes, independentes dos espaçamentos. Sendo assim, a pouca variação em função dos tratamentos demonstra que provavelmente prevaleceu o formato padrão característico da espécie (ZHUKOVA *et al.*, 1996).

Em estudo realizado por Muslihatinn e Daesusi (2014), avaliando variáveis de altura, diâmetro e o número de folhas das plantas, os resultados mostraram que o hibisco é uma planta de dias curtos. Considerando a significativa influência da luz no desenvolvimento da cultura, é crucial ressaltar a importância de um fornecimento adequado de luz, enfatizando a organização espacial como um fator valioso no cultivo. Nesse contexto, um espaçamento adequado entre as plantas desempenha um papel vital, assegurando uma densidade cultural apropriada. Tal arranjo contribui de maneira essencial para otimizar a distribuição da luz, promovendo condições mais favoráveis para o desenvolvimento da cultura. Sendo que a luz é um fator importante para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois permite não apenas a fotossíntese, mas também afeta a morfologia (MUSLIHATINN; DAESUSI (2014).

Em relação as Fenofases, de acordo com Bencke e Morellato (2002), o hibisco pode ser caracterizado como uma espécie altamente sincrônica, uma vez que mais de 60% dos indivíduos avaliados demonstraram simultaneamente a mesma fase fenológica. Contudo, observou-se variação nas durações e nos períodos de ocorrência dessas fenofases. No presente estudo, esse fato apesar de não ter sido avaliado por meio de números, foi uma observação clara no decorrer das avaliações.

Khattak *et al.* (2016), observaram em trabalho realizado com o hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.) maiores números de frutos em plantios com menores densidades. Comportamento semelhante foi observado no presente estudo, em que a quantidade de frutos teve aumento gradual à medida que os espaçamentos aumentaram. Em densidades de plantio mais altas aumenta a competição por nutrientes, água e luz, o que resulta em um menor número de cálices em comparação aos produzidos por plantas cultivadas em condições de densidades mais baixas (KHATTAK *et al.* 2016).

Degu e Tesfaye (2016), trabalhando com o hibisco, relataram que a cultura teve sua floração retardada em menores espaçamentos, apresentando o fator de competição por luz, nutrientes e água como determinante para os resultados. Os mesmos autores apresentaram resultados em que a quantidade de frutos foi reduzida em plantio mais adensado.

Em estudos realizados por Bonfim (2017), com a vinagreira roxa (*Hibiscus acetosella*) correlacionando as fenofases com variáveis climáticas de temperaturas, precipitação e umidade relativa, foi possível observar uma correlação negativa fraca. Com isso, mesmo compreendendo a importância das influências externas, foi possível notar que os fatores climáticos não são os principais determinantes para a ocorrência das fenofases, mas que fatores endógenos da própria espécie influenciaram nas respostas observadas (BORCHET, 1980).

Para a produção de cálices e cápsulas do hibisco, KHATTAK *et al.* (2016), destacou resultados em que a massa seca dos cálices e cápsulas apresentaram maiores incrementos em plantios os quais foram utilizados maiores espaçamentos. No presente estudo foi observado resposta semelhantes, em que os valores referentes a Massa seca do cálice e da cápsula apresentou aumento à medida que a densidade de plantio era reduzida. O aumento do peso dos cálices em densidades mais baixas pode ser devido ao fato de haver menor competição por nutrientes (KHATTAK *et al.* 2016), sendo o peso dos cálices relacionado a maior quantidade de assimilados particionados nos frutos (AMERI *et al.*, 2008). Tendo em vista os números obtidos para a quantidade de frutos, esse comportamento era esperado.

Degu e Tesfaye (2016), também apresentaram dados que corroboram este estudo, com maior rendimento de cálices secos em cultivos com maiores espaçamentos. De acordo com Taiz e Zeiger (2013), as plantas apresentam mecanismos de autorregulação para responder a fatores externos, como competição por luz, água e nutrientes, o que influencia no particionamento dos fotoassimilados. Já em estudo desenvolvido por Ramos (2008) foram encontrados resultados contrários, em que os espaçamentos não influenciaram significativamente na massa seca dos frutos. Ressaltando mais uma vez o aspecto de robustez da cultura.

Quanto a produtividade, não foram observadas respostas significativas, porém é válido destacar que houveram valores mais expressivos para plantios mais adensados. O que pode ser visto como uma possibilidade de estudo e mostrando que cultivos mais adensados podem ser adotados para fins de produtividade da cultura. Considerando que o Hibisco é classificado como uma Planta Alimentícia Não Convencional (PANC) e que há uma escassez de estudos aprofundados sobre essa cultura, era de se esperar que suas respostas aos diferentes tratamentos fossem, particularmente, sensíveis.

2.5 Conclusão

Este estudo confirmou que o hibisco sofre alterações mediante a aplicação de espaçamentos distintos em seu plantio. Tendo em vista os resultados significativos de altura quando a planta foi cultivada em maiores espaçamentos. Além disso, os espaçamentos mais amplos também contribuíram para um aumento gradual na quantidade das estruturas em estágio 1, estágio 2, quantidade de flores e frutos. Assim como as estruturas de cálices e cápsulas que também foram influenciadas positivamente nessas mesmas condições. Apesar de influenciar em alguns parâmetros morfológicos nenhum espaçamento influenciou na produtividade, portanto, novas pesquisas devem ser realizadas em busca de técnicas de cultivo que buscam favorecer o cultivo do hibisco.

3 CAPÍTULO 2 – PRODUTIVIDADE DO *Hibiscus sabdariffa* L. EM FUNÇÃO DAS PRÁTICAS AGRONÔMICAS DE DESPONTE E ADUBAÇÃO FOLIAR.

RESUMO

Embora possa tolerar solos pobres, a adubação com produtos de origem sintética ou orgânica e técnicas de poda, como estratégias de manejo merecem ser investigadas, pois podem contribuir com a produtividade da cultura do hibisco. Este estudo avaliou o efeito de diferentes doses do biofertilizante Commax algas®, assim como o efeito da poda apical nos parâmetros biométricos e fisiológicos do *H. sabdariffa* e sua influência na produtividade da cultura. O experimento foi instalado em parcelas subdivididas em arranjo fatorial (5x2), sendo 2 tratamentos (com a prática do desponte e sem a prática do desponte) e cinco doses via foliar do produto Commax algas® (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g/L), o delineamento foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 40 parcelas experimentais, com medidas repetidas no tempo. Foram avaliados parâmetros de Altura, Diâmetro do caule, Números de ramificações, Fenofases, Taxa de crescimento relativo, Massa seca da parte vegetativa, cálices e cápsulas e Produtividade. Os resultados da regressão mostraram que o número de ramificações foi afetado significativamente pelos níveis de adubação, sem a técnica do desponte. Resposta significativas foram observadas para o estágio 1, massa seca de cálices e cápsulas. Apresentando-se a dose de 0,5 g/L do fertilizante com a mais responsiva, quando associada a técnica do desponte. Para produtividade não foram observadas diferenças significativas.

Palavras-chave: biofertilizante, Commax algas®, poda apical, adubação foliar, produtividade.

ABSTRACT

Although it can tolerate poor soils, fertilization with products of synthetic or organic origin and pruning techniques, as management strategies, deserve to be investigated, as they can contribute to the productivity of hibiscus crops. This study evaluated the effect of different doses of the biofertilizer Commax algas®, as well as the effect of apical pruning on the biometric and physiological parameters of *H. sabdariffa* and its influence on crop productivity. The experiment was installed in subdivided plots in a factorial arrangement (5x2), with 2 treatments (with the practice of thinning and without the practice of thinning) and five foliar doses of the product Commax algas® (0; 0.5; 1.0 ; 1.5 and 2.0 g/L), the design was in randomized blocks, with four replications, totaling 40 experimental plots, with measurements repeated over time. Parameters of Height, Stem Diameter, Number of branches, Phenophases, Relative growth rate, Dry mass of the vegetative part, calyces and capsules, and Productivity were evaluated. The regression results showed that the number of branches was significantly affected by fertilization levels, without the topping technique. Significant responses were observed for stage 1, dry mass of calyces and capsules. The dose of 0.5 g/L of fertilizer is the most responsive, when associated with the topping technique. For productivity, no significant differences were observed.

Keywords: biofertilizer, commax algas®, apical pruning, foliar fertilization, productivity.

3.1 Introdução

O gênero *Hibiscus* inclui mais de 300 espécies de ervas, arbustos e árvores anuais ou perenes (WANG *et al.*, 2012). Dentre as espécies do gênero o *Hibiscus sabdariffa* L., comumente conhecida como, hibisco, rosele, quiabo-azedo, caruru-da-guiné, jamaica sorrel ou quiabo-rosado (LUZ; SOBRINHO, 1997; ALI *et al.*, 2005; ROSS, 2007), é a mais difundida por ser considerada relativamente fácil de cultivar (DA-COSTA-ROCHA *et al.*, 2014). Tanto as folhas quanto os cálices desta planta possuem um sabor agradavelmente ácido, o que lhe rendeu o nome popular de "vinagreira" (SHRUTHI *et al.*, 2016).

A origem do hibisco ainda é incerta. Alguns autores apontam que seu centro de origem é na Índia ou na Arábia Saudita (ISMAIL, IKRAM, e NAZRI, 2008), entretanto Murdock (1959), mostrou evidências de que essa espécie foi domesticada pelas populações negras do oeste do Sudão no continente Africano. Atualmente, o hibisco pode ser encontrado em diversos países incluindo a Índia, Arábia Saudita, China, Malásia, Indonésia, Filipinas, Vietnã, Sudão, Egito, Nigéria, México e Brasil (LUZ; SOBRINHO, 1997; CHEWONARIN *et al.*, 1999; DUNG *et al.*, 1999; ESLAMINEJAD; ZAKARIA, 2011; ISMAIL *et al.*, 2008; MAHRAN *et al.*, 1979; RAO, 1996; SHARAF, 1962; YAGOUB AEL *et al.*, 2004). No Brasil o hibisco é comumente encontrado na região nordeste, especialmente no estado do Maranhão onde tem maior cultivo devido ao grande uso da planta na culinária local (SILVA *et al.*, 2014). Apesar de apresentar áreas cultivadas no Maranhão, no Brasil o hibisco é considerado como uma planta alimentícia não convencional (PANC), que se refere a todas as plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis, sendo elas espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas, que não estão incluídas no cardápio cotidiano (KINUPP; LORENZI, 2014). Plantas alimentícias não convencionais não são organizadas em cadeias produtivas e, por isso, não despertam o interesse comercial das empresas de sementes, fertilizantes ou agroquímicos (SILVA *et al.*, 2020). Dessa forma, no Brasil o cultivo do hibisco é negligenciado, o que reflete no mínimo de conhecimento sobre práticas agronômicas e baixa produtividade da cultura.

