



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: FITOTECNIA**

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS COM**  
**VISTAS À TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM**  
**CULTIVARES DE MORANGUEIRO**

**MURILO OLIVEIRA GUEDES**

**VITÓRIA DA CONQUISTA**

**BAHIA – BRASIL**

**2023**

**MURILO OLIVEIRA GUEDES**

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS COM VISTAS À TOLERÂNCIA À  
SALINIDADE EM CULTIVARES DE MORANGUEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Lúcio Fernandes Amaral

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA – BRASIL

2023

G958e

Guedes, Murilo Oliveira.

Estimativas de parâmetros genéticos com vistas à tolerância à salinidade em cultivares de morangueiro. / Murilo Oliveira Guedes, 2023.

54f. : il.

Orientador (a): DSc. Cláudio Lúcio Fernandes Amaral.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia. Vitória da Conquista, 2023.

Inclui referência F. 52 - 58.

1. *Fragaria spp.* 2. Genótipos. 3. Herdabilidade. 4. Produção agrícola - Morangueiro. I. Amaral, Cláudio Lúcio Fernandes. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. T.III.

CDD. 634.75

*Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890*

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
**Área de Concentração em Fitotecnia**

**Campus de Vitória da Conquista, BA**

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: “ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS COM VISTAS À TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM CULTIVARES DE MORANGUEIRO”.**

**AUTOR: Murilo Oliveira Guedes**

**Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela seguinte**

**Banca Examinadora:**



---

**Dr. Cláudio Lúcio Fernandes Amaral (UESB)**



---

**Dra. Nilma de Oliveira Dias (SDR/PMVDC)**



---

**Dr. Alcebiades Rebouças São José (UESB)**

Data de realização: 27 de julho de 2023

Estrada do Bem Querer, Km 4, CEP 45031-900, Caixa Postal 95, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil  
Telefone: (77) 3425-9383, e- mail: [ppgagronomia@uesb.edu.br](mailto:ppgagronomia@uesb.edu.br)

## DEDICATÓRIA

À minha mãe, Nilzete;  
Ao meu pai, Lenilton;  
Ao meu irmão, Diego;  
À minha parceira de vida, Júlia Lorena.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado a oportunidade de estudar em uma instituição pública, gratuita e de qualidade, com profissionais excelentes que asseguraram a minha formação.

À minha amada família, expresso profunda gratidão pelo apoio incondicional e o amor que sempre me dedicou.

À minha parceira de vida, Júlia Lorena, sou imensamente grato pelo amor, paciência, incentivo e parceria que compartilhamos, não apenas na vida, mas também na realização desse experimento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cláudio Lúcio Fernandes Amaral, pela sabedoria com a qual me guiou nesta jornada, ensinando-me a ter persistência, determinação e foco.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, por fornecerem toda a estrutura necessária para a condução do experimento. Quero agradecer, especialmente, ao professor Alcebíades Rebouças e à equipe do Laboratório Biofábrica, por disponibilizarem o espaço físico necessário para a realização das avaliações periódicas. Sua contribuição foi fundamental para o sucesso deste projeto.

À empresa Bioagro, por fornecer as mudas das cultivares de morangueiro; e, em particular, ao Eng. Agrônomo Mauro Carneiro Bannach, pelas orientações valiosas que foram fundamentais para o sucesso deste projeto. Sua expertise e orientações foram de extrema importância para o desenvolvimento das atividades.

Aos colegas: Leandro Dias, Douglas Guimarães, Leandro Menezes, Jóí dos Santos, Ingrid de Castro e Berg Mendes, por me ensinarem e colaborarem na realização do trabalho.

Agradeço também à Secretaria do Curso, pela cooperação; e à banca, pela correção do projeto inicial e do trabalho de conclusão de curso.

Aos meus amigos, colegas de classe, bibliotecárias e demais professores que contribuíram para a construção deste trabalho, meu sincero agradecimento.

Por fim, expresso minha gratidão a todos aqueles que torceram por mim, estiveram ao meu lado e se alegraram com a minha conquista!

## RESUMO GERAL

GUEDES, M. O. **ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS COM VISTAS À TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM CULTIVARES DE MORANGUEIRO**. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2023. 63 p. (Dissertação: Mestrado em Agronomia; Área de Concentração: Fitotecnia)\*.

A qualidade da água utilizada na irrigação desempenha um papel fundamental na produção agrícola, especialmente no cultivo de hortaliças, como o morangueiro, que pode ter seu crescimento e produção comprometidos pela salinidade. Diante disso, objetivou-se com este estudo estimar parâmetros genéticos em quatro cultivares comerciais de morangueiros (Albion, San Andreas, Monterey e Camino Real), submetidos à irrigação, com diferentes concentrações salinas, com vistas a programas de melhoramento genético para tolerância à salinidade. A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), localizada em Vitória da Conquista, Bahia. Foi adotado um delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, compondo um fatorial 4 x 4, totalizando 16 tratamentos e 64 parcelas. Os níveis de salinidade utilizados foram 0,23; 1,0; 2,0 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste “F”, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. O efeito da salinidade sobre a cultura foi analisado considerando-se as seguintes variáveis: massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), peso (PP), °brix (BP), diâmetro (DP), comprimento dos pseudofrutos (CP) e produtividade (PRO). Observou-se que o aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente o desenvolvimento e a capacidade de produção da cultura do morangueiro. A cultivar Albion apresentou melhor desempenho para características de MSPA e MSR, porém as cultivares Camino Real e Monterey foram superiores para características de PP, BP, DP, CP e PRO. Para estimativas de parâmetros genéticos, os traços avaliados, como MSR, PP, CP, DP e PRO, exibiram alta herdabilidade e alto ganho genético em relação à média (GAM), com exceção da MSPA, considerada mediana no GAM e o BP, também mediano em relação à herdabilidade. Esses resultados sugerem que a maioria das características é fortemente influenciada pela herança genética e controlada principalmente pela ação gênica aditiva, atributo almejado nos programas de melhoramento genético. Portanto, os resultados obtidos apontam para um elevado potencial de obtenção de ganhos genéticos significativos em relação à média da população estudada. Tais valores indicam que os caracteres analisados são promissores para a seleção e/ou hibridação, sugerindo a possibilidade de melhorar a tolerância do morangueiro à salinidade, impulsionando o avanço do programa de melhoramento genético.

**Palavras-chave:** *Fragaria spp.*; genótipos; herdabilidade.

---

\* Orientador: Prof. Dr. Cláudio Lúcio Fernandes Amaral, UESB

## ABSTRACT

GUEDES, M.O. **ESTIMATES OF GENETIC PARAMETERS FOR SALINITY TOLERANCE IN STRAWBERRY CULTIVARS.** Vitória da Conquista – BA, UESB, 2023. 63 p. (Dissertation: Master Science in Agronomy; Area of Concentration: Crop Science)<sup>1\*</sup>

The quality of the water used in irrigation plays a key role in agricultural production, especially in the cultivation of vegetables, such as strawberry, which can have its growth and production compromised by salinity. Therefore, the objective of this study was to estimate genetic parameters in four commercial cultivars of strawberry plants (Albion, San Andreas, Monterey, and Camino Real), subjected to irrigation with different saline concentrations, aiming at genetic improvement programs for salinity tolerance. The research was conducted in a protected environment at the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), located in Vitória da Conquista, Bahia. A randomized block design was adopted, with four replications, composing a 4 x 4 factorial, totaling 16 treatments and 64 plots. The treatments consisted of four salinity levels (0.23, 1.0, 2.0 and 3.0 dS m<sup>-1</sup>). The data obtained were analyzed by analysis of variance and "F" test, and the means of the treatments were compared by the Scott-Knott test, at 5% probability. The effect of salinity on the crop was analyzed considering the following variables: shoot dry mass (MSPA), root dry mass (MSR), pseudo fruit's weight (PP), °brix (BP), diameter (DP), length (CP) and productivity (PRO). It was observed that the increase in the salinity of the irrigation water negatively affected the development and production capacity of the strawberry crop. The cultivar Albion presented better performance for MSPA and MSR traits, however, the cultivars Camino Real and Monterey were superior for PP, BP, DP, CP, and PRO traits. For genetic parameter estimates, the evaluated traits, such as MSR, PP, CP, DP, and PRO, displayed high heritability and high genetic advance over mean (GAM), except for MSPA, which was considered moderate in GAM, and BP, also moderate in terms of heritability. These results suggest that most traits are strongly influenced by genetic inheritance and primarily controlled by additive gene action, a desirable attribute in genetic improvement programs. Therefore, the obtained results point towards a high potential for achieving significant genetic gains compared to the population mean. Such values indicate that the analyzed traits hold promise for selection and/or hybridization, implying the potential to enhance salt tolerance in strawberries, thereby advancing the genetic improvement program.

**Keywords:** *Fragaria spp.*; genotypes; heritability.

---

\* Advisor: Prof. Dr. Cláudio Lúcio Fernandes Amaral, UESB



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Georreferenciamento da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia, Brasil..... 26
- Figura 2** - Umidade relativa (UR) do ar e temperaturas máximas e mínimas no período de julho/2022 a outubro/2022, Vitória da Conquista - BA, 2023 ..... 27
- Figura 3** - Distribuição dos vasos no ambiente protegido (A) e plantas em estágio vegetativo (B). Vitória da Conquista – BA, 2022. (FONTE: GUEDES, M. O., 2022)..... 27
- Figura 4** - Avaliações da produtividade com pesagem dos pseudofrutos em balança de precisão (A), medições de comprimento (B) e diâmetro equatorial (C) dos pseudofrutos com uso de paquímetro digital e refratômetro portátil utilizado para quantificação dos sólidos solúveis totais (D). UESB, Vitória da Conquista/BA, 2022. .... 32
- Figura 5** - Massa seca da parte aérea (g) de quatro cultivares de morangueiro (B), após 104 dias de cultivo, submetidas a diferentes níveis de salinidade (A), em Vitória da Conquista - BA, 2022. Para cada cultivar e níveis de salinidade, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade..... 35
- Figura 6** - Massa seca da raiz (g) de quatro cultivares de morangueiro (B), após 104 dias de cultivo, submetidas a diferentes níveis de salinidade (A), em Vitória da Conquista– BA, 2022. Para cada cultivar e níveis de salinidade, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade..... 37
- Figura 7** - Peso dos pseudofrutos (g) de quatro cultivares de morangueiro (B) submetidas a diferentes níveis de salinidade (A), no período avaliado, em Vitória da Conquista – BA, 2022. Para cada cultivar e níveis de salinidade, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade..... 39
- Figura 8** - Desdobramento da interação do °Brix dos pseudofrutos de quatro cultivares de morangueiros submetidas a diferentes níveis de salinidade, no período avaliado, em Vitória da Conquista– BA, 2022. Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade..... 41
- Figura 9** - Comprimento dos pseudofrutos (mm) de quatro cultivares de morangueiro submetidas a diferentes níveis de salinidade, no período avaliado, em Vitória da Conquista– BA, 2022. Para cada cultivar, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade ..... 42
- Figura 10** - Desdobramento da interação do diâmetro equatorial dos pseudofrutos de quatro

cultivares de morangueiros submetidas a diferentes níveis de salinidade, no período avaliado, em Vitória da Conquista– BA, 2022. Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade ..... 44

**Figura 11** - Produtividade ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de quatro cultivares de morangueiro (B) submetidas a diferentes níveis de salinidade (A), no período avaliado, em Vitória da Conquista– BA, 2022. Para cada cultivar e níveis de salinidade, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade..... 45