Nas diferentes regiões do mundo onde é cultivado o hibisco pode ser utilizado de variadas formas, por exemplo, na Ásia e na África o caule da planta é utilizado para extração de fibra têxtil, que é posteriormente utilizada na fabricação de cordas, bolsas, tecidos e embalagens (LUZ; SOBRINHO, 1997; RANA; THAKUR, 2021). Quando exportados para Europa e Estados Unidos os cálices da planta são empregados na coloração de alimentos (RANA; THAKUR, 2021). Além disso, na China, as sementes são utilizadas para extração de óleo, enquanto na África Ocidental as folhas e sementes em pó são utilizadas nas refeições (DA-

COSTA-ROCHA *et al.*, 2014). No Brasil, as folhas frescas do hibisco são empregadas tanto na culinária como na medicina caseira, enquanto que o cálice é utilizado na confecção de geleias, marmeladas, xaropes e vinhos de baixo teor alcóolico (BITTENCOURT; GUIMARAES, 1985; SILVA *et al.*, 2020). A introdução do hibisco na alimentação humana se dá devido as suas propriedades nutricionais uma vez que no geral a planta se constitui como uma boa fonte de vitaminas, sais minerais, aminoácidos e proteínas (SOUSA *et al.*, 2010). Dentre as partes da planta, o cálice tem sido amplamente explorado pela indústria farmacêutica, especialmente para a confecção de chá, que devido as suas propriedades medicinais, tem sido comercializado em mais de 160 países (RIBEIRO, 2017). Segundo Vizzotto e Pereira *et al.*, (2008), o chá produzido com a secagem e trituração do cálice do hibisco, possui boa quantidade de fibras alimentares, polissacarídeos e açúcares redutores (glicose e a frutose); é rico em cálcio, magnésio, niacina, riboflavina, ferro e vitaminas (A e C); e possui ácidos como o tartárico, succínico, málico, oxálico, cítrico e hibíscico.

O hibisco é uma planta anual que pode ser cultivada em uma ampla faixa de condições ambientais, entretanto o seu desenvolvimento é mais propício em regiões quentes (21°C – 35°C) com precipitações anuais variando entre 800 mm e 1.600 mm bem distribuídas (LUZ; SOBRINHO, 1997; SOUSA *et al.*, 2010). Em relação ao solo o hibisco pode ser cultivado nos mais diferentes tipos, incluindo os de baixa fertilidade natural (LUZ; SOBRINHO, 1997). Embora possa tolerar solos pobres, a adubação com produtos de origem sintética ou orgânica merecem ser investigadas, pois podem contribuir com a produtividade da cultura do hibisco. De fato, aplicações de NPK (4-14-8) ou de esterco bovino ou de ave induziram efeitos significativos sobre a altura da planta, quantidade de frutos por plantas e matéria verde da parte aérea do hibisco (SOUSA *et al.*, 2010). Adicionalmente, o uso do esterco de cabra como adubo aumentou significativamente o crescimento, o diâmetro e a altura do caule, número de folhas, biomassa e número de cálice das plantas de hibisco (NORHAYATI *et al.*, 2019). Além disso, o uso de biofertilizante aumentou o crescimento, absorção de nutrientes, rendimento e qualidade das plantas de hibisco em comparação com as plantas não tratadas (AL-SAYED *et al.*, 2020).

Como foi colocado anteriormente, o hibisco é uma cultura versátil onde praticamente todas as partes da planta são utilizadas incluindo as folhas, caules, cálices e sementes (DA-COSTA-ROCHA *et al.*, 2014). Sabe-se que em cultivos agrícolas onde se objetiva produzir flores e frutos, além da adubação e da definição do espaçamento correto, outras práticas agrícolas como o desponte ou “*pinch*” é importante para manter a lavoura uniforme (GARDE *et al.*, 2013; REDIN; REDIN, 2014). O desponte ou “*pinch*” compreende a poda da haste principal da planta com o intuito de forçar o desenvolvimento de ramos laterais (REDIN;

REDIN, 2014). Em plantas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) e figo (*Ficus carica*), por exemplo, este processo possibilita o desenvolvimento de brotações laterais que contribuem para a produção de hastes com maior número de flores em ambas as culturas e maior quantidade de frutos no figo (CAMPAGNOLO *et al.*, 2010; GARDE *et al.*, 2013). Embora seja uma prática agrícola importante para aumento dos rendimentos de determinadas culturas, estudos que visam elucidar as vantagens ou desvantagens do desponte no hibisco têm sido negligenciados.

Dentre outras práticas de cultivo, a adubação é imprescindível para incrementos de produtividade das culturas agrícolas. Isso porque na ausência de alguns nutrientes como, por exemplo, o nitrogênio as plantas podem ter a sua taxa fotossintética, potencial osmótico e o crescimento da parte aérea afetados (MAGADLELA *et al.*, 2014). Taiz e Zeiger (2009) relatam que o suprimento inadequado dos elementos essenciais às plantas causa distúrbios nos processos metabólicos e fisiológicos das plantas. De acordo com, Silva *et al.*, (2020) não só a ausência, mas o excesso de nutrientes também pode interferir nos parâmetros fisiológicos dos vegetais.

Existem poucas informações disponíveis sobre as práticas agronômicas relacionadas ao cultivo do hibisco, incluindo aspectos como poda, adubação e colheita. A maioria dos estudos científicos existentes, que são poucos, se concentra no uso farmacológico da planta. No entanto, dado que o hibisco tem potencial tanto medicinal quanto alimentício, é fundamental que haja mais pesquisas no campo agrônomo, visando o desenvolvimento de técnicas apropriadas de cultivo para uma produção eficiente e de qualidade. Sendo assim, os objetivos do presente estudo foram avaliar o efeito de diferentes doses de biofertilizante, assim como o efeito da poda apical nos parâmetros biométricos e fisiológicos do *H. sabdariffa*, e sua influência na produtividade da cultura.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do horto medicinal da Fazenda Moringa Brasil, administrada pela empresa Renda Florestal LDTA. Localizada na cidade de Beberibe, no estado do Ceará. Os trabalhos foram desenvolvidos em condições de campo, no período compreendido entre 16 de fevereiro a 13 de julho de 2022.

As coordenadas geográficas, do local no qual foi implantado o experimento, compreendem 4°14'40.14" de latitude Sul e 38°07'46.75" de longitude a Oeste, a 33 m de

altitude. Beberibe se localiza em uma área litorânea, apresenta um clima caracterizado como tropical quente semiárido brando e relevo denominado planície litorânea e tabuleiros costeiros pré-litorâneos, apresentando precipitação média anual da região de 914,10 mm, ocorrendo chuvas no período compreendido entre os meses de janeiro e abril, apresentando variação de temperatura entre 26 e 28°C (IPECE, 2016).

3.2.2 Material Vegetal e propagação

Para a propagação do material vegetal foram usadas sementes da espécie *H. sabdariffa* L. coletadas diretamente de frutos colhidos do plantio de hibisco realizado em Beberibe – CE.

Foi necessário realizar a quebra de dormência das sementes, tendo em vista que apresentaram germinação desuniforme. Para isso, foi realizada a embebição das sementes em água por um período de 24h, o que melhorou a uniformidade das mudas e favoreceu o desenvolvimento em campo.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 200 células preenchidas com esterco de frango e pó de côco na proporção 1:1. As mudas permaneceram nas bandejas até a formação das primeiras 4 folhas definitivas, ao alcançarem a altura aproximada de 10 cm foi realizada a transferência das plantas para seu local definitivo em campo.

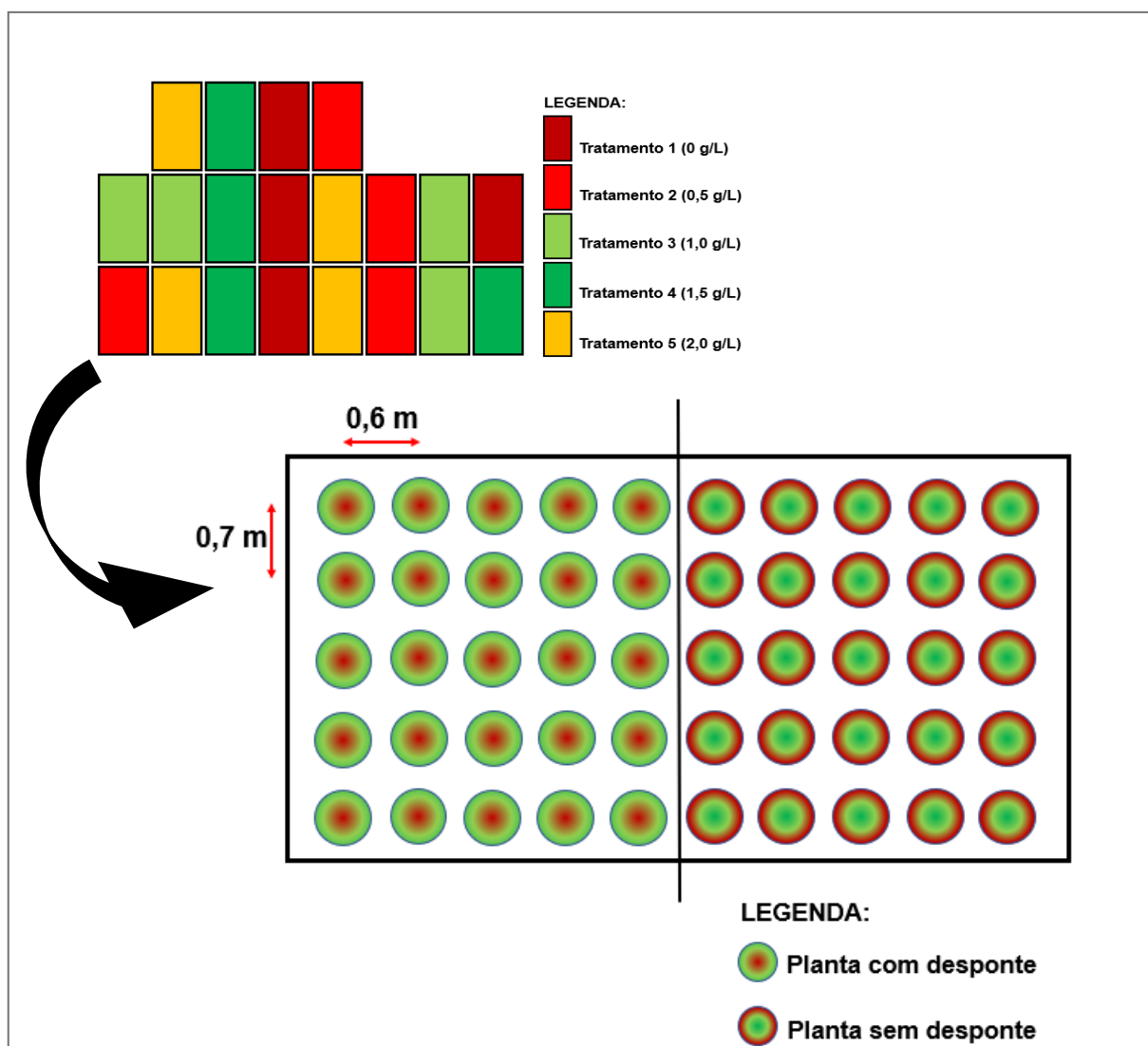
3.2.3 Instalação e condução do experimento