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Análise físico-química do solo utilizado no experimento, em vasos sob ambiente protegido, em Vitória da Conquista – BA, 2022.....	28
<b>Tabela 2</b> - Pulverizações realizadas durante a condução do experimento para o controle de pragas e doenças.....	29
<b>Tabela 3</b> - Análise da água para irrigação do poço artesiano da UESB.....	30
<b>Tabela 4</b> - Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características: massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), peso dos pseudofrutos (PP), brix dos pseudofrutos (BP), comprimento dos pseudofrutos (CP), diâmetro dos pseudofrutos (DP) e produtividade (PRO) de cultivares de morangueiro submetidas a diferentes níveis de salinidade.....	34
<b>Tabela 5</b> - Parâmetros genéticos para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), peso dos pseudofrutos (PP), brix dos pseudofrutos (BP), comprimento dos pseudofrutos (CP), diâmetro dos pseudofrutos (DP) e produtividade (PRO) de cultivares de morangueiro submetidas a diferentes níveis de salinidade.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Porcentual
*	Significativo a 5 %
°C	Grau Celsius
$\Delta p$	Desvio padrão da variância fenotípica
Ago	Agosto
Al	Alumínio
<i>b</i>	Relação CVg/CVe
BA	Bahia
BP	Brix dos pseudofrutos
C	Cultivar
Ca	Cálcio
CE	Condutividade elétrica
CEa	Condutividade elétrica aparente
CSHR	Cultivo semi-hidropônico recirculante
Cl	Cloro
cm	Centímetros
cmolc	Centimol de carga
CP	Comprimento dos pseudofrutos
C.V. (%)	Coefficiente de variação
CVE	Coefficiente de variação ambiental
CVG	Coefficiente de variação genotípica
CVGE	Coefficiente de variação da interação genótipo x ambiente
CVP	Coefficiente de variação fenotípica
DAT	Dias após transplantio
DP	Diâmetro do pseudofruto
dm	Decímetro
DMS	Diferença mínima significativa
dS	Decisiemens
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Esmet	Estação Meteorológica
FAO	Food and Agriculture Organization
FAT	Frações da amostra total
g	Gramas
GA	Ganho genético
GAM	Ganho genético em porcentagem da média
GL	Graus de liberdade
H	Hidrogênio
$h^2$	Herdabilidade
$h^2a$	Herdabilidade em sentido amplo
ha	Hectare
I	Intensidade de Seleção
IAC	Instituto Agronômico de Campinas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Jun	Junho
Jul	Julho
K	Potássio
k	Constante de intensidade de seleção de 5 %
K <sub>2</sub> O	Óxido de potássio

kg	Quilograma
L	Litro
m	Metro
M	Saturação por alumínio (análise de solo)
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Máx	Máxima
Mg	Magnésio
Mg	Megagrama
Mín	Mínima
mL	Mililitros
mm	Milímetro
MO	Matéria orgânica
MSPA	Matéria seca da parte aérea
MSR	Matéria seca da raiz
N	Nitrogênio
Na	Sódio
NaCl	Cloreto de sódio
Out	Outubro
P	Fósforo
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentóxido de fósforo
PP	Peso dos pseudofrutos
Ph	Potencial hidrogeniônico
PRO	Produtividade
QMg	Quadrado médio dos genótipos
QMge	Quadrado médio da interação genótipo x ambiente
QMr	Quadrado médio do resíduo
R	Repetições
RS	Rio Grande do Sul
S	Salinidade
SB	Soma das bases
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
Set	Setembro
SNPC	Serviço Nacional de Proteção de Cultivares
T	CTC a pH 7,0 (análise de solo)
T	CTC efetiva
Ton	Toneladas
Tfsa	Terra fina seca ao ar
UC	Universidade da Califórnia
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UR	Umidade relativa
V	Saturação de base
VE	Variância ambiental
VG	Variância genotípica
VP	Variância fenotípica
VGE	Variância da interação genótipo x ambiente

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Importância econômica da cultura do morangueiro .....	17
2.2	Aspectos gerais da cultura do morangueiro.....	18
2.3	Cultivo .....	19
2.4	Cultivares.....	19
2.5	Salinidade .....	21
2.6	Tolerância do morangueiro à salinidade.....	22
2.7	Aspectos gerais do melhoramento genético do morangueiro e estimativas de parâmetros genéticos.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	Localização e caracterização edafoclimática da área experimental.....	25
3.2	Delineamento experimental.....	27
3.3	Preparo da área experimental, instalação e condução da cultura.....	28
3.4	Parâmetros avaliados .....	30
3.5	Análise estatística .....	32
3.6	Avaliações de estimativas de parâmetros genéticos .....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1	Características morfofisiológicas e produtivas.....	33
4.1.1	Massa seca da parte aérea.....	34
4.1.2	Massa seca da raiz .....	36
4.1.3	Peso dos pseudofrutos .....	38
4.1.4	°Brix dos pseudofrutos .....	40
4.1.5	Comprimento dos pseudofrutos.....	42
4.1.6	Diâmetro dos pseudofrutos.....	43
4.1.7	Produtividade.....	44
4.2	Estimativa dos parâmetros genéticos.....	47
5	CONCLUSÕES.....	51
6	REFERÊNCIAS .....	52
7	ANEXOS.....	59

## 1 INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma angiosperma dicotiledônia, pertencente à família Rosaceae, que possui espécies frutíferas de interesse econômico, sendo o pseudofruto não climatérico, perene, rasteira e herbácea. Os estados brasileiros com maior produção de morango são Minas Gerais (54%), Rio Grande do Sul (12%) e Paraná (10%), embora outros, como São Paulo e Espírito Santo, estejam aumentando sua produção (Antunes et al., 2021). A produção do morango normalmente ocorre na agricultura familiar, sendo que a produção brasileira varia de 30 a 60 ton/ha e a sua participação no cenário mundial é de 1% das exportações (SEBRAE, 2017).

No estado da Bahia, a Chapada Diamantina é a principal região produtora de morango, destacando-se, no cultivo, os municípios de Barra da Estiva, Ibicoara e Morro do Chapéu. Essa região, por ter uma altitude que se situa entre 800 e 1.200 m acima do nível do mar, favorece o plantio do morango, além de ter uma localização geográfica que beneficia seu cultivo.

As pequenas propriedades rurais familiares exercem grande atividade no cultivo do morango, transformando-o em uma atividade de relevante destaque econômico e social. A cultura apresenta uma alta demanda hídrica durante todo o seu ciclo, o que torna a irrigação um requisito indispensável para a produção (Antunes, 2011; Filgueira, 2012; Sousa et al., 2019). No entanto, o efeito da salinidade sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas é amplamente estudado em todo o mundo. Entretanto, ainda existem poucos estudos avaliando a tolerância de cultivares de morangueiro ao estresse salino, sendo necessário desenvolver estudos que visem avaliar as suas características agrônomicas sob essa condição de estresse ambiental e avaliar cultivares com boa tolerância à salinidade.

O excesso de sais solúveis na solução do solo, substrato ou fertirrigação, como o íon sódio ( $\text{Na}^+$ ) e o íon cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), pode provocar uma redução no desenvolvimento das plantas, especialmente nas espécies mais suscetíveis, como o morangueiro, causando distúrbios fisiológicos. Isso ocorre porque elevadas concentrações de sais, dissolvidos na solução do solo ou na fertirrigação, reduzem o potencial osmótico e hídrico, diminuindo, assim, a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas (Azevedo et al., 2017).

Contudo, vale salientar que, em uma espécie, há diversas cultivares que apresentam genótipos e fenótipos diferentes, sendo assim o desenvolvimento de cada cultivar, num determinado estresse abiótico, como por exemplo, o hídrico e o salino, também são distintos. Estudos que permitem selecionar cultivares que apresentem potencial de tolerância

sob condições de estresses abióticos, objetivando minimizar os efeitos adversos que interferem na produtividade, são de suma importância para a agricultura, principalmente para o agricultor familiar.

Nesse sentido, é importante a utilização das estimativas dos parâmetros genéticos para se explorar a variabilidade do material genético em estudo. Além disso, permite ao melhorador fazer inferências a respeito da influência ambiental sobre uma dada característica, tendo em vista o processo de escolha das variáveis a serem utilizadas para a seleção de genótipos superiores (Moraes, 2018).

Diante disso, objetivou-se com este estudo estimar parâmetros genéticos em cultivares de morangueiros, submetidos à irrigação utilizando água com diferentes concentrações salinas, com vistas ao melhoramento genético do morangueiro.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância econômica da cultura do morangueiro

A produção global de morangos tem apresentado um aumento em valores absolutos, com um crescimento de 46% nos últimos seis anos, passando de 7.879.108 toneladas em 2013 para 12.106.585 toneladas em 2019. Além disso, a área total destinada ao cultivo de morangos aumentou em 41% no mesmo período, passando de 369.569 hectares em 2013 para 522.527 hectares em 2019 (Antunes et al., 2021).

De acordo com os dados disponibilizados pela FAO em 2020, a América do Sul apresentou uma produção de 312.766 toneladas de morango em uma área de 11.479 hectares, sendo que países como Colômbia, Peru, Argentina e Chile possuem as maiores áreas de produção, depois do Brasil (Faostat, 2019). Nos últimos dez anos, estes países apresentaram um aumento significativo, tanto na área cultivada quanto na adoção de novas tecnologias, o que resultou em um aumento no rendimento e na qualidade da fruta produzida (Antunes et al., 2021).

Pela primeira vez, o Brasil é incluído nas estatísticas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), através da plataforma Faostat de 2020, apresentando números mais precisos e confiáveis em relação à sua produção de morangos. De acordo com os dados mais recentes divulgados, o país ocupa a décima sétima posição entre os maiores produtores mundiais desta cultura, com uma área de plantio de 4.500 hectares e produção anual de 165.440 toneladas.

A produção de morangos, no Brasil, tem experimentado um crescimento constante, configurando-se como um importante fator de geração de renda para produtores rurais e municípios onde a cultura é cultivada. A produtividade média do país é de 38,5 t/ha, embora apresente variações significativas, de acordo com a região e o sistema de cultivo adotado. Apesar dos avanços alcançados recentemente, a produtividade média nacional ainda é inferior à registrada em países como Estados Unidos e Espanha, onde as taxas ultrapassam 50 t/ha, embora sejam superiores à China, líder mundial na produção de morangos (Antunes et al., 2021).

Segundo Richter et al. (2018), o morango é considerado a cultura de maior importância econômica entre os pequenos frutos, devido à sua ampla aceitação, tanto para o consumo *in natura* quanto na forma de produtos industrializados, como doces, iogurtes, geleias e sorvetes. O cultivo do morangueiro é predominantemente realizado diretamente no solo, no entanto,

nos últimos anos, tem havido uma migração para o cultivo em sistemas semi-hidropônicos (CSHR), em virtude das limitações enfrentadas pelo cultivo no solo.

O plantio da cultura do morango, no estado da Bahia, tem recebido atenção especial nos últimos tempos, principalmente na região da Chapada Diamantina, devido às condições edafoclimáticas favoráveis que possibilitam o seu desenvolvimento. Produtores de agricultura familiar têm se dedicado à cultura do morango, implantando diversas cultivares nessa localidade. Entre as cultivares implantadas, destacam-se a Albion e a San Andreas, que têm apresentado melhor desempenho em relação às demais (Dantas, 2017).

## **2.2 Aspectos gerais da cultura do morangueiro**

Espécie cultivada *Fragaria x ananassa* Duch., comumente conhecida como morangueiro. Trata-se de um híbrido que apresenta  $2n = 8x = 56$  cromossomos, resultante do cruzamento entre *Fragaria chiloensis*, originária da América do Sul, e *Fragaria virginiana*, encontrada na América do Norte. É importante ressaltar que o morangueiro é o único representante da família Rosaceae, pertencente ao grupo das hortaliças (Dantas, 2017), que apresenta folhas com formato ovalado e flores com pétalas brancas. Seu caule é rastejante, produzindo folhas e raízes que originam novas touceiras. Os frutos verdadeiros dessa espécie são os aquênios, popularmente conhecidos como sementes, que são aderidos à epiderme vermelha que envolve a polpa do morango. O fruto comestível, suculento e carnoso é, na verdade, um receptáculo hipertrofiado da flor.

O morangueiro (*Fragaria spp.*) é uma cultura altamente sensível e suscetível às condições ambientais de cultivo, resultando em respostas variadas, quando cultivado em diferentes locais. Estudos realizados por Baruzzi (2005), Oliveira e Bonow (2012), Fagherazzi (2013), Molina (2016) e Welter (2021) destacam que esses fatores ambientais podem tanto beneficiar quanto induzir as plantas a expressarem comportamentos indesejados.

Dentre os principais fatores ambientais que exercem influência significativa na cultura do morangueiro, destacam-se o fotoperíodo e a temperatura. Esses fatores atuam diretamente na transição da fase vegetativa para a fase reprodutiva da planta (Darrow, 1966; Baruzzi, 2005; Welter, 2021), podendo ocorrer interações complexas entre eles.

No contexto da produção de morangos, as cultivares são classificadas principalmente de acordo com seu fotoperíodo, que pode ser caracterizado como dias curtos, neutros ou longos (Diel et al., 2017). No entanto, fatores como a produtividade, qualidade e distribuição da produção ao longo do ciclo também são levados em consideração na escolha das cultivares. No Brasil, a maioria das cultivares são de dias curtos, mas recentemente tem havido um aumento no uso das cultivares de dias neutros, com o objetivo de prolongar a colheita até o mês de fevereiro (Dias et al., 2014). As cultivares de dias curtos mais comumente cultivadas no Brasil são Oso Grande, Camarosa, Camino Real e Festival, enquanto as de dias neutros mais populares são Albion, San Andreas, Monterrey, Portola, Aromas e Cristal (Ramos, 2022).

Na produção de morangos, a técnica de cultivo protegido é amplamente utilizada como método principal (Antunes, 2014). Em geral, a colheita ocorre de 60 a 80 dias após o plantio, tanto para cultivares de dias curtos quanto para dias neutros (Diel et al., 2017), comumente em um ciclo anual, onde as plantas são retiradas e novas mudas são inseridas a cada ano. É necessário ter cuidado durante a colheita, já que os frutos são delicados e o processo deve ocorrer durante as horas mais frescas do dia (Ramos, 2022).