Antes da implantação do experimento, a área recebeu uma adubação de fundação correspondente a 5 t/ha de adubo orgânico (esterco de frango). Foi adotado para todo o experimento a densidade de 23.810 mil plantas/ha, correspondente ao espaçamento de 0,6 x 0,7m.

O experimento foi instalado em parcelas subdivididas em arranjo fatorial (5x2), no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 40 parcelas experimentais.

O estudo foi constituído de 2 tratamentos (com a prática do desponete e sem a prática do desponete) e cinco doses via foliar do produto Commax algas® (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g/L). O croqui da parcela experimental está representado na figura 1.

Figura 1 – Representação das parcelas experimentais e tratamentos.



Fonte: Elaborada pela autora.

O desponte ou “pinch” consiste na retirada do ponteiro central das plantas, no intuito de estimular o surgimento de brotações laterais formando uma quantidade elevada de hastes. Esse tratamento foi efetuado quando a planta apresentou altura aproximada de 50 cm, isso se deu aos 97 dias após o início do estudo, na sequência foram aplicadas via foliar, a cada 15 dias, as doses do Commax algas®, que é um biofertilizante fonte de Ca, Mg, micronutrientes e de bioestimulantes diversos, sendo realizadas um total de quatro aplicações. O produto foi aplicado com o intuito de cobrir toda a superfície da folha sem que houvesse perda por excesso.

3.2.4 Avaliações Biométricas

Transcorrido 6 dias após a aplicação dos tratamentos, foram iniciadas as primeiras avaliações biométricas, que iniciaram semanalmente e finalizaram com intervalo de 15 dias, totalizando 4 avaliações. Foram utilizadas 3 plantas da área útil da parcela para a realização das avaliações. Cada parcela foi constituída de 25 plantas. Como variáveis resposta foram avaliadas: altura da planta (cm) (ALP), diâmetro do caule (mm) (DC); número de ramificações (NR) e taxa de crescimento relativo (TCR). A variável ALP e DC foram obtidas com o auxílio de uma trena graduada e um paquímetro digital, respectivamente. Já a obtenção do NR foi executada por meio de contagem. A TCR foi calculada utilizando os parâmetros de crescimento em duas datas distintas após a aplicação dos tratamentos, sendo elas a primeira e última medidas da ALP.

Foram avaliados também as fenofases, o que corresponde aos estádios de desenvolvimento do processo reprodutivo da planta, esses dados foram obtidos por meio da contagem das estruturas correspondentes aos botões floríferos, que foram divididos em 4 fases: fase 1 (estrutura do botão florífero fechado e verde); fase 2 (estrutura do botão florífero fechado avermelhado); fase 3 (flor totalmente expandida) e fase 4 (flor fecundada - fruto).

Ao final do ciclo, as plantas selecionadas foram coletadas e secas em estufa de circulação forçada a 60°C por 72h, para avaliação da variável de massa seca da planta, sendo este dividido entre massa seca da parte vegetativa (MSPV) e massa seca dos frutos, correspondente a massa seca dos cálices (MScal) e massa seca das cápsulas (MSCap). Logo após foram realizados cálculos para determinar a produtividade.

3.2.5 Avaliações Fisiológicas

As variáveis fisiológicas avaliadas foram, taxa de fotossíntese líquida (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$), razão entre a concentração interna de CO_2 e a ambiente (C_i/C_a) e transpiração (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

A avaliação dos parâmetros relacionados à fotossíntese foi realizada, 29 dias após a aplicação de todos os tratamentos, das 08:00 às 11:00h na terceira folha completamente expandida com o auxílio de um analisador de gases no infravermelho (IRGA, Li-Cor - Li6400 XT) com concentração de CO_2 na câmara a $400 \text{ mol}^{-1} \text{ mol}$ e $1200 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Esses

parâmetros permitiram avaliar as consequências dos tratamentos no metabolismo fotossintético da planta.

3.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Anderson-Darling na sequência foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ($P \geq 0,05$), quando observados resultados significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Para as médias das doses utilizadas, foi aplicada a análise de regressão. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico R 2.4.0 (CORE TEAM, 2018).

3.3 Resultados

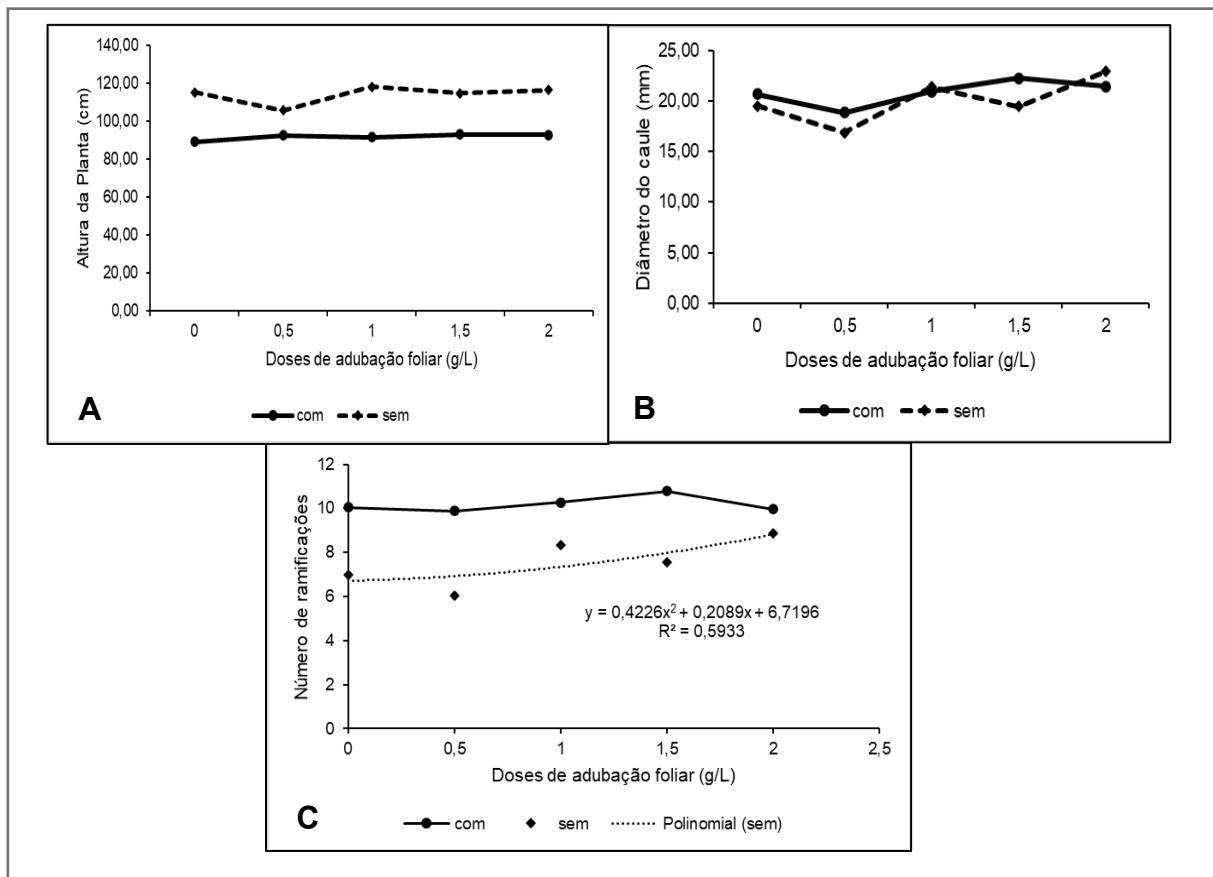
Por meio do estudo realizado sobre a resposta do hibisco às doses de biofertilizante e desponte ou poda apical, a análise estatística demonstrou haver resposta positiva dos tratamentos em grande parte das variáveis analisadas.

3.3.1 Aspectos morfológicos

Para as variáveis morfológicas do hibisco, tais como altura (Figura 2A) e diâmetro do caule (Figura 2B), não foram encontradas diferenças significativas quando aplicados os tratamentos de adubação foliar ou a técnica de desponte.

Quanto ao Número de ramificações (Figura 2C), verificou-se resposta do tipo quadrática apenas para os tratamentos que não passaram pela técnica do desponte, com máxima no T5 com média (≈ 9 ramificações), com resultados positivos quando submetido a dose máxima (2,0g/L) de adubação foliar.

Figura 2. Valores dos aspectos morfológicos do hibisco, altura da planta (A), diâmetro do caule (B) e número de ramificações (C), quando submetido as distintas doses de adubação e a técnica do desponete.

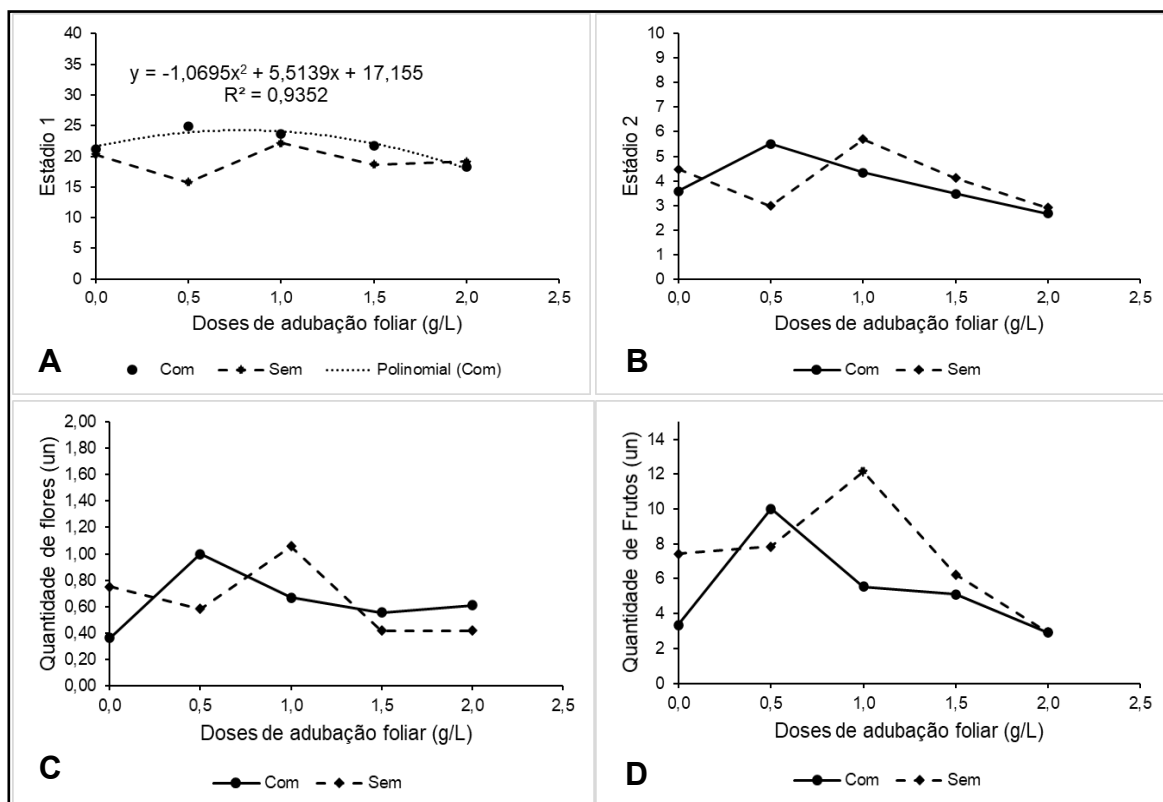


Fonte: Elaborada pela autora.

3.3.2 Avaliação das Fenofases

Para a variável Estádio 1 (Figura 3A) verificou-se uma resposta significativa para doses de adubação quando as plantas de hibisco foram submetidas ao desponete, com ponto máximo em T2 (25 un.). Já para os demais parâmetros referentes a fenofases, bem como para o Estádio 2 (Figura 3B), número de flores (Figura 3C) e frutos (Figura 3D) sob doses de adubação com ou sem desponete, não foram observadas diferenças significativas.

Figura 3. Representação das fenofases do hibisco, Estádio 1 (A), Estádio 2 (B), Quantidade de flores (C) e Quantidade de frutos (D), quando submetido às distintas doses de adubação e a técnica do desponte.

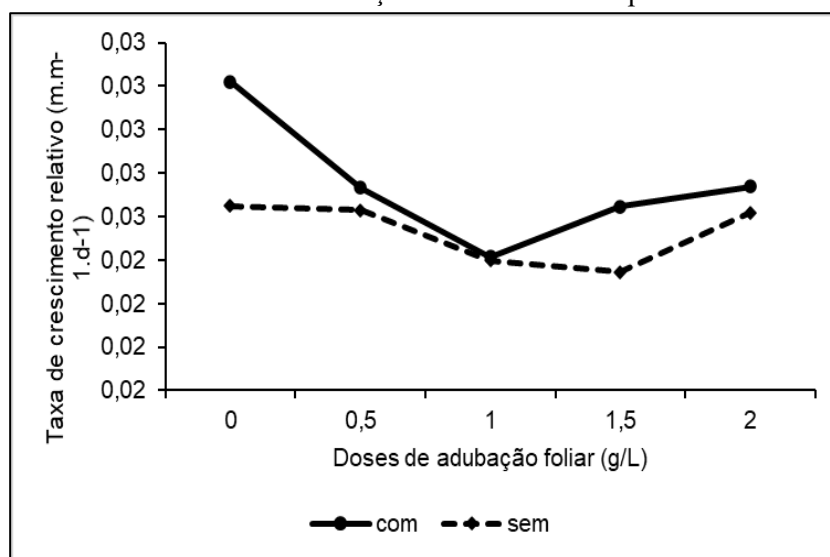


Fonte: Elaborada pela autora.

3.3.3 Variáveis Biométricas

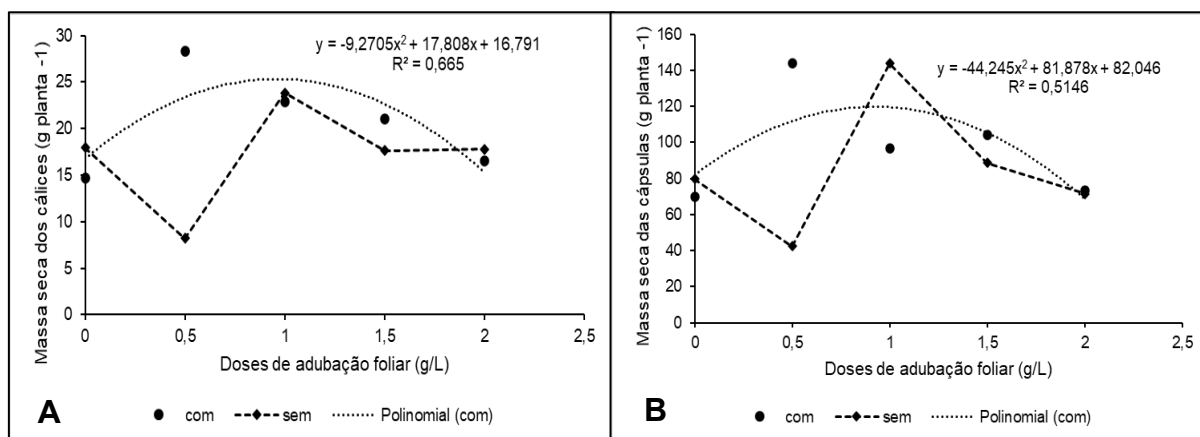
Em relação a Taxa de crescimento relativo (Figura 4) não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos de doses de adubação, com ou sem desponte. Por outro lado, para as Massas secas dos cálices (Figura 5A) e das cápsulas (Figura 5B), houve um efeito quadrático para o tratamento que recebeu o desponte, com valores mais expressivos em T2 (0,5 g/L), com média de 28,29 g/planta de massa seca dos cálices e 143,88 g/planta de massa seca das cápsulas.

Figura 4. Taxa de crescimento relativo (TCR) da cultura do hibisco quando submetido as distintas doses de adubação e a técnica do desponete.



Fonte: Elaborada pela autora.

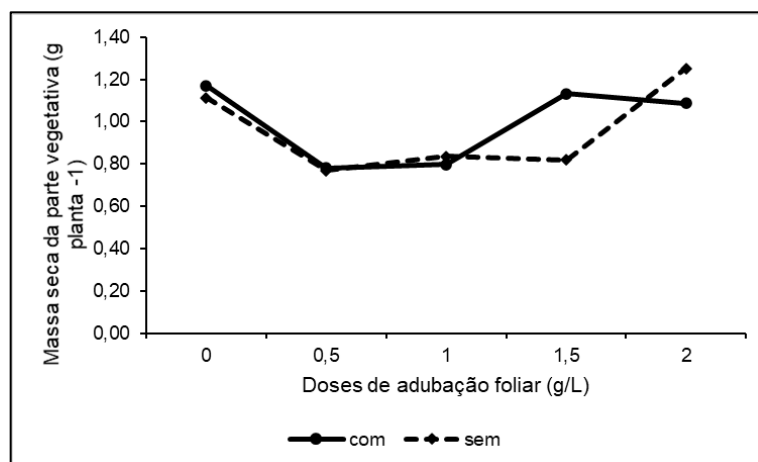
Figura 5. Massa seca dos cálices (MSCal) e massa seca das cápsulas (MSCap) da cultura do hibisco quando submetido as distintas doses de adubação e a técnica do desponete.



Fonte: Elaborada pela autora.

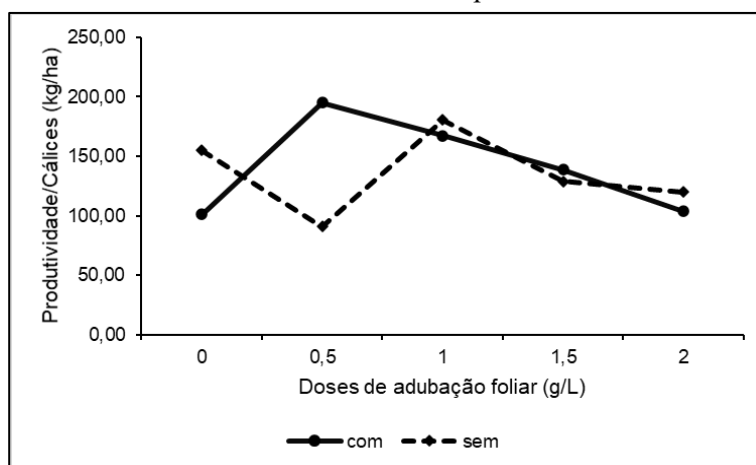
Para a Massa seca da parte vegetativa (Figura 6) e Produtividade (Figura 7) não foram observadas diferenças estatísticas significativas. Podemos colocar que a cultura pode ser robusta e ter uma ampla tolerância a variações nos tratamentos, o que significa que responde de maneira semelhante, independentemente das diferenças nos tratamentos aplicados. Comportamento observado para uma quantidade expressiva dos parâmetros avaliados.