### **2.3 Cultivo**

O cultivo do morangueiro é majoritariamente realizado no solo, entretanto, recentemente, tem havido uma transição para sistemas semi-hidropônicos (CSHR), devido a duas grandes limitações enfrentadas pelo cultivo no solo. A primeira delas está relacionada com a prática de plantar mudas de baixa qualidade sanitária no mesmo local por vários anos consecutivos. A segunda limitação refere-se às dificuldades ergonômicas enfrentadas pelos produtores ao cultivar as plantas na superfície do solo, o que dificulta a contratação de mão de obra e aumenta o desconforto no manejo das plantas. Em contrapartida, o CSHR permite que o produtor trabalhe em pé, reduzindo o desconforto e protegendo as plantas dos efeitos da chuva, o que diminui a ocorrência de doenças severas. Além disso, o CSHR proporciona frutas de maior qualidade, reduzindo a perda por podridão, e permite a extensão do período de colheita em pelo menos dois meses (Souza e Carloto, 2022).

### **2.4 Cultivares**

Cultivares de dias curtos referem-se às plantas cujo período de floração é influenciado por um fotoperíodo mais curto, ou seja, dias com menos de oito horas de luz diurna. Algumas dessas cultivares incluem a Camino Real, que tem origem na Universidade da Califórnia (UC),

entrou no mercado em 2001 e é protegida pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) - MAPA. Esta cultivar é altamente produtiva, resistente à antracnose, embora seja sensível à *Pestalotiopsis* e ao oídio. A planta é de tamanho menor, mas tem boa capacidade produtiva, quando o manejo é adequado. Seus frutos são cônicos, uniformes, firmes e têm excelente cor e sabor, raramente apresentando deformidades, mas são sensíveis a produtos à base de enxofre (Antunes, 2019).

Além disso, a seleção de cultivares de dias curtos pode ser um fator importante na produção de frutas em diferentes regiões e condições ambientais. Ao escolher cultivares que floresçam em períodos mais curtos, os produtores podem colher frutas maduras mais cedo, o que pode ser vantajoso em climas mais frios ou em áreas com verões mais curtos. No entanto, é importante considerar as características de cada cultivar, incluindo a resistência a doenças e a adaptação a diferentes condições ambientais, para escolher a cultivar mais adequada para cada situação (Antunes, 2019).

Cultivares de dias neutros não são influenciadas pelo fotoperíodo, ou seja, a duração do dia não afeta sua floração. Dentre essas, destacam-se as cultivares Albion, San Andreas e Monterey, todas originárias da Universidade da Califórnia e protegidas pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) – MAPA.

A cultivar Albion, desenvolvida nos Estados Unidos em 2004, possui alta produtividade, excelente sabor, tamanho e cor dos frutos. Apresenta características vantajosas, como a produção com poucos picos, facilidade de colheita, resistência ao transporte e elevado teor de sólidos solúveis. Trata-se de uma planta de porte médio, com folhas maiores e mais espessas que as outras cultivares. Por ser de dia neutro, tende a ter maior produção, mantendo o tamanho e qualidade dos frutos. Pesquisadores indicam que Albion é uma boa opção para cultivo comercial de morangos (Casonatto et al., 2016; Antunes, 2019).

A cultivar San Andreas entrou no mercado no ano de 2009, com origem na Califórnia, sendo oriunda de um cruzamento de 'Albion' com uma seleção, contudo com características superiores. Tem chamado a atenção de produtores e técnicos devido às suas características de qualidade de frutos e resistência a doenças. Esta cultivar apresenta vigor e frutos grandes com excelente sabor. Conforme informações de Antunes (2019), esta cultivar tem sido amplamente estudada e utilizada na produção de morangos. Comparando com outras cultivares, como 'Albion', 'Diamante' e 'Aromas', 'San Andreas' apresenta maior vigor e ciclo mais precoce, produzindo mais frutas e atingindo uma média de 30,8 g de massa por fruto, dependendo das condições de cultivo (University of California, 2017).

Ademais, a cultivar Monterey, lançada comercialmente em 2010, também de origem na Califórnia, é altamente valorizada por sua sanidade, vigor e qualidade de frutos. Sua característica distintiva é o formato mais longo dos frutos, que são firmes e apresentam sabor marcante em relação a outras cultivares neutras. A cultivar tem ciclo um pouco mais tardio em relação às cultivares Albion e San Andreas, e atualmente só está disponível para aquisição importando do Chile ou Argentina (Antunes, 2019).

## **2.5 Salinidade**

A salinidade é um termo que se refere à presença de sais solúveis no solo. Quando a concentração desses sais aumenta, a ponto de afetar negativamente o rendimento econômico das culturas, diz-se que o solo está salinizado. A salinização do solo pode ter impactos na germinação, densidade e desenvolvimento vegetativo das culturas, resultando em redução de produtividade e, em casos extremos, na morte generalizada das plantas. Em geral, o processo de salinização é mais comum em solos localizados em regiões de baixa precipitação pluviométrica e com lençol freático próximo da superfície (Codevasf, 2006).

A salinidade é um dos principais fatores que diminuem a produtividade das culturas. Em nível mundial, estima-se que 20% da área cultivada e 33% da área irrigada sejam afetados por excesso de sais, boa parte dos quais situados no continente asiático (Fageria et al, 2010). No mundo, estima-se que 19,5% das terras irrigadas (45 milhões de hectares) e 2,1% das não irrigadas (32 milhões de hectares) estejam afetadas pelos sais. A salinização dos solos é particularmente evidente nas regiões áridas e semiáridas, atingindo cerca de 25% das áreas irrigadas. Atualmente, estima-se que ocorra uma perda de cerca de 1,5 milhões de hectares de terras aráveis a cada ano, devido ao acúmulo de sais. Dessa forma, a salinização tem sido identificada como o principal processo de degradação dos solos (FAO, 2006). De modo geral, um solo é considerado salino quando a quantidade de sais existentes é capaz de prejudicar o desenvolvimento das plantas. Para a maioria das culturas, isso ocorre quando a condutividade elétrica do extrato de saturação é igual ou superior a  $2 \text{ dS m}^{-1}$  (Holanda et al., 2010).

O estresse é definido como qualquer condição ambiental que possa limitar o potencial genético pleno das plantas. Um exemplo disso é a diminuição na disponibilidade de água no solo, que pode ter efeitos deletérios no crescimento. Para compensar essa diminuição, as plantas fecham seus estômatos, reduzindo a perda de água por transpiração. No entanto, esse mecanismo também pode resultar na diminuição da absorção de  $\text{CO}_2$  pelas folhas, o que pode

diminuir a eficiência fotossintética e, portanto, limitar o crescimento das plantas. Desse modo, é importante compreender as estratégias adaptativas das plantas para lidar com o estresse ambiental, a fim de melhorar a produção de culturas em ambientes desafiadores (Taiz et al., 2017).

Altas concentrações de sais podem causar desnaturação de proteínas e desestabilização de membranas, que ocorrem devido à diminuição da hidratação das macromoléculas. Contudo, o íon sódio ( $\text{Na}^+$ ) é um desnaturante mais potente do que o íon potássio ( $\text{K}^+$ ). Além disso, em concentrações elevadas, o íon  $\text{Na}^+$ , presente no espaço apoplástico, pode competir pelos sítios de transporte de proteínas que são essenciais para a absorção de  $\text{K}^+$  de alta afinidade, um macronutriente essencial (Taiz et al., 2017).

A fisiologia das plantas é influenciada pela alta salinidade do solo, que é caracterizada por um processo em duas fases. A primeira fase envolve uma resposta rápida à elevada pressão osmótica na interface raiz-solo, que pode resultar na diminuição do crescimento da parte aérea, redução da expansão foliar e inibição da formação de gemas laterais. A segunda fase é caracterizada pela acumulação de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  nas folhas, que pode resultar em efeitos mais lentos, como a inibição da fotossíntese e dos processos biossintéticos. Embora a maioria das espécies acumule quantidades tóxicas de  $\text{Na}^+$  antes do  $\text{Cl}^-$ , algumas espécies, como as cítricas, a videira e a soja, são altamente sensíveis ao excesso de  $\text{Cl}^-$  (Taiz et al., 2017).

## **2.6 Tolerância do morangueiro à salinidade**

A tolerância à salinidade é variável entre espécies e, mesmo em uma espécie, entre estádios de desenvolvimento; em cada fase, a tolerância à salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (Flowers e Flowers, 2005; Munns, 2005). Várias das características relacionadas à tolerância aos diversos fatores do solo, bem como os aspectos genéticos envolvidos, permanece ainda por serem elucidados na cultura do morangueiro (Darrow, 1966; Hancock et al., 1990).

Existem vários parâmetros críticos que devem ser avaliados no cultivo do morangueiro, sendo que alguns deles incluem a umidade do solo e a condutividade elétrica (CE). A umidade do solo é especialmente importante para determinar a quantidade ideal de água necessária para irrigação, visto que a cultura é bastante sensível à falta de água e a baixos níveis de umidade relativa do ar (Nascimento e Alessio, 2021). Por sua vez, a CE é uma ferramenta importante para identificar as características físico-químicas do solo, que influenciam o desempenho da cultura, e para estabelecer a variação espacial dessas propriedades do solo (Corwin et al., 2003).

A planta de morangueiro é bastante sensível à salinidade. Em locais onde a salinidade do solo, na zona de desenvolvimento radicular, excede o valor crítico de  $1 \text{ dS m}^{-1}$ , podem ocorrer reduções de produtividade (Osawa, 1965). Portanto, o controle adequado da condutividade elétrica do solo, do substrato onde o morangueiro será cultivado ou da fertirrigação é essencial para que não ocorra danos pelo excesso de sais minerais. Deve-se tomar muito cuidado nas doses de adubos que serão aplicados ao morangueiro, pois o parcelamento maior nas adubações também pode ajudar na diminuição da concentração de sais no local de cultivo. Não é recomendado retirar as folhas queimadas pelo excesso de sais porque isso acaba concentrando ainda mais sais nas partes restantes da planta, reduzindo o seu vigor, que será necessário para que ela possa se recuperar do dano (Timm et al., 2016).

## **2.7 Aspectos gerais do melhoramento genético do morangueiro e estimativas de parâmetros genéticos**

No contexto global, estima-se que haja uma ampla variedade de mais de cem programas de melhoramento genético do morangueiro. Esses programas têm como objetivo principal a busca por cultivares que apresentem qualidades superiores em relação ao sabor e à textura, além de possuírem resistência a diversas adversidades, tanto bióticas quanto abióticas. Ademais, almeja-se o desenvolvimento de cultivares que permitam a extensão do período de colheita, bem como proporcionem uma maior durabilidade após a colheita, visando um aumento na vida útil dos morangos nas prateleiras (Faedi; Mourgues; Rosati, 1999).

O morangueiro é uma espécie de planta perene, caracterizada pela presença de várias estruturas, incluindo raiz, caule, coroa, folhas, estolões, flores e frutos. No que diz respeito à propagação, observa-se que essa ocorre predominantemente de forma vegetativa, por meio da formação de estolões pelas plantas, sendo esse o principal procedimento utilizado na produção de mudas comerciais. Além disso, há também a possibilidade de propagação sexuada, através do uso de sementes, em que os aquênios são extraídos dos pseudofrutos. Essa abordagem, em particular, é amplamente empregada no contexto do melhoramento genético (Gimenez, 2008; Cocco, 2010; Welter, 2021).

As características relevantes na seleção de cultivares de morangueiro, nos programas de melhoramento genético, incluem uma série de atributos, tanto da planta quanto do fruto. Em relação à planta, são consideradas características como produtividade, vigor, padrão de frutificação (que pode ser influenciado pelo fotoperíodo), tempo e uniformidade de maturação, resistência ao frio e às geadas (principalmente nas flores), tolerância a altas temperaturas,

período de dormência, além de resistência a doenças e pragas. Quanto ao fruto, são levadas em conta características como sabor e aroma (flavor), tamanho, simetria, formato, firmeza, cor da polpa e da casca, brilho, facilidade de separação do cálice, teor de vitaminas, teor de sólidos solúveis, acidez e resistência a podridões (Raseira et al., 2004).

A capacidade produtiva do morangueiro é influenciada diretamente pelo tamanho e quantidade de frutas produzidas. O tamanho grande, uma característica predominante nas cultivares modernas, é parcialmente recessivo em relação ao tamanho pequeno. A herança dessa característica é controlada por genes quantitativos de alta herdabilidade, amplamente presentes na população natural de *F. chiloensis* e concentrados nas cultivares comerciais, que têm mostrado avanços significativos no melhoramento genético (Santos, 1999). Um exemplo que ilustra essa tendência é o ganho genético observado no peso das frutas ao longo do período de 1975 a 2008, dentro do programa de melhoramento genético da Universidade da Flórida, que foi estimado em 2,6 g por ano (Vance et al., 2011).

No Brasil, as atividades relacionadas ao melhoramento genético do morangueiro têm sido predominantemente conduzidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), localizado em Campinas-SP (Camargo & Passos, 1993; Passos, 1999), pelo Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT) - EMBRAPA Clima Temperado, situado em Pelotas-RS (Santos, 1999), além das universidades públicas (Cunha e Biaggioni, 1990; Castro, 2002).