Figura 6. Massa seca da parte vegetativa (MSPV) da cultura do hibisco quando submetido as distintas doses de adubação e a técnica do desponte.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 7. Produtividade da cultura do hibisco quando submetido as distintas doses de adubação e a técnica do desponte.



Fonte: Elaborada pela autora.

3.3.4 Avaliações Fisiológicas

Quanto às avaliações dos parâmetros fisiológicos (Tabela 1), podemos destacar que para concentração interna de CO_2 (C_i); transpiração (E); condutância estomática (g_s); fotossíntese líquida (A); razão entre a concentração interna de CO_2 e a ambiente (C_i/C_a), observou-se médias que não diferiram estatisticamente para os tratamentos de adubação foliar e a técnica do desponte.

Tabela 1. Parâmetros fisiológicos do hibisco quando submetido as distintas doses de adubação e a técnica do desponete. Fotossíntese líquida (*A*); condutância estomática (*gs*); concentração interna de CO₂ (*Ci*); transpiração (*E*); razão entre a concentração interna de CO₂ e a ambiente (*Ci/ Ca*). Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Adubação	Desponete	CARACTERÍSTICAS				
		<i>A</i>	<i>gs</i>	<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>Ci/Ca</i>
Foliar						
(g/L)						
0	Com	28,18 a	0,27 a	166,91 a	2,86 a	0,44 a
0,5		31,84 a	0,26 a	203,62 a	2,72 a	0,54 a
1		34,54 a	0,39 a	201,68 a	4,25 a	0,54 a
1,5		29,16 a	0,33 a	172,35 a	3,33 a	0,45 a
2		31,21 a	0,20 a	161,78 a	2,07 a	0,39 a
0	Sem	32,30 a	0,26 a	126,21 a	2,75 a	0,33 a
0,5		31,78 a	0,23 a	138,06 a	2,47 a	0,36 a
1		32,16 a	0,31 a	183,82 a	3,66 a	0,49 a
1,5		31,77 a	0,30 a	157,26 a	3,25 a	0,42 a
2		30,96 a	0,16 a	109,77 a	1,71 a	0,28 a
CV (%)		12,65	49,70	48,37	59,83	48,13

Fonte: Elaborada pela autora.

3.4 Discussão

A técnica de desponete pode interromper o crescimento, diminuir o ciclo das culturas, com consequências na altura das plantas, que geralmente é menor após a poda (FISHER, 1977). Adicionalmente, ao realizar o desponete, a síntese de auxinas é reduzida (PALLARDY, 2008), direcionando o transporte de assimilados e citocininas para os ramos, o que promove o crescimento lateral das plantas (SRIVASTAVA, 2002). Mueller; Wamser, (2009), observaram que plantas de tomate submetidas ao desponete tiveram menor altura e maior número de ramos laterais em relação àquelas que não sofreram desponete. Em contraste, no presente trabalho o desponete não influenciou na morfologia do hibisco, pois a altura das plantas, o número de ramos laterais, e o diâmetro do caule, foram iguais com ou sem a remoção da parte apical das plantas. De acordo com Zhukova *et al.*, (1996), a escassa variação em decorrência dos tratamentos indica que provavelmente o formato padrão característico da espécie permaneceu predominante. Assim, por ser uma PANC e uma planta não cultivada, provavelmente o hibisco não responde facilmente à técnica de cultivo como o desponete.

Commax algas® é um bioestimulante a base de Ca, Mg e micronutrientes diversos, entretanto, o seu efeito nutricional pode variar com a espécie de planta. Garcia *et al.*, (2014) e Sousa *et al.*, (2018), não obtiveram resposta positiva na utilização do bioestimulante extraído de algas na altura e diâmetro das plantas de cajueiro e mamoeiro. Por outro lado, KOYAMA *et al.*, (2012), obtiveram resultado positivo no aumento de produção de tomateiro usando o biofertilizante. De acordo com os dados de altura, diâmetro do caule, número de ramificações e adubação com Commax algas®, o bioestimulante não influencia na morfologia da vinagreira quando a planta é submetida ao desponte. No entanto, sem a técnica de desponte, o adubo aumenta ligeiramente número de ramificações da planta. O efeito positivo sob o número de ramos sem a remoção da parte apical das plantas, pode ser resultado da maior disponibilidade de nutrientes na planta à medida que foram aumentadas as doses de Commax algas®. Se sabe que, fertilizantes, organo-minerais-marinho promovem uma disponibilização mais rápida de macro e micronutrientes, com reflexos positivos no crescimento das plantas (FARIA *et al.*, 2011).

Embora seja uma planta pouco cultivada, o hibisco pode responder a adubação, orgânica e mineral, quando esses adubos são aplicados no solo (SOUSA; BOYLE; BONITO, 2010). Além disso, a aplicação de fertilizante foliar pode aumentar significativamente o crescimento da planta, e a produtividade do hibisco (NORHAYATI; GOO CHIAN, 2021). No presente estudo, sem a técnica de desponte, o fertilizante foliar Commax algas® não alterou as fenofases da vinagreira, nem influenciou na quantidade de flores e frutos. Portanto, é razoável supor que as doses utilizadas, ou os intervalos de aplicação de Commax algas® não foram suficientes para que a planta obtivesse um acúmulo de nutrientes necessário para incrementar sua produtividade. De acordo Norhayati; Goo Chian, (2021), a resposta do hibisco aos fertilizantes foliares pode variar com o tipo de fertilizante e com os intervalos de aplicação, portanto, quando a dose é baixa e o intervalo de aplicação é muito longo, a nutrição é insuficiente e os impactos no crescimento e na produtividade são irrelevantes. Os efeitos de Commax algas® só foram observados no estágio 1 da vinagreira, quando o desponte foi aplicado, portanto, isso pode ser resultado não apenas do fertilizante de maneira isolada, mas de alterações hormonais na planta. A remoção das gemas apicais reduz o teor de auxinas nos ápices dos ramos despontados, permitindo a translocação de assimilados e citocininas para as gemas axilares dos ramos laterais em condições de florescimento (SRIVASTAVA, 2002).

Em relação a TCR, no presente estudo não foi identificada diferença significativa para a taxa de crescimento relativa. O fundamento da análise de crescimento baseia-se no fato de que, em média, 90% da matéria orgânica acumulada ao longo do crescimento da planta resultam

da atividade fotossintética e o restante, da absorção mineral do solo (BENINCASA, 2003). Uma vez que a TCR considera o material alocado sobre o material já existente, de forma que fica proporcional ao tamanho da planta e da sua capacidade fotossintética (LIMA; PEIXOTO; LEDO, 2007). Entende-se que o incremento da cultura por via dos tratamentos não foi expressivo.

A potencial melhoria no crescimento da planta de hibisco em resposta à aplicação foliar de fertilizantes pode ser atribuída aos efeitos fisiológicos distintos, que estão relacionados a influência da composição de cada produto, sendo esses compostos envolvidos nos processos de crescimento e reprodução das plantas, conforme destacado por Cook e Samman (1996). Com isso, pode-se salientar que o resultado da produção de cálices está diretamente relacionado à maior quantidade de assimilados advindos desses processos e particionados nos frutos (AMERI *et al.*, 2008). Fato esse que pode ser observado neste estudo, em que a cultura do hibisco quando submetida a distintas doses de adubação e a técnica do desponte, mostrou resultados significativos para massa seca de cálices e cápsulas, no tratamento de adubação foliar associado à técnica de desponte.

Isto pode ser devido à capacidade dos biofertilizantes de transportar nutrientes importantes como N e P, além de secretar substâncias que promovem o crescimento das plantas (EL NAIM *et al.*, 2017). No mesmo sentido o desponte possui vantagens para o cultivo, pois prolonga o período produtivo, aumentando a produção (ALVARENGA *et al.*, 2007).

Em estudo realizado por Mohammedamin e Kanimarani (2020), houve aumento significativo para os valores de peso seco dos cálices quando submetidos a aplicações de ácido húmico. Resultados semelhantes foram registrados por (Ahmed *et al.*, 2011), sobre peso seco de cálices de plantas de hibisco. E resultados análogos foram obtidos por (Ramadan; El Mesairy, 2015 e Mohammed; Saeid 2017) em plantas de quiabo.

Testes realizados por Hassan e Abd El-Samee (2015), com pulverização dos extratos aquosos de alcaçuz e moringa, em hibisco mostraram que a massa seca de sépalas foi afetada significativamente. Assim como El Naim *et al.* (2017), trabalhando com biofertilizante e nitrogênio. E Ali *et al.*, (2021), com fertilizante nitrogenado. Norhayati, NG e Adzemi (2019), em estudo com o hibisco e uso de fertilizantes orgânicos também destacou aumentou do peso seco dos cálices. Gendy *et al.*, (2012), relataram que a aplicação de fertilizantes leva ao acúmulo de solutos adicionais no solo e melhora o rendimento de matéria seca. Em estudo realizado por Akambi *et al.*, (2009), com aplicação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos em hibisco notou-se que os valores de matéria seca de cálice foram significativamente afetados pelos tratamentos aplicados.

A aplicação de fertilizantes orgânicos pode levar à melhoria da condição física do solo, melhorando a aeração, a capacidade de retenção de água, melhorando a disponibilidade de nutrientes e o bom equilíbrio entre estes na solução do solo (NORHAYATI; NG; ADZEMI, 2019). Nunes (2002), relata que o adubo orgânico é mais eficiente sobre o rendimento das culturas quando associado a fertilizantes orgânicos líquidos. Nesse sentido, é válido destacar que maiores testes com distintas formas de adubação e associações deve ser visto como promissor para a cultura do hibisco.

Para a massa seca da parte vegetativa notou-se resultados positivos em testes realizados por Hassan e Abd El-Samee (2015), com pulverização dos extratos aquosos de alcaçuz e moringa em hibisco. Akambi *et al.*, (2009), trabalhando com aplicação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos em hibisco, também encontrou resultados positivos para matéria seca da parte aérea. Porém no presente estudo não foram encontrados efeitos significativos para a massa seca da parte vegetativa do hibisco, tanto para adubação quanto para a técnica do desponete. Resultado semelhante foi encontrado por Garde *et al.*, (2013), para a cultura do crisântemo submetido a técnica do desponete e El Naim *et al.*, (2017), trabalhando com hibisco e fertilizantes.