Em âmbito internacional, têm sido realizados diversos estudos com o morangueiro. Nos programas de melhoramento do morangueiro, é de grande importância o estudo da adaptação e estabilidade de genótipos, uma vez que a expressão dos caracteres está sujeita ao controle genético do organismo, ao ambiente de cultivo e à interação entre esses fatores (Antunes et al., 2006). Esses programas concentram seus esforços na obtenção de cultivares que sejam facilmente manejáveis, resistentes a pragas e doenças, com alto rendimento e precocidade, além de apresentarem frutos de grande tamanho, boa aparência e sabor doce (Castro, 2002).

As cultivares de morangueiro apresentam um alto nível de heterozigose, resultando em ampla variabilidade nas plântulas obtidas a partir de sementes. O cruzamento seguido de seleção de indivíduos da prole tem sido o método mais comumente utilizado no melhoramento genético. Diversas cultivares de grande importância foram desenvolvidas utilizando esse método (Camargo, 1957; Bringham e Voth, 1980; Tessarioli Neto, 1982; Campinas, 1989; Johnson et al., 1990; Camargo e Passos, 1993; Martinelli et al., 1995; Hancock et al., 1996; Santos, 1999; Castro, 2002). A propagação vegetativa permite que os genótipos selecionados



sejam prontamente lançados como novas cultivares, assim que são identificados.

No contexto da busca por estratégias eficientes de seleção em programas de melhoramento, é necessário dispor de informações de genética quantitativa, relativas às populações a serem utilizadas. Nesse sentido, o conhecimento das estimativas de herdabilidade, dos coeficientes de variação genética, das estimativas de ganho esperado com a seleção e das implicações dos efeitos ambientais sobre tais estimativas assume uma importância fundamental para a execução de um programa de melhoramento e a tomada de decisões correlatas (Vieira, 2016).

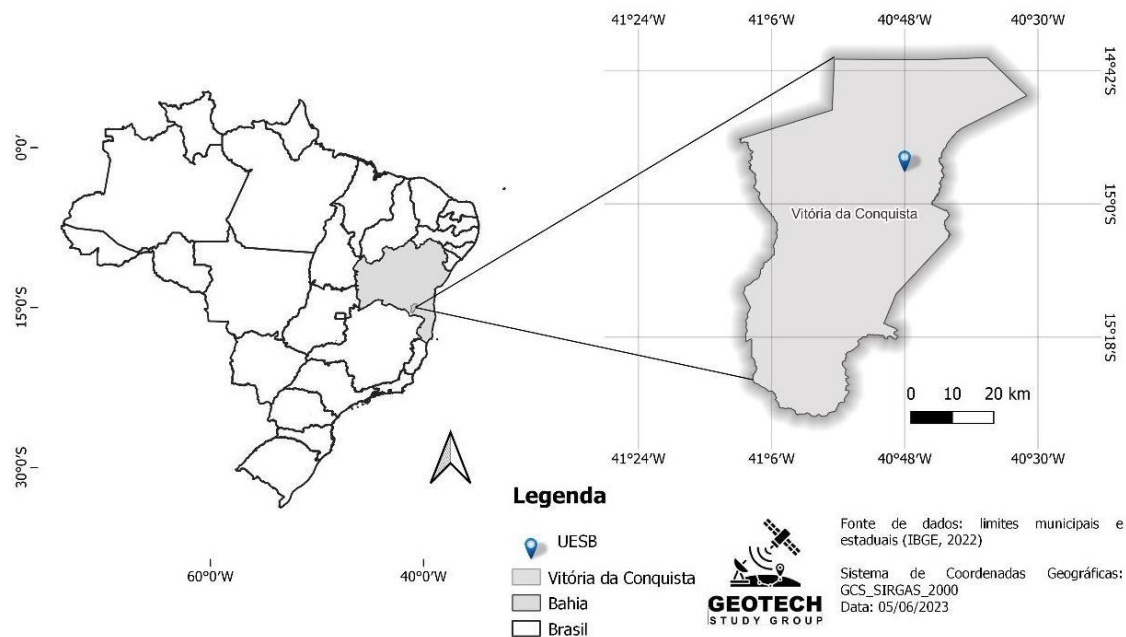
A investigação dos parâmetros genéticos, como o coeficiente de variação fenotípico, genotípico e ambiental, a herdabilidade e os ganhos genéticos, possui uma importância significativa em programas de melhoramento. Esses parâmetros permitem a compreensão da variabilidade genética, o grau de expressão de um determinado caráter de uma geração para outra e a possibilidade de obter ganhos por meio da seleção direta ou indireta (Rocha et al., 2003).

As estimativas dos parâmetros de herdabilidade e ganho esperado de seleção desempenham um papel fundamental na obtenção de informações acerca da natureza da ação dos genes envolvidos na herança dos caracteres. Além disso, auxiliam na escolha do esquema de seleção mais adequado a ser adotado, fornecem informações sobre quais características devem ser selecionadas em gerações precoces ou avançadas, e permitem estimativas dos progressos esperados com a seleção (Anjos, 2018).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

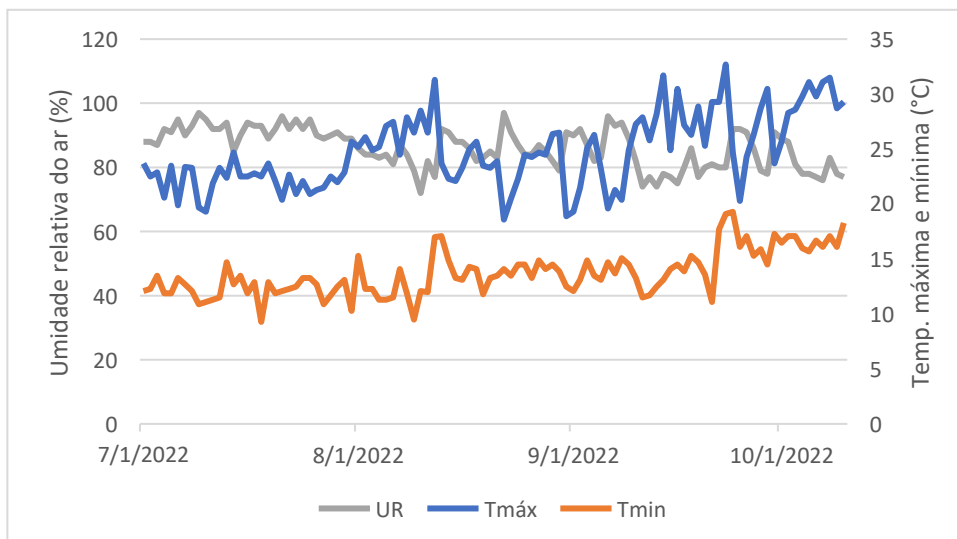
#### **3.1 Localização e caracterização edafoclimática da área experimental**

O estudo foi realizado entre os meses de julho a outubro de 2022, utilizando cultivares de morangueiro plantadas em vasos, sob ambiente protegido, coberto por polietileno e com tela preta de 50% de sombreamento nas laterais, situado na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de Vitória da Conquista-BA, em uma altitude de 886 metros e coordenadas geográficas 14°53'0,3'' de latitude Sul e 40° 47'58'' de longitude Oeste (Figura 1).



**Figura 1** - Georreferenciamento da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.

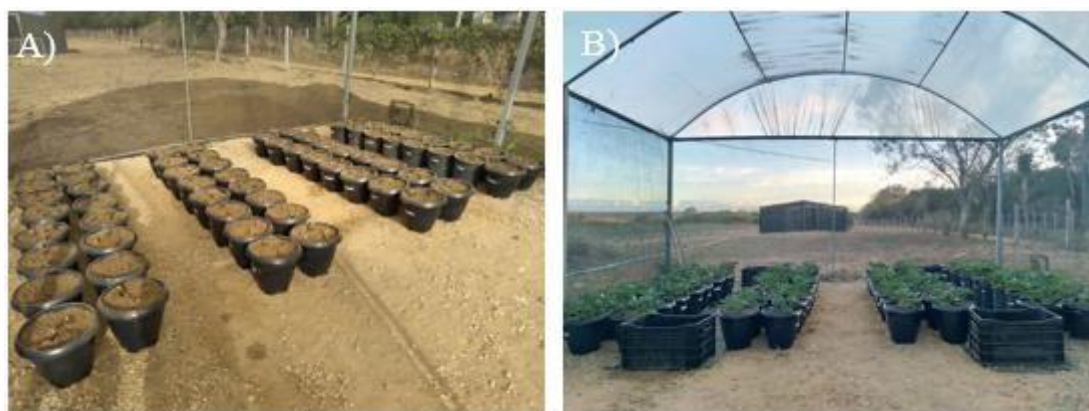
O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é tropical de altitude (Cwa), com inverno seco, verão ameno. Pluviosidade média anual em torno de 733,9 mm, sendo o maior nível encontrado entre os meses de novembro a março (SEI, 2010). Os valores médios diários da umidade relativa do ar e temperaturas médias diárias máximas e mínimas, referentes ao período de condução do experimento (01/07/2022 a 12/10/2022), registradas diariamente, por meio da Estação Meteorológica (Esmet), distante aproximadamente 250 m do local do experimento, encontram-se na Figura 2.



**Figura 2** - Umidade relativa (UR) do ar e temperaturas máximas e mínimas no período de julho/2022 a outubro/2022, Vitória da Conquista - BA, 2023.

### 3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4 x 4 (quatro cultivares e quatro níveis de salinidade), com 16 tratamentos e quatro repetições, totalizando 64 parcelas. Dentre as quatro cultivares de morangueiro, uma é pertencente ao grupo de dias curtos (Camino Real) e três de dias neutros (Albion, San Andreas e Monterey). Os níveis de salinidade avaliados foram 0,23; 1,0; 2,0; 3,0 dS m<sup>-1</sup>. Cada parcela foi representada por duas plantas em um vaso.



**Figura 3** - Distribuição dos vasos no ambiente protegido (A) e plantas em estágio vegetativo (B). Vitória da Conquista – BA, 2022 (FONTE: GUEDES, M. O., 2022).

### 3.3 Preparo da área experimental, instalação e condução da cultura

Para enchimento dos vasos, foi utilizado solo coletado em uma camada de 0-20 cm de profundidade na mesma área experimental, apresentando as seguintes características físico-químicas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Análise físico-química do solo utilizado no experimento, em vasos sob ambiente protegido, em Vitória da Conquista – BA, 2022.

Análise Física do solo													
FAT (%)		Composição granulométrica (tfsa g kg <sup>-1</sup> )					Classe textural						
Terra fina	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila									
100	610	130	20	240	Franco Argilo Arenosa								
Análise Química do solo													
Ph	P	K	Ca	Mg	Al	H	Na	SB	T	T	V	M	MO
(H <sub>2</sub> O)	mg dm <sup>-3</sup>	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				-----					%	g dm <sup>-3</sup>	
5,7	2	0,26	1,2	0,5	0,1	2,4	0,0	0,0	2,1	4,5	44	5	-

Extratores: P, K e Na (Mehlich-1); Ca, Mg e Al (KCl 1N); H (CaCl<sub>2</sub> 0,01M e SMP).

FAT: Frações da amostra total; SB: Soma das bases; t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: Saturação de bases; m: Saturação por alumínio; MO: Matéria orgânica.

Cada parcela foi constituída de um vaso de polietileno, com capacidade de 18 litros, com quatro furos no fundo, posto brita para melhorar o escoamento e drenagem da água, e 16 litros de solo.

As necessidades de correção do solo e nutricionais das plantas foram atendidas de acordo com a análise de solo, segundo as recomendações de adubação para a cultura do morangueiro do Instituto Agrônomo de Campinas (2013). Foi realizada a calagem, aplicando equivalente a 1,7 T ha<sup>-1</sup> de calcário, com o objetivo de atingir 75% de saturação de bases, conforme a exigência da cultura.

Na adubação de plantio, a exigência, conforme a interpretação da análise de solo, é de 900 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40 kg de N e 140 kg de K<sub>2</sub>O por hectare. Aplicou-se, nos vasos, o equivalente a 3.496 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples (70% da recomendação), 232 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 40 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (Passos e Trani, 2013).

Para a adubação de cobertura, a exigência é de 126 kg de N, 63 kg de K<sub>2</sub>O e 30% da recomendação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, citado anteriormente. Foi aplicado 1.485 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples, 104 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 279 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, parcelada quinzenalmente, conforme recomendado para cultura do morangueiro (Passos e Trani, 2013).

O transplântio para os vasos foi realizado em 01 de julho de 2022, com mudas de raiz nua, vernalizadas, procedentes do Chile, obtidas por meio da empresa Bioagro. Utilizando-se três mudas por vaso, e, após o pegamento das mudas, foi realizado o desbaste, deixando apenas duas plantas por vaso (parcela).