Nesse sentido, é importante destacar que existe relato de que parte dos principais problemas associados ao cultivo do hibisco são a nutrição deficiente e inadequada (AKANBI *et al.*, 2009). No presente estudo deve-se considerar que o desenvolvimento da parte aérea das plantas depende também do desenvolvimento das raízes e nutrientes disponíveis no substrato, que podem ser limitados pelo volume das células, inviabilizando, assim, o efeito da aplicação do substrato Commax® (SOUSA *et al.*, 2018).

Para a produtividade, estudo realizado por Ali *et al.*, (2021), utilizando fertilizante nitrogenado, para o hibisco, observaram que a produtividade foi afetada positivamente. Resultado semelhante foi notado por Norhayati, NG e Adzemi (2019), em aplicação de fertilizantes orgânicos.

Caso que não foi observado no estudo em questão, pois embora os tratamentos tenham afetado parâmetros avaliados, este aumento não atingiu o nível significativo para a produtividade de cálices, apenas resultados expressivos no tratamento com desponete associado a doses de adubação foliar. Tendo em vista que foi utilizado um fertilizante natural extraído de alga marinha, com pouco ou nenhum teste voltado para a cultura, mais estudos são necessários para possíveis diagnósticos voltados ao uso de fertilizantes e o hibisco. Pois em estudo com a cultura, Akambi *et al.*, (2009), apontam efeitos expressivos de parâmetros avaliados em experimento com adubos minerais quando comparados com fertilizantes orgânicos.

Okwuagwu, Allehm e Osemwota, (2003), relataram que para a cultura do quiabeiro é necessário grande investimento em adubação orgânica para que a cultura tenha bons resultados de produtividade, sem que precise de adubação mineral. Oliveira *et al.*, (2013), relataram que a produtividade de frutos de quiabo, foram influenciados significativamente pelas doses de esterco bovino e sua interação com o biofertilizante. Com isso, pode-se destacar que essas plantas podem precisar de maiores investimentos em adubação, para que apresentem melhores respostas.

E mesmo que o sistema de condução com desponte apresente vantagens como, aumento do número de ramificações, uniformização do tamanho dos frutos abaixo da região despontada, maior crescimento dos frutos localizados na extremidade do ramo, possibilita planejamento da colheita (GONÇALVES *et al.*, 2006). Para este estudo não foram observados efeitos significativos para produtividade.

Ainda são muito escassas as informações sobre a cultura do hibisco e seu potencial produtivo, porém essa compreensão é importante para que seja possível atender as exigências nutricionais da cultura, em função do fornecimento equilibrado de macro e micronutrientes, para que a cultura consiga desenvolver o seu potencial genético e resultar em maiores produções (PEREIRA; MELLO, 2002).

Quanto as avaliações fisiológicas, não foram observadas diferenças estatísticas significativas. Os tratamentos com adubação e a técnica do desponte podem não ter sido suficientes para que houvessem alterações que proporcionassem aumento nas variáveis avaliadas. Tendo em vista que o crescimento também pode ser definido como a produção e partição da matéria seca entre os diferentes órgãos da planta (PEIL; GÁLVEZ, 2005), e que a produção fotossintética pode ser avaliada por meio desse acúmulo de matéria seca (FALQUETO *et al.*, 2009). Diante do comportamento do vegetal, podemos inferir que os resultados dos parâmetros ligados à fotossíntese estão em conformidade com as demais variáveis avaliadas. Isso sugere uma estabilidade funcional nas respostas fisiológicas da planta diante dessas variações experimentais, a planta pode ter apresentado uma robustez adaptativa, mantendo a homeostase fisiológica diante das variações nos tratamentos. Sendo assim, os diferentes tipos de adubações e a aplicação ou não do desponte não exerceram um impacto distintivo ou mensurável nas características fisiológicas avaliadas pelo IRGA.

3.5 Conclusão

Diante do exposto, constata-se a adubação foliar incrementou alguns parâmetros morfológicos do hibisco, como o número de ramificações. Por outro lado, a técnica do desponte não teve tanta influência nas características morfológicas da planta. A dose de 0,5 g/L do fertilizante, quando associada a técnica do desponte influenciou apenas no fenológico da planta (estádio 1) e em variáveis biométricas (MSCal e MSCap). Entretanto, nem o desponte nem a adubação incrementaram a produtividade do hibisco.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo ressalta a importância crítica das estratégias de manejo na maximização do potencial produtivo do hibisco. A adaptação eficaz de práticas agronômicas, como o espaçamento adequado, a adubação e a poda, demonstrou potencial influenciar sobre a cultura. Diante do desafio global de aumentar a produção de alimentos de maneira sustentável, a implementação de estratégias de manejo específicas para o hibisco não apenas favorece seu desenvolvimento, mas também pode contribuir para a resiliência da cultura frente a condições variáveis, promovendo, assim, uma produção mais eficiente.

Os resultados apresentados sugerem um caminho promissor para a integração eficiente do hibisco na agricultura, destacando a necessidade contínua de pesquisa para explorar seu vasto potencial econômico e nutricional como uma Planta Alimentícia Não Convencional (PANC). Através desses esforços, podemos alavancar a produção sustentável, contribuindo para a diversificação do sistema agrícola e proporcionando benefícios tanto para agricultores quanto para consumidores.

REFERÊNCIAS

- AHMED, Y. M.; SHALABY, E. A.; SHANAN, N. T. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 11, p. 1988–1996, 2011.
- AKANBI, W. B.; OLANIYAN, A. B.; TOGUN, A. O.; ILUPEJU, A. E. O.; OLANIRAN, O. A. The effect of organic and inorganic fertilizer on growth, calyx yield and quality of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, v. 3, n. 4, p. 652–657, 2009.
- ALI, B. H.; WABEL, N. A.; BLUNDEN, G. Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of *Hibiscus sabdariffa* L.: a review. **Phytotherapy Research**, v. 19, n. 5, p. 369–375, 2005.
- ALI, E. A. H. M.; ALHASAN, A. S.; NAJEEB, H. F.; AL-AMERI, D. T. Influence of nitrogen fertilizer on growth and calyx yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) grown under field conditions. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 735, 2021.
- AL-SAYED, H. M.; HEGAB, S. A.; YOUSSEF, M. A.; KHALAFALLA, M. Y.; ALMAROAI, Y. A.; DING, Z.; EISSA, M. A. Evaluation of quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as affected by biofertilizers. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 7, p. 1025–1035, 2020.
- ALVARENGA, A.A. et al. Figo (*Ficus carica* L.). In: TRAZILBO, J.P.Jr.; MADELAINE V. (Org.). **101 culturas - Manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p.365-372.
- AMERI, A.; NASSIRI, A. M. M.; REZVANI, M. P. Effects of different nitrogen levels and plant density on flower, essential oils and extract production and nitrogen use efficiency of marigold (*Calendula officinalis*). **Iranian Journal of Field Crop Research**, v. 5, p. 313–323, 2008.
- AYIPIO, E.; MOOMIN, A.; AKOTO, J. H.; BONSU, S. K. Vegetative growth and calyx yield of four roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) accessions as influenced by intra-row spacing. **Ghana Journal of Horticulture**, v. 13, n. 1, p. 105–120, 2018.
- BENCKE, C.S.C; MORELLATO, L.P.C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. v.25, n.2 p. 237–248, 2002.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- BITTENCOURT, A. M.; GUIMARÃES, I. D. S. Vinagreira: fonte de antocianinas para alimentos. **Comunicado Técnico – Embrapa Agroindústria de Alimentos**, 1985.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/410539/vinagreira-fonte-de-antocianinas-para-alimentos>>. Acesso em 30 nov. 2023.

BONFIM, F. P. G. **Contribuições agronômicas ao cultivo da vinagreira roxa (*Hibiscus acetosella* Welw. ex Hiern)**. 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2017.

BORCHERT, R. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**, v. 61, p. 1065–1074, 1980.

BORRÁS-LINARES, I.; FERNÁNDEZ-ARROYO, S.; ARRÁEZ-ROMAN, D.; PALMEROS SUÁREZ, P. A.; DEL VAL-DÍAZ, R.; ANDRADE-GONZÁLES, I.; FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, A.; GÓMEZ-LEYVA, J. F.; SEGURA-CARRETERO, A. Characterization of phenolic compounds, anthocyanidin, antioxidant and antimicrobial activity of 25 varieties of Mexican Roselle (*Hibiscus sabdariffa*). **Ind. Crops Prod.** v. 69, p. 385–394, 2015.

BOUIS, H. E.; WELCH, R. M. Biofortificação: uma estratégia agrícola sustentável para reduzir a desnutrição de micronutrientes no sul global. **Crop Science**, v. 50, p. 20–32, 2010.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades e estados. 2010**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/paraty.html>. Acesso em: 09 de nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 519, de 26 de junho de 1998. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de “Chás – Plantas Destinadas à Preparação de Infusões ou Decocções”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 29 jun 1998. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1998/prt0519_26_06_1998.html. Acesso em: 09 de nov. 2023.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R.; DALASTRA, I. M.; CHAGAS, E. A.; GUIMARÃES, V. F.; DALASTRA, G. M. Sistema desponte na produção de figos verdes' Roxo de Valinhos'. **Ciência Rural**, v. 40, p. 25-29, 2010.

CASTRO, C. M. de; DEVIDE, A. C. P. Produção agroecológica de vinagreira (*Hibiscus spp.*): incentivando a cultura alimentar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 14, n. 4, p. 91-96, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/download/50134/38103>. Acesso em: 09, nov. 2023.

CASTRO, N. E. A. de; PINTO, J. E. B. P.; CARDOSO, M. das G.; MORAIS, A. R. de; BERTOLUCCI, S. K. V.; SILVA, F. G. da; DELÚ FILHO, N. Planting time for maximization of yield of vinegar plant calyx (*Hibiscus sabdariffa* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 542-551, 2004. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/cagro/a/fg3Tp45xpdWb7twtf5p3RTh/?lang=en>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

CHEWONARIN, T.; KINOUCI, T.; KATAOKA, K.; ARIMOCHI, H.; KUWAHARA, T., VINITKETKUMNUEN, U.; OHNISHI, Y. Effects of roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.), a Thai medicinal plant, on the mutagenicity of various known mutagens in *Salmonella typhimurium* and on formation of aberrant crypt foci induced by the colon carcinogens azoxymethane and 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4, 5-b] pyridine in F344 rats. **Food and chemical toxicology**, v. 37, n. 6, p. 591-601, 1999.