Os tratos culturais foram realizados semanalmente, antes das adubações, quando necessárias, tais como capina manual, podas dos estolões e das primeiras floradas até o início do tratamento. As aplicações de defensivos agrícolas foram realizadas de forma preventiva, para evitar o surgimento de pragas e doenças, com produtos registrados para a cultura do morangueiro, segundo o AGROFIT (2022) (Tabela 2). Além das adubações de cobertura, foram feitas aplicações foliares de micronutrientes e enraizador, de acordo com a necessidade da cultura.

**Tabela 2** - Pulverizações realizadas durante a condução do experimento para o controle de pragas e doenças.

<b>Grupo Químico</b>	<b>Nome Comercial</b>	<b>Concentração</b>	<b>Classe</b>
Tiofanato-Metilico	Metiltiofan	15 g/20 L d'água	Fungicida
Clorfenapir	Pirate	20 ml/20 L d'água	Inseticida e Acaricida
Tiametoxam	Actara	3 g/20 L d'água	Inseticida

As adubações foram iniciadas com 15 dias após o transplântio (DAT) das mudas, e finalizada após 100 dias de cultivo, sendo as doses de nitrogênio parceladas em 4 vezes. O fertilizante utilizado como fonte nitrogenada foi o Nitrato de Cálcio (15,5% N e 19% Ca), em quantidades proporcionalizadas, segundo recomendação de Passos e Trani (2013). O manejo de fertilizantes nitrogenados foi efetuado de acordo com o vigor vegetativo das plantas, dias chuvosos e incidência de pragas e doenças. A adubação de cobertura foi realizada manualmente, numa distância de 10 cm da coroa da planta, superficialmente. Também foi aplicado fertilizante líquido, contendo boro, na concentração de 10%, com duas aplicações durante o período experimental.

Aos 34 DAT, quando foi atingida a uniformidade das plantas, iniciou-se a irrigação, cuja água apresentava uma condutividade elétrica correspondente ao respectivo tratamento salino, tendo sido realizada de acordo com as necessidades hídricas das plantas, estimada com

base na capacidade do vaso, mediante a metodologia descrita por Casaroli e Jong (2008), pelo método das pesagens.

As soluções salinas utilizadas para a irrigação foram preparadas a partir do cloreto de sódio (NaCl), o qual foi diluído em três tambores (capacidade de 60 L) contendo água fornecida por um poço artesiano (Tabela 3), apresentando uma condutividade de 0,23 dS m<sup>-1</sup> (tratamento testemunha, sem adição de NaCl). O NaCl foi homogeneizado na água de irrigação até se obter a condutividade elétrica da água de irrigação do respectivo nível salino. A condutividade de cada solução foi mensurada utilizando-se condutivímetro digital, portátil, expressa em CEa – condutividade elétrica aparente.

A colheita foi realizada após o início dos tratamentos, a partir de agosto de 2022, quando se completou 34 dias do ciclo da cultura. Os pseudofrutos, oriundos dos tratamentos utilizados, foram colhidos quando apresentavam 75% da sua superfície externa na coloração vermelha a totalmente maduros, comerciais, não sendo considerados pseudofrutos deformados ou com peso igual ou inferior a 5 g, sem valor comercial. Posteriormente, elas foram levadas para análises no Laboratório Biofábrica UESB. As análises foram efetuadas no mesmo dia da colheita.

**Tabela 3** - Análise da água para irrigação do poço artesiano da UESB.

<b>Parâmetros Analisados</b>	<b>Unidade</b>	<b>Resultado</b>
Potencial de Hidrogênio (pH)	-	6,40
Cálcio (Ca <sup>++</sup> )	meq/L	0,20
Magnésio (Mg <sup>++</sup> )	meq/L	0,20
Potássio (K <sup>+</sup> )	meq/L	0,03
Sódio (Na <sup>+</sup> )	meq/L	2,20
Condutividade Elétrica (CE)	micromhos/cm	230,00
Razão de Adsorção de Sódio (SAR)	-	4,92
Classificação da Água para Irrigação (USSL)		C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>

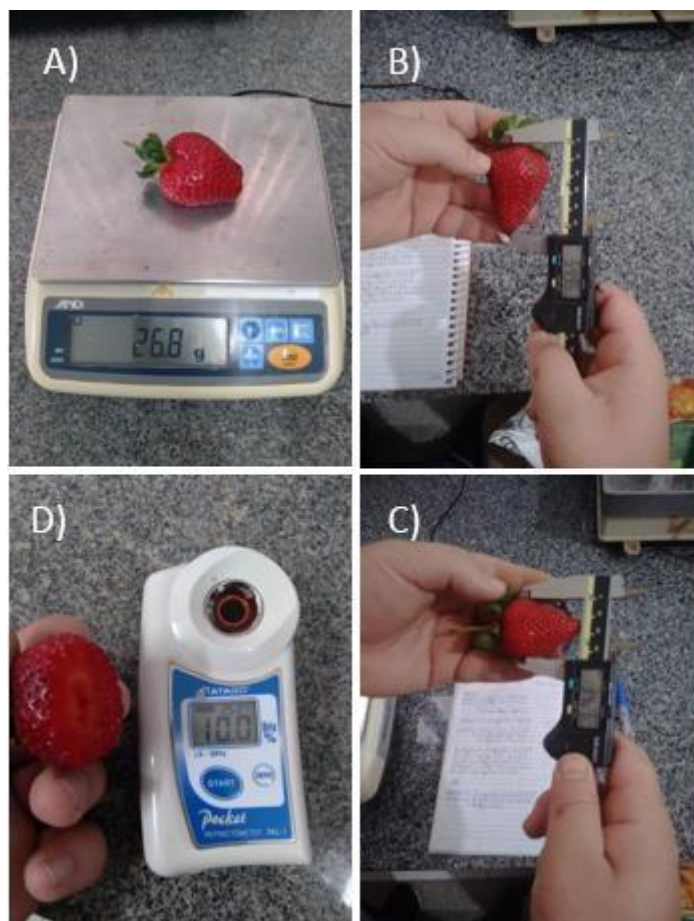
### 3.4 Parâmetros avaliados

Foram avaliados sete parâmetros, sendo eles: massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), peso (PP), comprimento (CP), diâmetro (DP), °Brix dos pseudofrutos (BP) e produtividade (PRO).

As variáveis analisadas da massa seca da parte aérea e raiz (MSPA e MSR) foram obtidas após a lavagem das plantas e secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C,

até atingirem massa constante, procedendo, em seguida, a pesagem em balança de precisão.

Para avaliação da produtividade, realizou-se a contagem do número de pseudofrutos, no período compreendido entre o início do tratamento até o final da colheita, dia 12 de outubro, como o término das avaliações. Considerou-se o peso dos pseudofrutos por planta avaliada, também a produtividade total da cultura ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ), com pesagens realizadas em balança de precisão (Figura 4A). O tamanho dos pseudofrutos foi mensurado por meio de paquímetro digital, expresso em mm, considerando o comprimento e o diâmetro equatorial (Figura 4B e 4C). Realizou-se, também, a quantificação dos teores de sólidos solúveis totais, por meio de refratômetro portátil (Figura 4D), sendo os resultados expressos em índice de Brix ou graus Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ).



**Figura 4** - Avaliações da produtividade com pesagem dos pseudofrutos em balança de precisão (A), medições de comprimento (B) e diâmetro equatorial (C) dos pseudofrutos com uso de paquímetro digital e refratômetro portátil, utilizado para quantificação dos sólidos solúveis totais (D). UESB, Vitória da Conquista/BA, 2022.

### 3.5 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade de variância. Em seguida, procedeu-se a Análise de Variância, a nível de significância de 5%, a fim de comparar as médias das diferentes cultivares e os níveis de salinidade por meio do teste de Scott-Knott (1974), utilizando-se o *software* estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

### 3.6 Avaliações de estimativas de parâmetros genéticos

Os traços que apresentaram diferença significativa entre as diferentes cultivares foram submetidas à avaliação de parâmetros genéticos e seus estimadores foram analisados, utilizando-se as seguintes expressões (Cruz et al., 2012):

a) Variância Fenotípica:  $VP = QMg / r$



b) Variância Genética:  $VG = (QMg - QMr) / r$

c) Variância Ambiental:  $VE = QMr / r$

d) Variância da Interação Genótipo x Ambiente:  $VGE = (QMge - QMr) / r$

e) Herdabilidade:  $h^2 = (VG/VP) \times 100$

As  $h^2$ a foram classificadas como: Baixa = 0% a 30%; Média = 31% a 60%; e Alta = acima de 60% (Johnson et al., 1955).

f) Coeficiente de Variação Fenotípica:  $CVP = (\sqrt{VP} / \bar{X}) \times 100$

g) Coeficiente de Variação Genética:  $CVG = (\sqrt{VG} / \bar{X}) \times 100$

h) Coeficiente de Variação Ambiental:  $CVE = (\sqrt{VE} / \bar{X}) \times 100$

i) Coeficiente de Variação da Interação Genótipo x Ambiente:  $CVGE = (\sqrt{VGE} / \bar{X}) \times 100$

CVP, CVG, CVE e CVGE foram classificados como: Baixo = menor que 10%; Médio = 10% a 20%; e Alto = mais que 20% (Sivasubramanian e Menon, 1973).

j) Coeficiente de Variação Relativo (Coeficiente “b”) =  $CVG / CVE$

l) Ganho genético:  $GA = i \Delta p h^2$

$i$  = Intensidade de Seleção (5%) = 2,06 (Constante),

$\Delta p$  = Desvio Padrão da Variância Fenotípica:  $\sqrt{VP}$ ;

$h^2$  = Herdabilidade.

m)  $GAM = [(GA / \bar{X}) \times 100]$  - Ganho Genético em Porcentagem da Média.

Tem-se o ganho genético assumindo intensidade de seleção de 5% em um ciclo de avaliação.

O GAM foi classificado como: Baixo = menos de 10%; Médio = 10% a 20%; e Alto = mais que 20% (Johnson et al., 1955).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características morfofisiológicas e produtivas

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para as cultivares utilizadas e os níveis de salinidade, no período avaliado, para as características: massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), peso dos pseudofrutos (PP) e produtividade (PRO). Para as características brix dos pseudofrutos (BP) e diâmetro dos pseudofrutos (DP), constatou-se interação significativa entre os níveis de salinidade e cultivares. Apenas na característica comprimento dos pseudofrutos (CP), verificou-se diferença significativa somente para

cultivares, aos 104 dias após transplântio das mudas nos vasos (Tabela 4).

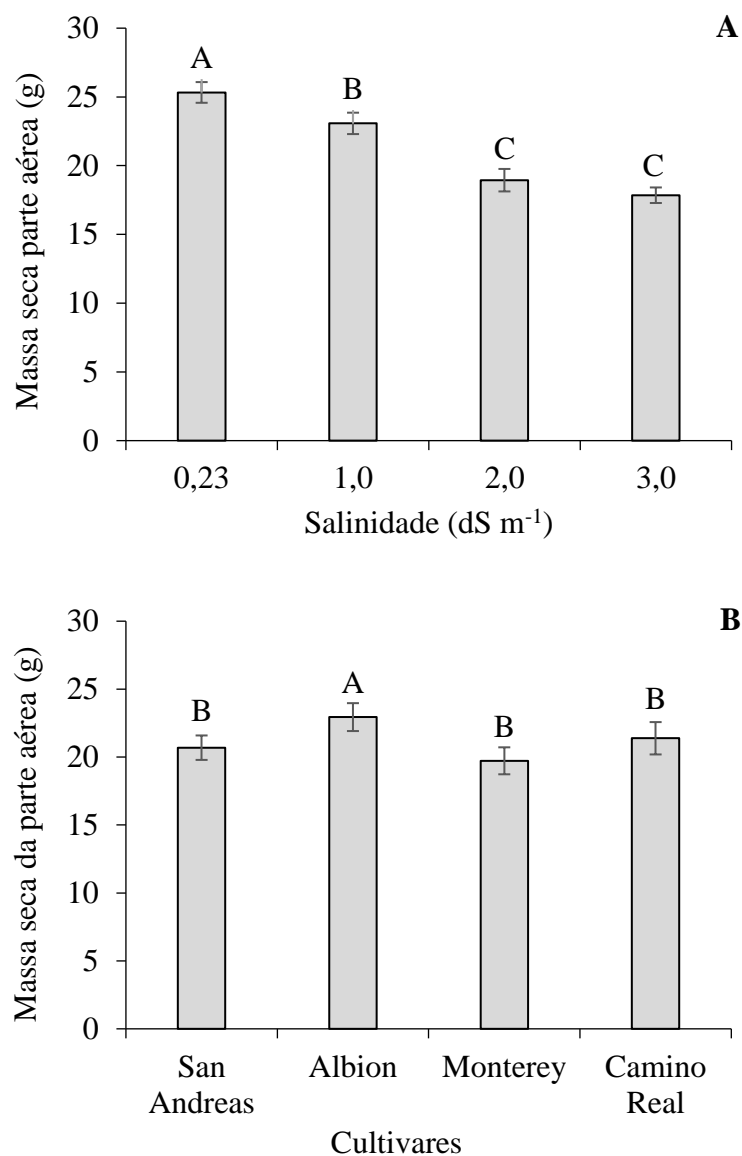
**Tabela 4** - Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), peso dos pseudofrutos (PP), brix dos pseudofrutos (BP), comprimento dos pseudofrutos (CP), diâmetro dos pseudofrutos (DP) e produtividade (PRO) de cultivares de morangueiro submetidas a diferentes níveis de salinidade.

Fontes de variação	Quadrados médios							
	GL	MSPA	MSR	PP	BP	CP	DP	PRO
Cultivar (C)	3	23,08*	19,14*	166,25*	31,44*	936,00*	633,09*	0,57*
Salinidade (S)	3	196,29*	92,54*	138,42*	9,10	379,29	239,94	0,27*
C x S	9	9,36	4,27	58,87	28,90*	496,17	322,58*	0,14
Resíduo	48	7,29	4,54	47,33	10,83	251,28	145,88	0,07
C.V. (%)		12,68	40,29	70,44	63,68	63,06	61,66	74,62

\*Significativo pelo teste Scott Knott, a 5% de probabilidade.

#### 4.1.1 Massa seca da parte aérea

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a salinidade exerceu um impacto adverso sobre o crescimento das plantas. Houve uma redução na massa seca da parte aérea das plantas expostas a níveis crescentes de salinidade (Figura 5A). O grupo de controle, sem adição de cloreto de sódio (NaCl), apresentou a média mais alta, com um valor de 25,33g. O tratamento com condutividade elétrica (CE) de 1,0 dS m<sup>-1</sup> exibiu uma média de 23,08g, superior aos tratamentos de 2,0 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>, que não apresentaram diferença entre si, registrando valores de 18,94g e 17,85g, respectivamente.



**Figura 5** - Massa seca da parte aérea (g) de quatro cultivares de morangueiro (B), após 104 dias de cultivo, submetidas a diferentes níveis de salinidade (A), em Vitória da Conquista–BA, 2022. Para cada cultivar e níveis de salinidade, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade.

Ao comparar as diferentes cultivares sob os níveis de salinidade de 0,23; 1,0; 2,0 e 3,0 dS m<sup>-1</sup> (Figura 5B), observou-se que, apenas a cultivar Albion, apresentou valores superiores, com uma média de 22,94g. Por outro lado, as cultivares Camino Real, San Andreas e Monterey foram equivalentes entre si, com valores de 21,38g, 20,69g e 19,73g, respectivamente.

A massa seca da parte aérea da planta, que compreende principalmente folhas, caules e

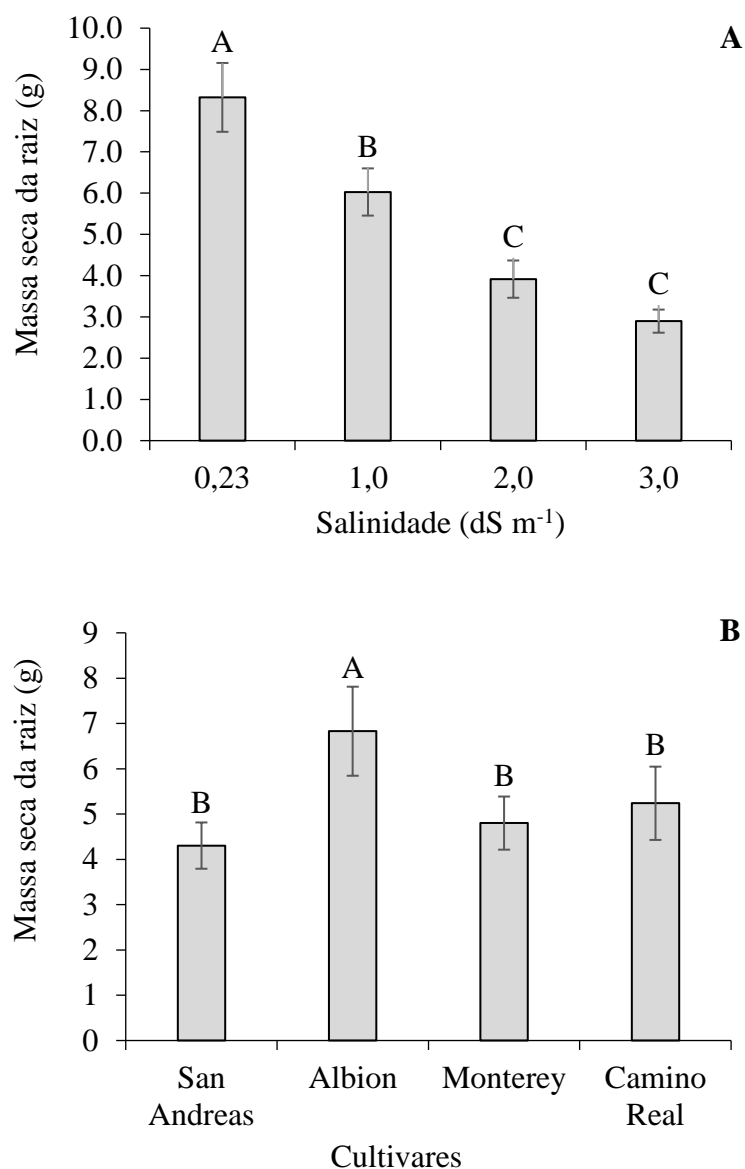
flores, é uma medida comumente utilizada para avaliar o crescimento e a produção das plantas. Essa medida representa a quantidade de matéria orgânica presente na planta, desconsiderando a água presente nos tecidos. A variação na massa seca da parte aérea das plantas pode ser um indicativo do efeito da salinidade no seu crescimento.

A exposição das plantas à salinidade geralmente resulta em uma redução na taxa de crescimento e na produção de biomassa. Isso ocorre devido aos efeitos negativos dos sais sobre o metabolismo e o funcionamento das plantas. A presença de altas concentrações de sais no solo diminui a disponibilidade de água para as plantas, o que afeta a absorção de nutrientes e a atividade metabólica. Além disso, o excesso de sais pode levar ao acúmulo de íons tóxicos, como sódio ( $\text{Na}^+$ ) e cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), nos tecidos das plantas (Taiz et al., 2017). Como observado por Ferreira et al. (2019), que, estudando cinco diferentes cultivares de morangueiro, constataram que à medida que se aumentou o nível de salinidade, aumentou o  $\text{Cl}^-$  em todos os tecidos, enquanto o  $\text{Na}^+$  aumentou apenas nas raízes e pecíolos. Assim, os efeitos tóxicos da salinidade nas folhas foram atribuídos ao  $\text{Cl}^-$ .

Resultados similares, em que o estresse salino afeta negativamente a MSPA e o crescimento, quando comparadas com as plantas sob irrigação não salina, foram observados por Kaya et al. (2002), Pirlak e Esitken (2004), Saied et al. (2005) e Karlidag et al. (2008), utilizando outras cultivares de morangueiro, como a 'Oso Grande' e 'Camarosa'. Ferreira et al. (2019), utilizando as cultivares Albion, San Andreas, Benícia, Ventana e Monterey, sob concentrações salinas de 0,7; 1,0; 1,5 e 2,5  $\text{dS m}^{-1}$ , também observaram comportamento superior da cultivar Albion, apresentando menor redução da biomassa em relação às demais.

#### **4.1.2 Massa seca da raiz**

Ao realizar a análise dos dados (Figura 6A), observou-se uma diminuição na massa seca da raiz à medida que os níveis de salinidade aumentaram. Os resultados estatísticos revelaram que a massa seca da raiz foi maior no nível de salinidade 0,23, com um valor médio de 8,32 g. Em seguida, no nível de salinidade 1,0, houve uma redução para 6,03 g. Os níveis de salinidade 2,0 e 3,0 apresentaram valores médios inferiores e iguais, com 3,92 g e 2,90 g, respectivamente. Esses dados demonstram uma resposta sensível dos morangueiros ao estresse salino, evidenciando uma diminuição na massa seca da raiz à medida que a salinidade aumenta.



**Figura 6** - Massa seca da raiz (g) de quatro cultivares de morangueiro (B), após 104 dias de cultivo, submetidas a diferentes níveis de salinidade (A), em Vitória da Conquista–BA, 2022. Para cada cultivar e níveis de salinidade, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade.

No que diz respeito à massa seca da raiz, a cultivar Albion se destacou (Figura 6B), apresentando a maior média de 6,83 g. Em sequência, as cultivares Camino Real, Monterey e San Andreas exibiram médias inferiores e equivalentes entre si, com valores de massa seca da raiz de 5,24 g, 4,80 g e 4,30 g, respectivamente.

Essas disparidades nas médias da massa seca da raiz entre as cultivares podem sugerir divergências em relação à tolerância à salinidade. A cultivar Albion, com a média mais elevada

da massa seca da raiz, parece apresentar uma maior capacidade de tolerar os níveis de salinidade avaliados, em contraste com as cultivares Camino Real, San Andreas e Monterey, que aparentam ser menos tolerantes. Esses resultados corroboram as descobertas do estudo conduzido por Ferreira et al. (2019).

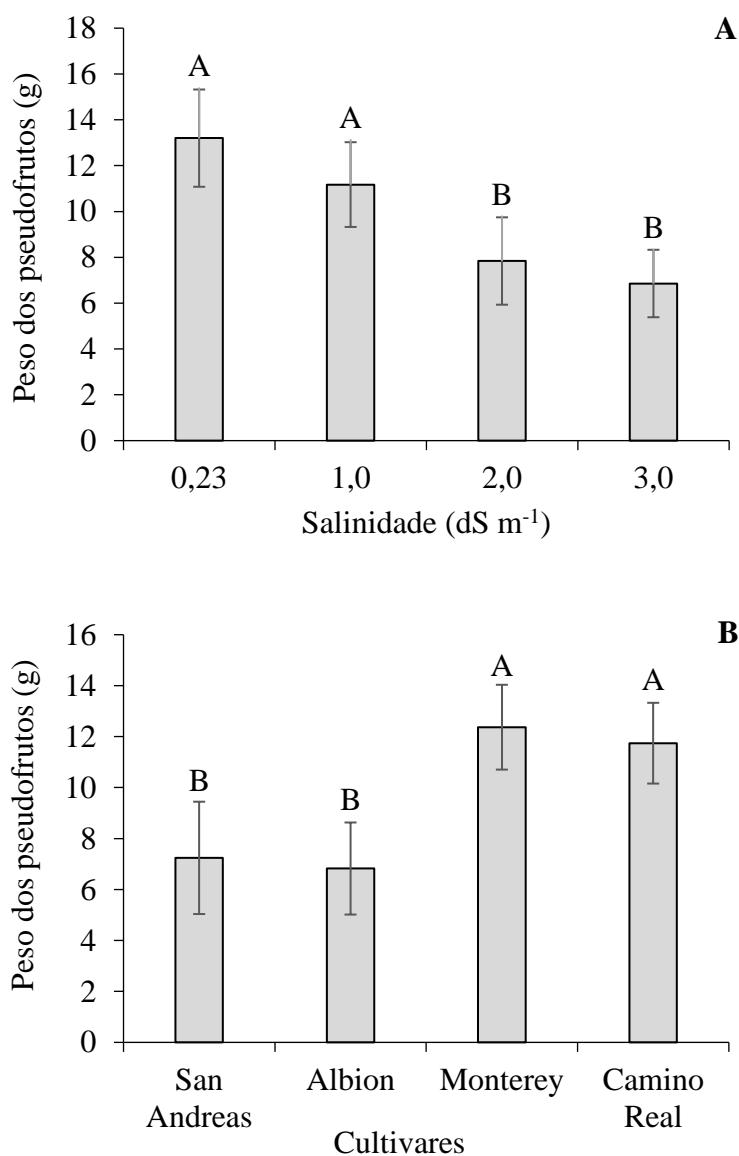
A massa seca da raiz é um indicador direto do sistema radicular das plantas, que desempenha um papel crucial na absorção de água e nutrientes. Durante o estresse salino, as plantas enfrentam dificuldades em absorver água do solo, devido ao aumento da concentração de sais. Isso resulta em um desequilíbrio osmótico e estresse hídrico nas raízes, levando a uma redução no crescimento e desenvolvimento das plantas (Taiz et al., 2017). A determinação do limiar de tolerância de uma espécie vegetal pode ser quantificada em relação à porcentagem de biomassa produzida ou à porcentagem de sobrevivência (Munns et al., 2002). A representação da tolerância, em termos do percentual de biomassa produzida sob condições salinas, em comparação com a produção sob condições de controle ao longo de um período prolongado, revela diferenças substanciais entre as espécies.

Essa análise sugere a importância de se considerar os efeitos da salinidade do solo ao cultivar morangueiros. Estratégias de manejo adequadas, como a fertirrigação controlada e a escolha de cultivares mais tolerantes à salinidade, podem ser implementadas para mitigar os impactos negativos e promover um crescimento saudável das plantas.