COOK, N. C.; SAMMAN, S. Química dos flavonóides, metabolismo, proteção cardiovascular efeito e fontes dietéticas. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 7, n. 2. p. 66-76. 1996.

CORE TEAM, R. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2018.

D'HEUREX-CALIX, F.; BADRIE, N. Consumer acceptance and physicochemical quality of processed red sorrel/roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) sauces from enzymatic extracted calyces. **Food Serv Technol.** v. 4, p. 141-8. 2004.

DA-COSTA-ROCHA, I.; BONNLAENDER, B.; SIEVERS, H.; PISCHEL, I.; HEINRICH, M. *Hibiscus sabdariffa* L.—A phytochemical and pharmacological review. **Food chemistry**, v. 165, p. 424-443, 2014.

DEGU, B.; TESFAYE, B. Effects of inter and intra row spacing on growth, yield and yield components of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). **International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research**, v. 4, n. 3, p. 261-275, 2016.

DUNG, N. X.; VAN KHIEN, P.; NHUÂN, D. D.; HOI, T. M.; BAN, N. K.; LECLERCQ, P. A.; CASANOVA, J. Composition of the seed oil of *Hibiscus abelmoschus* L. (Malvaceae) growing in Vietnam. **Journal of Essential Oil Research**, v. 11, n. 4, p. 447-452, 1999.

EL NAIM, A. M.; AHMED, A. I.; IBRAHIM, K. A.; SULIMAN, A. M.; BABIKIR, E. S. N. Effects of Nitrogen and Bio-fertilizers on Growth and Yield of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* var *sabdariffa* L.). **International Journal of Agriculture and Forestry**, v. 7, n. 6. p. 145-150. 2017.

ESLAMINEJAD, T.; ZAKARIA, M. Morphological characteristics and pathogenicity of fungi associated with Roselle (*Hibiscus Sabdariffa*) diseases in Penang, Malaysia. **Microbial pathogenesis**, v. 51, n. 5, p. 325-337, 2011.

FALQUETO, A. R.; CASSOL, D.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; OLIVEIRA, A. C.; BACARIN, M. A. Partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 453-461, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/brag/a/GjQcDhhMWfsn4zbsztRYM8B/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

FARIA, M. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MELO, P. C.; JÚNIOR, J. A. Resposta da cultura de pinhão manso à irrigação e à adubação com OMM-Tech®. **Irriga**, v.16, n. 1, p. 70-81. 2011.

FISHER, K. J. Competition effects between fruit trusses of the tomato plant. **Scientia Horticulturae**. v.7, p.37-42, 1977.

FONTANA, D. C.; ALVES, G. M.; ROBERTI, D.; MORAES, O. L. L. D.; GERHARDT, A. Estimativa da radiação fotossinteticamente ativa absorvida pela cultura da soja através de dados do sensor Modis. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p. 563-571, 2012.

FRANKLIN, K. A.; WHITELAM, G. C. Phytochromes and shadeavoidance responses in plants. **Annals of Botany**, v.96, n.2, p.169-175, 2005.

GARCIA, Kaio G. V.; DA SILVA, C. P.; CUNHA, C. S. de M.; NASCIMENTO, C. D. V. do; TOSTA, M. da S. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) no desenvolvimento de porta enxertos de cajueiro. Rev. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n. 18, p. 1706, set. 2014.

GARDE, G. P.; MUNIZ, M. A.; PÊGO, R. G.; GROSSI, J. A. S. Data de desponite apical e intensidade luminosa no crescimento e qualidade de crisântemo de vaso. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 659–663, 2013.

GEBREMEDIN, B. D.; ASFAW, B. T. Effects of inter and intra row spacing on growth, yield and yield components of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) at Wondo Genet, Southern Ethiopia. **International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research**, v. 6, n. 1, p. 391-398, 2017.

GENDY, A. S. H.; SAID-AL AHL, H. A. H.; MAHMOUD, A. A. Growth, productivity and chemical constituents of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as influenced by cattle manure and biofertilizers treatments. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 6, n. 5, p. 1–12, 2012.

GONÇALVES, C.A.A.; LIMA, L. C. O.; LOPES, P. S. N. SOUZA, M. T. Poda e sistemas de condução na produção de figos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.955-961, 2006. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/pab/a/PNQsqfGmNvpctxNxGPpYXgr/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso 02 dez. 2023.

HASSAN, H. M. S.; ABD EL-SAMEE, M.A.S. Growth, yield and nutritional value of roselle (*hibiscus sabdariffa* l.) as influenced by licorice and moringa aqueous extracts under north sinai conditions. **Zagazig Journal of Horticultural Science**, v. 42 n. 5. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - (IPECE). **Perfil básico municipal**. 2016 Disponível em:
<https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Beberibe_2016.pdf> Acesso em: 02 de junho de 2021.

ISMAIL, A.; IKRAM, E. H. K.; NAZRI, H. S. M. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds nutritional composition protein quality and health benefits. **Food**, v. 2, n. 1, p. 1-16, 2008.

KABURA, B. A.; IZGE, A. U.; KWARI, J. D. Effects of spacing and nitrogen levels on calyx yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) in the Sudano-Sahelian region of Nigeria. **Nigerian Journal of Tropical Agriculture**, v. 5, p. 104–111, 2003..

KAJIDU, Y. B.; GWORGWOR, N. A.; JOSHUA, S. D.; SODANGI, A. I. Effects of inter-row spacing and weed interference on growth and yield of sorrel (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Maiduguri, Nigeria. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, v. 3, n. 5, p. 1610-1617, 2015.

KHATTAK, A. M.; SAJID, M.; SARWAR, H. Z.; RAB, A.; AHMAD, M.; KHAN, M. A. Effect of sowing time and plant density on the growth and production of roselle (*Hibiscus sabdariffa*). **International Journal of Agriculture and Biology**. 2016.

KINUPP, V.F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/003104985>>. Acesso em 20 dez. 2023.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. Mapa.

KOYAMA, R.; BETTONI, M. M.; RODER, C.; ASSIS, A. M. de; ROBERTO, S. R. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 4, p. 282–287, 2012.

LIMA, J. F. de; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. da S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1358-1363. 2007.

LIU, K. S.; TSAO, S. M.; YIN, M. C. In vitro antibacterial activity of roselle calyx and protocatechuic acid. **Phytotherapy Research**, v. 19, p. 942–945, 2005.

LOPES, W. de A. R.; NEGREIROS, M. Z. de; TEÓFILO, T. M. da S.; ALVES, S. S. V.; MARTINS, C. M.; NUNES, G. H. de S.; LEILSON COSTA GRANGEIRO, L. C. Produtividade de cultivares de cenoura sob diferentes densidades de plantio. **Revista Ceres**, v. 55, n.5, p. 482-487, 2008.

LUZ, F. D. F.; SÁ SOBRINHO, A. F. **Vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1997.

MAGADLELA, A.; KLEINERT, A.; DREYER, L. L.; VALENTINE, A. J. Low-phosphorus conditions affect the nitrogen nutrition and associated carbon costs of two legume tree species from a Mediterranean-type ecosystem. **Australian Journal of Botany**, v. 62, n. 1, p. 1-9, 2014.

MAHADEVAN, N.; SHIVALI; KAMBOJ, P. *Hibiscus sabdariffa* Linn.- An overview. **Natural Product Radiance**, v.8, n.1, p.77-83, 2009.

MAHRAN, G. H.; EL-HOSSARY, G. A.; EL-LABBAN, H. M. The effect of main nutrient elements on the growth and yield of roselle plant; *Hibiscus sabdariffa* L. **Acta Pharmaceutica Hungarica**, v. 49, n. 1, p. 2-8, 1979.

MAURYA, R.P.; BAILEY, J.A.; CHANDLER, J.S.A. Impact of plant spacing and picking interval on the growth, fruit quality and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). **American Journal of Agriculture and Forestry**, v. 1, n. 4, p. 48-54. 2013.

MIR, B.; GHANBARI, A; RAVAN, S.; ASGHARIPOUR, M. R. Effects of plant density and sowing date on yield and yield components of *Hibiscus Sabdariffa* var. Sabdariffa in Zabol region. **Advances in Environmental Biology**, 5:1156-1161. 2011.

MOHAMMED, G. H.; SAEID, A. I. Effect of topping, humic acid, mulching color and their interactions on vegetative growth and seed yield of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). **Journal of the University of Duhok**. v. 20, n. 1, p. 41-49. 2017.

MOHAMMEDAMIN, M. I.; KANIMARANI, S. M S. A. Impact of foliar application of humic acid and the measure time on growth and production of roselle *Hibiscus sabdariffa* L. **Tikrit Journal for Agricultural Sciences**. v. 20, n. 1, p. 38-48. 2020.

MORANDI, B.; ZIBORDI, M.; LOSCIALE, P.; MANFRINI, L.; PIERPAOLI, E.; GRAPPADELLI, L. C. Shading decreases the growth rate of Young apple fruit by reducing their phloem import. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.127, p.347-352, 2011.

MOTA JÚNIOR, C. V.; OLIVEIRA, J. M.; MOTA, L. C. B. M. Avaliação da qualidade e produtividade da cenoura com diferentes densidades de plantio. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2014.

MUELLER, S.; WAMSER, A. F. Combinação da altura de desponete e do espaçamento entre plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, 27, 64-69. 2009.

MURDOCK, G. P. **Africa its peoples and their culture history**. 1959.

MUSLIHATINN, W.; DAESUSI, R. Influence of Photoperiod on The Relative Growth Rate of *Hibiscus sabdariffa* L. **The Journal for Technology and Science**, Indonesia. v. 25, n. 1, p. 18-22. 2014.

NORHAYATI, Y.; GOO CHIAN, Y. Effects of Foliar Fertilizers on the Growth and Yield of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) on Bris Soil. **Emerging Trends of Plant Physiology in Changing Environment**, p. 47, 2021.

NORHAYATI, Y.; NG, W. H.; ADZEMI, M. A. Effects of organic fertilizers on growth and yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) on bris soil. **Malaysian Applied Biology**. v. 48, n. 1, p.177–184. 2019.