Os dados da massa seca da raiz, em diferentes níveis de salinidade, indicam uma relação inversa entre a salinidade e o desenvolvimento das raízes dos morangueiros. Essa análise contribui para o entendimento dos efeitos da salinidade no cultivo de morangueiros e destaca a necessidade de práticas de manejo apropriadas para garantir uma produção sustentável em ambientes com alto teor de sal.

#### **4.1.3 Peso dos pseudofrutos**

O peso dos pseudofrutos (PP) é um importante parâmetro na seleção de cultivares com bom desempenho produtivo sob estresse. Ao examinar as informações disponíveis (Figura 7A), foi observada uma redução no peso fresco dos pseudofrutos à medida que os níveis de salinidade aumentaram. Os resultados estatísticos indicaram que o PP foi maior nos níveis de salinidade 0,23 e 1,0, com médias de 13,20 g e 11,17 g, respectivamente. Por outro lado, os níveis de salinidade 2,0 e 3,0 apresentaram médias inferiores e iguais, com valores de 7,84 g e 6,86 g, respectivamente.



**Figura 7** - Peso dos pseudofrutos (g) de quatro cultivares de morangueiro (B) submetidas a diferentes níveis de salinidade (A), no período avaliado, em Vitória da Conquista-BA, 2022. Para cada cultivar e níveis de salinidade, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade.

As cultivares Monterey e Camino Real destacaram-se (Figura 7B), exibindo as maiores médias de peso, com 12,37 g e 11,74 g, respectivamente. Em seguida, as cultivares San Andreas e Albion apresentaram médias inferiores e equivalentes, com valores de peso dos pseudofrutos de 7,24 g e 6,82 g, respectivamente.

Os resultados do presente estudo evidenciaram que a prevalência de pseudofrutos de tamanho médio e pequeno foi observada na amostra analisada. Em condições ideais de cultivo,

o peso médio dos pseudofrutos é relatado como 30g (Antunes et al., 2016). No entanto, a presença de salinidade, nas condições experimentais, impactou negativamente nos pesos dos morangos coletados. Além disso, é possível que esse efeito adverso tenha sido agravado pelo plantio tardio.

A diminuição no peso dos pseudofrutos, conforme os níveis de salinidade aumentam, indica a sensibilidade dos morangueiros ao estresse salino. Esse efeito na redução do PP pode ser atribuído a um gasto de energia das plantas para absorção de água, o qual poderia estar sendo alocado para a produção de frutos (Antunes et al., 2016). Para Karlidag et al. (2008), a condição de estresse salino provocou um efeito prejudicial sobre o desenvolvimento vegetal, manifestados por uma redução significativa no crescimento, diminuição do teor de clorofila e comprometimento da absorção de nutrientes minerais, exercendo, por conseguinte, um impacto indireto sobre a massa dos pseudofrutos.

Existem algumas possíveis explicações para essas diferenças nos pesos dos pseudofrutos:

**Resposta genética:** As diferentes cultivares podem possuir características genéticas distintas que influenciam seu desempenho sob estresse salino. Algumas cultivares podem ter uma maior capacidade de produção de pseudofrutos mesmo em condições salinas, enquanto outras podem ter um foco maior na manutenção de suas estruturas vegetativas.

**Resposta fisiológica:** Cada cultivar pode ter uma resposta fisiológica única ao estresse salino. Algumas cultivares podem priorizar o crescimento vegetativo, investindo mais recursos no desenvolvimento da parte aérea e das raízes, enquanto outras cultivares podem alocar mais recursos para a produção de pseudofrutos.

**Tolerância ao estresse:** As diferentes cultivares podem exibir níveis variados de tolerância ao estresse salino. Algumas cultivares podem ser mais resilientes e capazes de manter uma produção significativa de pseudofrutos, mesmo sob condições salinas, enquanto outras cultivares podem ser mais sensíveis e apresentar uma redução na produção.

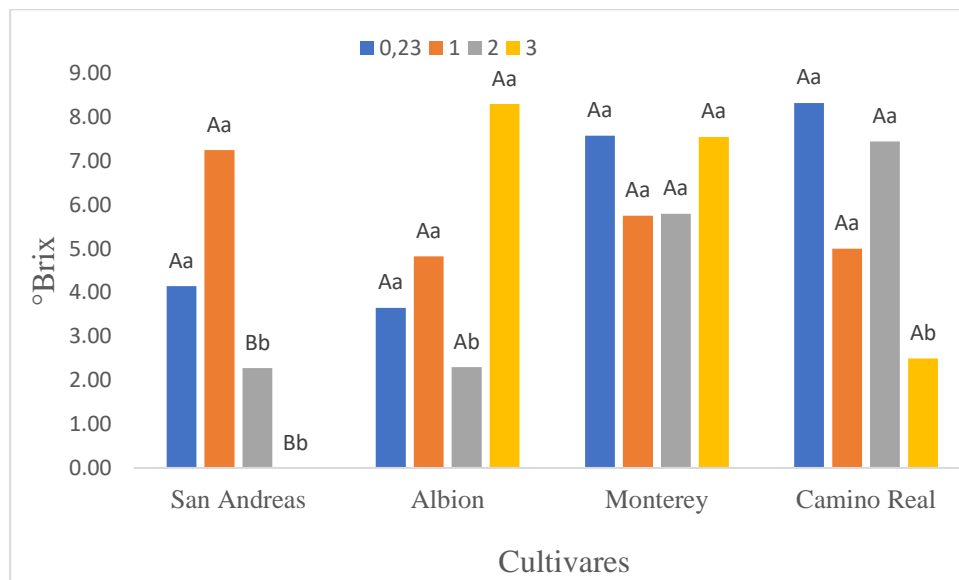
#### **4.1.4 •Brix dos pseudofrutos**

De acordo com Antunes et al. (2016), as cultivares de morangueiro apresentam um teor médio ideal de açúcar, situado entre 8 °Brix e 9 °Brix. A glicose, a sacarose e a frutose compõem mais de 99% do total de açúcares no morango já maduro (Maniken e Söderling, 1980). Os minerais de maior predominância são o cálcio e o fósforo (Lima, 1999).

Para o teor de sólidos solúveis totais, a cultivar San Andreas apresentou melhores



resultados para os níveis de salinidade 0,23 e 1,0, reduzindo o teor para os demais níveis. Os resultados indicam que San Andreas é sensível aos efeitos da salinidade elevada, resultando em uma redução no teor de açúcar.



**Figura 8** - Desdobramento da interação do °Brix dos pseudofrutos de quatro cultivares de morangueiros submetidas a diferentes níveis de salinidade, no período avaliado, em Vitória da Conquista-BA, 2022. Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade.

A cultivar Albion apresentou resultados melhores nos níveis 0,23, 1,0 e 3,0. Houve uma redução no teor de sólidos solúveis totais no nível 2,0 e uma recuperação no nível 3,0 de salinidade, indicando uma possível adaptação da cultivar Albion ao estresse salino.

Para todos os níveis de salinidade, a cultivar Monterey obteve melhores resultados em relação ao teor de sólidos solúveis, indicando uma tolerância moderada ao estresse salino. Em comparação com as outras cultivares, Monterey apresentou um desempenho melhor para este parâmetro em condições salinas.

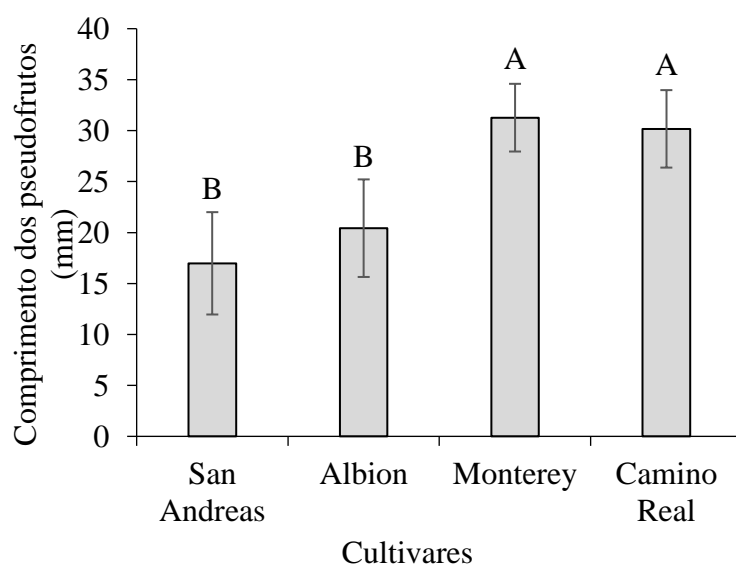
A cultivar Camino Real foi superior nos resultados para os níveis 0,23, 1,0 e 2,0, indicando uma tolerância moderada ao estresse salino, reduzindo o teor no nível 3,0.

Os resultados referentes ao °Brix apresentaram semelhanças, quando comparados aos encontrados por Bordignon (2008), sob condições ideais de cultivo. Tal semelhança foi observada na cultivar Camino Real, no nível 2 de salinidade; e na cultivar Monterey, no nível 3 de salinidade.

Observou-se que, em geral, as cultivares San Andreas e Albion apresentam teores médios de açúcar abaixo do intervalo desejado para a maioria dos níveis de salinidade, com exceção do nível 1, para San Andreas; e 3, para Albion. A cultivar Camino Real apresenta teores médios de açúcar, dentro do intervalo desejado para o nível 2 de salinidade, enquanto a cultivar Monterey está dentro do intervalo para o nível 3. Esses resultados indicam que as cultivares Monterey, Camino Real e Albion exibem uma resposta mais favorável ao estresse salino em termos de °Brix. Isso é corroborado pelos resultados obtidos por Ferreira et al. (2019), nos quais as cultivares 'Albion' e 'Monterey' apresentaram os valores mais elevados de sólidos solúveis totais nos pseudofrutos.

#### 4.1.5 Comprimento dos pseudofrutos

As cultivares Monterey e Camino Real destacaram-se (Figura 9), exibindo as maiores médias de comprimento dos pseudofrutos, com 31,27 mm e 30,17 mm, respectivamente. Em seguida, as cultivares Albion e San Andreas apresentaram médias inferiores e estatisticamente equivalentes, com valores de comprimento dos pseudofrutos de 20,43 mm e 16,98 mm, respectivamente.



**Figura 9** - Comprimento dos pseudofrutos (mm) de quatro cultivares de morangueiro submetidas a diferentes níveis de salinidade, no período avaliado, em Vitória da Conquista-BA, 2022. Para cada cultivar, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade.

Esses resultados sugerem que as cultivares Monterey e Camino Real possuem uma

maior capacidade de adaptação aos diferentes níveis de salinidade, resultando em pseudofrutos com comprimentos maiores, em comparação com as cultivares San Andreas e Albion. Essa diferença pode estar associada a características genéticas específicas que conferem maior tolerância à salinidade nas cultivares Monterey e Camino Real.

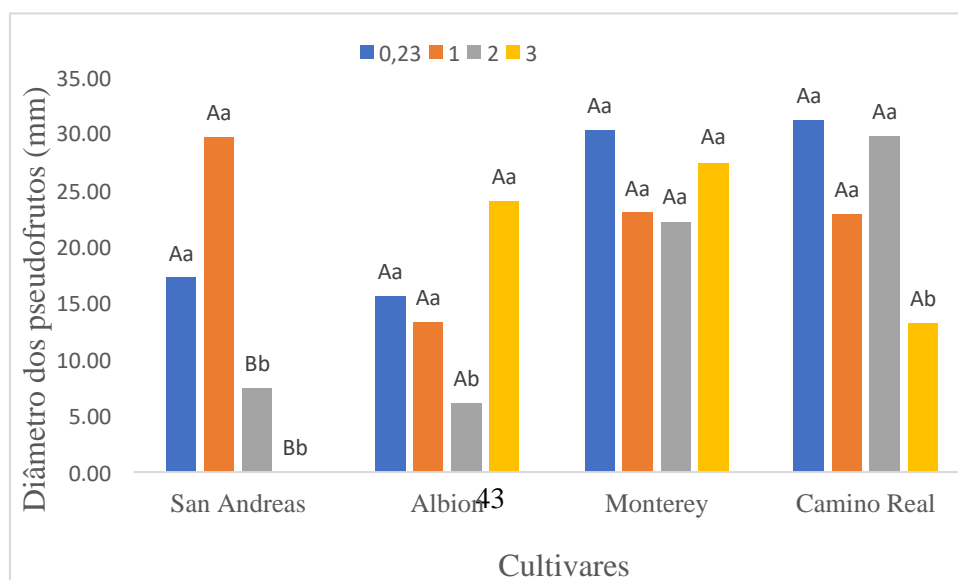
É importante ressaltar que Ferreira et al. (2019) encontraram resultados distintos em seu estudo, no qual as cultivares 'Albion' e 'San Andreas' mostraram ser as mais eficientes na manutenção do tamanho comercial dos frutos sob condições salinas.