NUNES, S. P.; THOMAS, B. A.; LIMA, L. C. O. Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante em chá de hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.). In: **CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA**, 23., 2014, Lavras. Anais [...]. Lavras: UFLA, 2014.

NUNES, M. U. C. Produtividade e principais problemas fitossanitários de cultivares de batata em Sergipe. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 424-427, 2002.

OKWUAGWU, M. I.; ALLEHM, E. I.; OSEMWOTA, O. The effects of organic and inorganic manure on soil properties and yield of okra in Nigeria. In: **AFRICAN CROP SCIENCE CONFERENCE**, 6., 2003, Egito. Proceedings [...]. v. 6, p. 390–393, 2003.

OLAYINKA, B.U., ETEJERE, E.O. Growth analysis and yield of two varieties of groundnut (*Arachishypogaea* L.) as influenced by different weed control methods. **Indian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 2, p.130-136. 2015.

OLIMPIO, L. D. S. **Recipientes e densidades de cultivo na produção de coentro em ambiente protegido**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/31097>>. Acesso em 21 dez. 2023.

OLIVEIRA, A. P. de; OLIVEIRA, A. N.; SILVA, O. P. R. da; PINHEIRO, S. M.; GOMES NETO, A. D. Rendimento do quiabo adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2629-2636. 2013.

OSEI, S. A.; DZOMEKU, I. K. Plant Spacing and Time of Topping affects Growth and Yield of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Cultivated in the Nyankpala Soil Series of Ghana. **Ghana Journal of Horticulture (JHORT)**, v. 13, n. 1, p. 85-98, 2018.

PALLADY, S.G. Vegetative Growth; In: PALLADY, S.G. **Physiology of woody plants**, 3ed. SanDiego,CA:AcademicPress, 2008. p. 39-87.

PEIL, R. M. N.; GÁLVEZ, J. L. Reparto de materia seca como fator determinante de la producciónde las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, p. 5-11, 2005.

PEREIRA, H. S.; MELLO, S. C. Aplicação de fertilizantes foliares na nutrição e produção do pimentão e do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 597-600, 2002.

PEREIRA, J. F. M.; HERTER, F. G. Tecnologias para o aumento da produtividade e regularidade de produção de pera na região Sul do Brasil. In: **REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA**, 2., 2008, Lages. Anais [...]. Lages: UDESC, 2011. p. 39–44.

PETTER, F. A.; SILVA, J. A. D.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. D. Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. **Bragantia**, v. 75, p. 173-183, 2016.

PINTO, R. B. A. **Comida de ontem e hoje: transformação dos hábitos alimentares de agricultores familiares do assentamento São José da Boa Morte**. 37 f. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Seropédica, RJ, 2017.

POLICARPO, M.; TALLUTO, G.; BIANCO R. L. Vegetative and productive responses of ‘Conference’ and ‘Williams’ pear trees planted at different inrow spacings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.109, n.4, p.322-331, 2006.

PROENÇA, R. P. C. Alimentação e globalização: Algumas reflexões. **Ciencia & Cultura**. vol.62 no.4 São Paulo. 2010.

RAMADAN, M. E.; EL MESAIRY, M. M. A. Effect of humic acid and chitosan on growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) under saline conditions. **Egyptian Journal of Desert Research**, v. 65, n. 1, p. 47–60, 2015..

RAMOS, D. D. **Espaçamentos entre plantas e cama-de-frango na produção de *Hibiscus sabdariffa* L.** 2008. 34 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2008. Disponível em: <https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UFGD-2_5b5fec444491553445637e8f58d76fb8/Details?lng=pt-br>. Acesso em 23 dez. 2023.

RANA, A. K.; THAKUR, V. K. The bright side of cellulosic hibiscus sabdariffa fibres: towards sustainable materials from the macro-to nano-scale. **Materials Advances**, v. 2, n. 15, p. 4945-4965, 2021.

RAO, B. K.; KRISHNAPPA, R. K.; SRINIVASARAO, S. P.; WANI, S. P.; SAHRAWAT, K. L.; PARDHASARADHI, G. Alleviation of multinutrient deficiency for productivity enhancement of rain-fed soybean and finger millet in the semi-arid region of India. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 43, n. 10, p. 1427–1435, 2012.

REDIN, C. J., & REDIN, E. A cadeia produtiva do tabaco na agricultura familiar de arroio do tigre. Vivências: **Revista Eletrônica de Extensão da URI**, v. 10, n.18: p. 10-14, 2014.

RIBEIRO, A. Â. M. **Avaliação da atividade antioxidante de diferentes marcas de chá de *Hibiscus sabdariffa* L.** 2017. Monografia (Graduação em Farmácia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

ROBINSON, T. L.; ANDERSEN, R. L.; HOYING, S. A. Performance of six high-density peach training systems in the northeastern United States. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.713, p.311-320, 2006.

ROSS, I. A. **Medicinal plants of the world: chemical constituents, traditional and modern medicinal uses**. v. 3. New York: Springer Science & Business Media, 2007.

SAMPAIO, I. M. G.; GUIMARÃES, M. DE S. L.; NETO, H. DE S. L.; MAIA, C. DE L.; VIANA, C. DOS S.; GUSMÃO, S. A. L. DE; Pode o uso de mudas agrupadas e a maior densidade de plantio aumentar a produtividade de jambu? **Revista de Ciências Agrárias**.

Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. v. 61, Belém. 2018
Disponível em:< <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2906>> Acesso em: 15 de setembro de 2023.

SCHVAMBACH, J. L.; ANDRIOLO, J. L.; HELDWEIN, A. B. Produção e distribuição da matéria seca do pepino para conserva em diferentes populações de plantas. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 35-41, 2002.

SHARAF, A. The pharmacological characteristics of *Hibiscus sabdariffa* L. **Planta medica.** v. 10, n. 01, p. 48-52, 1962.

SHRUTHI, V. H.; RAMACHANDRA, C. T.; NIDONI, U.; HIREGOUDAR, S.; NAIK, N.; KURUBAR, A. R. **Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as a source of natural colour: a review.** Plant Archives, v. 16, n. 2, p. 515-522. 2016.

SILVA, G. S. D.; RÊGO, A. S.; LEITE, R. R. Doenças da vinagreira no Estado do Maranhão. **Summa Phytopathologica**, v. 40, p. 378-380, 2014.

SILVA, P. O. D.; CARLOS, L.; COSTA, A. M. D.; 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, p. 1192-1200, 2020.

SINGH, Y. P.; MISHRA, V. K.; SINGH, S.; SHARMA, D. K.; SINGH, D.; SINGH, U. S.; SINGH, R. K.; HAEFELE, S. M.; ISMAIL, A. M. Productivity of sodic soils can be enhanced through the use of salt tolerant rice varieties and proper agronomic practices. **Field Crops Res.**, 190, pp. 82-90. 2016.

SMITH, M. K. A.; OJO, I. K. Influence of inter row spacing and weed management system on gap colonization of weeds. Pod yield quality in okra (*Abelmoschus esculentus* Moench). **African Crop Science Conference Proceeding** 317. 2007.

SOUSA, L. M. da S.; SILVA, L. M.; NASCIMENTO, C. M.; GÓIS, M. H. O.; LIMA, Y. B.; SILVA, J. Efeitos do Commax®, água residuária e Basacote® no diâmetro e altura de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: **SIMPÓSIO DE AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**, 1., 2018. Anais [...], 2018.

SOUSA, M. O. D.; BOYLE, R.; BONITO, J. Avaliação de diferentes adubações na cultura da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*, L.). **Millenium**, p. 153-161. 2010.

SRIVASTAVA, L. M. Plant growth and development: hormones and the environment. **New York: Academic Express.** P-772. 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 954 p. 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: ARTMED. 729p. 2009.

TAVARES, A. E. B.; CLAUDIO, M. T. R.; NAKADA-FREITAS, P. G.; CARDOSO, A. I. I. Densidade de plantio na produção de ervilha-de-vagem. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 289-293, 2016.

TROMP, J.; WEBSTER, A. D.; WERTHEIM, S. J. (Ed.). **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden, Backhuys Publishers, 2005.

VILCHE, C.; GELY, M.; SANTALLA, E. Physical properties of quinoa seeds. **Biosystems Engineering**, v. 86, n. 1. p. 59-65. 2003.

VIZZOTTO, M; PEREIRA, M. C. **Hibisco: do uso ornamental ao medicinal**. Artigo em Hypertexto. v. 20. 2008 Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/hibisco/index.htm>: Acesso em 10 de novembro de 2023.

WANG, C. J.; WANG, J. M.; LIN, W. L.; CHU, C. Y.; CHOU, F. P.; TSENG, T. H. Protective effect of hibiscus anthocyanins against tert-butyl hydroperoxide-induced hepatic toxicity in rats. **Food Chem Toxicol.** v. 38, n. 5. p. 411-16. 2000.

WANG, M. L.; MORRIS, B.; TONNIS, B.; DAVIS, J.; PEDERSON, G. A. Assessment of oil content and fatty acid composition variability in two economically important Hibiscus species. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 60, n. 26, p. 6620-6626, 2012.

WHALEY, J. M.; SPARKES, D. L.; FOULKES, M. J.; SPINK, J. H.; SEMERE, T.; SCOTT, R. K. The physiological response of winter wheat to reductions in plant density. **Annals of Applied Biology**, v. 137, n. 2, p. 165-177, 2000.

YAGOUB, A. E. G. A.; MOHAMED, B. E.; AHMED, A. H. R.; EL TINAY, A. H. Study on Furundu, a traditional Sudanese fermented Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seed: effect on in vitro protein digestibility, chemical composition, and functional properties of the total proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 20, p. 6143-6150, 2004.

ZHANG, Y.; LIU, J.; ZHANG, J.; LIU, H., LIU, S. ;ZHAI, L. Row Ratios of Intercropping Maize and Soybean Can Affect Agronomic Efficiency of the System and Subsequent Wheat. **PLOS ONE**. v. 10, n. 6. p. 1-16. 2015.

ZHUKOVA, L.A.; VOSRESENSKAYA, L.; GROSHEVA, N.P. Morphological and physiological characteristics of ontogenesis in pot marigold (*Calendula officinalis* L.) plants grown at various densities. **Russian Journal of Ecology**, v. 27, n. 2, p. 100- 106, 1996.