Os resultados estatísticos obtidos revelaram diferenças significativas no comprimento médio dos pseudofrutos entre as cultivares San Andreas, Albion, Monterey e Camino Real, quando submetidas a diferentes níveis de salinidade. As cultivares Monterey e Camino Real demonstraram um desempenho superior em relação ao comprimento dos pseudofrutos em comparação com as cultivares San Andreas e Albion. Essas descobertas possuem implicações relevantes para a seleção de cultivares adaptadas a ambientes salinos e podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de cultivo mais eficientes e sustentáveis em tais condições.

#### 4.1.6 Diâmetro dos pseudofrutos

Observa-se que a San Andreas demonstrou ser sensível aos efeitos da salinidade, apresentando uma redução no diâmetro dos pseudofrutos à medida que os níveis de salinidade aumentaram. Essa redução foi especialmente pronunciada nos níveis mais elevados de salinidade (2,0 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>).

Para a cultivar Albion, foi observada uma queda no diâmetro dos pseudofrutos, no nível 2,0 de salinidade. Apesar disso, ocorreu uma recuperação no nível de salinidade mais alto (3,0 dS m<sup>-1</sup>), indicando uma capacidade adaptativa dessa cultivar em lidar com o estresse salino.



**Figura 10** - Desdobramento da interação do diâmetro equatorial dos pseudofrutos de quatro cultivares de morangueiros submetidas a diferentes níveis de salinidade, no período avaliado, em Vitória da Conquista-BA, 2022. Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade.

A cultivar Monterey demonstrou uma resposta mais estável aos diferentes níveis de salinidade, com valores médios de diâmetro dos pseudofrutos equivalentes. Embora tenha havido uma leve redução no desempenho, nos níveis moderados de salinidade (1,0 e 2,0 dS m<sup>-1</sup>), os valores permaneceram altos, sugerindo uma tolerância moderada ao estresse salino.

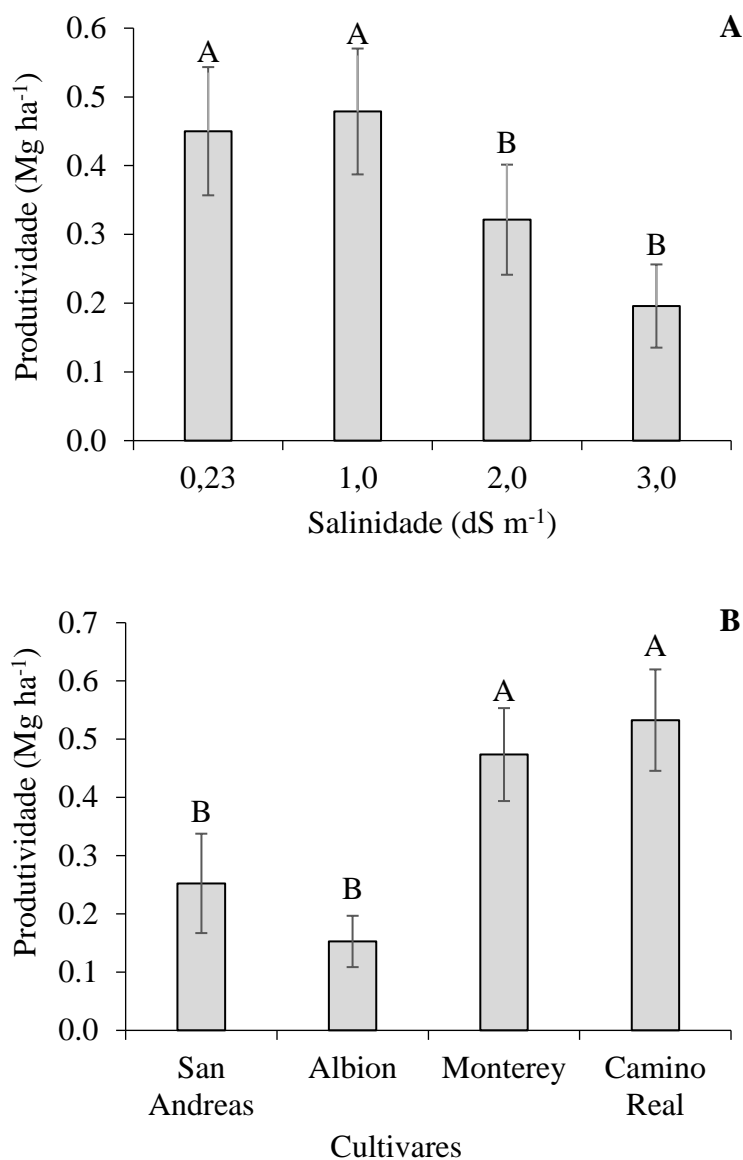
Observou-se, na cultivar Camino Real, uma redução no diâmetro dos pseudofrutos, no nível de salinidade 3,0 dS m<sup>-1</sup>. No entanto, em comparação com as outras cultivares, Camino Real apresentou um desempenho melhor no nível 2,0, indicando uma adaptação a ambientes com altos níveis de salinidade.

Os resultados referentes ao diâmetro equatorial (mm) apresentaram similaridades, quando comparados aos obtidos por Bordignon (2008), em condições ideais de cultivo. Essa concordância foi observada na cultivar Camino Real, no nível 2,0 dS m<sup>-1</sup> de salinidade; e na cultivar Monterey, no nível 3,0 dS m<sup>-1</sup> de salinidade.

Os dados desta análise indicam que San Andreas é sensível à salinidade; Albion, Monterey e Camino Real apresentam níveis moderados de tolerância e demonstram uma melhor adaptação às condições salinas mais elevadas neste estudo.

#### **4.1.7 Produtividade**

No que se refere à produtividade (Figura 11A), os níveis de salinidade 0,23 e 1,0 obtiveram os melhores resultados em comparação aos demais níveis. Esses dados evidenciam o efeito negativo da salinidade, na produtividade das plantas de morangueiro, à medida que os níveis de salinidade aumentam.



**Figura 11** - Produtividade (Mg ha<sup>-1</sup>) de quatro cultivares de morangoeiro (B) submetidas a diferentes níveis de salinidade (A), no período avaliado, em Vitória da Conquista-BA, 2022. Para cada cultivar e níveis de salinidade, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott até 0,05 de probabilidade.

Quanto à avaliação das diferentes cultivares de morangoeiro (Figura 11B), observou-se que as cultivares Camino Real e Monterey apresentaram produtividade superior em comparação às cultivares San Andreas e Albion. Essa discrepância ressalta a importância de selecionar cuidadosamente as cultivares adequadas para o cultivo em ambientes salinos, com o intuito de maximizar a produtividade.

Os resultados obtidos vão de encontro com as descobertas de Antunes et al. (2016), que

afirmam que a cultura do morangueiro é amplamente reconhecida por sua suscetibilidade à salinidade do solo. Nesse contexto, um valor máximo de condutividade elétrica do extrato de saturação de  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$  é considerado um ponto crítico, no qual perdas significativas de produtividade não são observadas. Conforme mencionado pelos pesquisadores supracitados, sintomas clássicos de estresse salino, tais como queima das bordas foliares e secamento das folhas (Anexos), nem sempre são visíveis na planta de morangueiro. No entanto, a redução na produtividade é atribuída ao dispêndio de energia pela planta, durante o processo de absorção de água, energia essa que poderia ser direcionada para a produção de pseudofrutos.

Santin (2018) conduziu um estudo utilizando oito cultivares de morangueiro ('Camino Real', 'Camarosa', 'Benícia', 'Aromas', 'San Andreas', 'Albion', 'Portola' e 'Monterey') em condições ideais de cultivo. Os resultados obtidos indicaram que cultivar 'Camino Real' apresentou os melhores resultados para característica de produtividade, semelhante ao presente estudo, nas condições salinas. Porém, os resultados diferem do estudo de Ferreira et al. (2019), que também investigou o desempenho produtivo de cultivares de morangueiro, sob condições de estresse por salinidade, no qual foi constatado que a cultivar 'Albion' obteve melhor desempenho.

Em conjunto, os resultados fornecem evidências de que a salinidade afeta negativamente a produtividade dos morangueiros e que as diferentes cultivares têm uma resposta diferenciada a essas condições. Portanto, para otimizar a produtividade em ambientes salinos, é crucial selecionar cultivares adaptadas e implementar estratégias eficazes de manejo da salinidade.

É importante ressaltar que mais estudos são necessários para investigar outros aspectos relacionados à salinidade, como os mecanismos fisiológicos subjacentes à resposta das plantas, bem como a adaptação de outras cultivares de morangueiros. Essas pesquisas adicionais aprofundariam nosso conhecimento sobre a interação entre salinidade e produtividade das culturas, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficazes e na seleção de cultivares mais tolerantes à salinidade.

Com base nos resultados obtidos, indica-se a necessidade de pesquisas futuras que explorem dosagens menores de salinidade, porém com uma duração mais prolongada do experimento. Essas investigações mais longas permitiriam uma compreensão mais completa dos efeitos da salinidade em diferentes estágios de crescimento das plantas e ao longo de vários ciclos produtivos. Além disso, a análise de dosagens menores pode fornecer informações valiosas sobre as respostas fisiológicas e mecanismos de adaptação das plantas aos ambientes salinos, possibilitando o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficazes. Portanto,

sugere-se que futuros trabalhos acadêmicos concentrem-se nesse aspecto, a fim de fornecer informações adicionais e mais abrangentes para a otimização da produtividade dos morangueiros em condições de salinidade.

#### 4.2 Estimativa dos parâmetros genéticos

Por meio do teste F da análise de variância (Tabela 4), observou-se que, para todos os caracteres estudados, houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as cultivares de morangueiro, o que evidencia a elevada variabilidade genética existente. Isto possibilita a seleção de genótipos superiores para os caracteres de interesse.

Na Tabela 5, são fornecidos os parâmetros genéticos das características investigadas. Santos et al. (2018) destacam que o conhecimento da diversidade genética, nos programas de melhoramento, facilita a seleção de progenitores que geram uma população com uma proporção mais elevada de recombinantes desejáveis. Segundo Vasconcelos et al. (2015), o objetivo dos melhoristas é obter variabilidade que, efetivamente, resulte, via seleção e/ou hibridação, em ganhos genéticos significativos.

**Tabela 5** - Parâmetros genéticos para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), peso dos pseudofrutos (PP), brix dos pseudofrutos (BP), comprimento dos pseudofrutos (CP), diâmetro dos pseudofrutos (DP) e produtividade (PRO) de cultivares de morangueiro submetidas a diferentes níveis de salinidade.

Fator de variação	Parâmetros Genéticos						
	MSPA	MSR	PP	BP	CP	DP	PRO
VP	5,77	4,79	41,56	12,38	234	202,44	0,14
VG	3,95	3,65	29,73	5,15	171,18	121,8	0,12
VE	1,82	1,14	11,83	2,71	62,82	36,47	0,02
VGE	-	-	-	4,52	-	44,17	-
CVP (%)	11,28	41,35	66,01	68,07	60,85	72,64	104,16
CVG (%)	9,32	36,11	55,82	43,91	52,05	56,34	97,24
CVE (%)	12,68	40,29	70,44	63,68	63,06	61,66	74,62
CVGE (%)	-	-	-	41,2	-	33,94	-
CVG/CVE	0,74	0,9	0,79	0,69	0,83	0,91	1,3
h <sup>2</sup> a (%)	68,39	76,26	71,53	41,61	73,15	60,17	87,17
GA	3,39	3,44	9,5	3,01	23,05	17,63	0,68
GAM	15,9	65	97,3	58,4	91,7	90	187

Variação fenotípica (VP), variação genotípica (VG), variação ambiental (VE), variação da

interação genótipo x ambiente (VGE), coeficiente de variação fenotípica (CVP), coeficiente de variação genotípica (CVG), coeficiente de variação ambiental (CVE), coeficiente da variação da interação genótipo x ambiente (CVGE), herdabilidade em sentido amplo ( $h^2a$ ), ganho genético (GA), ganho genético em porcentagem da média (GAM).

Para todos os caracteres avaliados, com exceção do BP, foi observada que a variância fenotípica (VP), que representa a variância total, foi predominantemente atribuída a fatores genéticos. Isso pode ser evidenciado pelos valores da variância genética (VG), os quais representaram de 60% a 85% da variância total, sendo consideravelmente maiores do que os valores da variância ambiental (VE). No entanto, para o BP, verificou-se que sua contribuição foi de 41% (Tabela 5).

Observa-se uma predominância da variância genética sobre a variância ambiental em todas as características, com exceção do BP. Essa constatação indica que a variância fenotípica é influenciada de forma mais significativa pelo componente genético do que pelo componente ambiental. Em outras palavras, a população em questão possui um potencial expressivo para seleção através de cruzamentos com base nos fenótipos observados.

Conforme a estimativa proposta por Sivasubramanian e Menon (1973), constatou-se que os coeficientes de variação fenotípica (CVP), coeficiente de variação genotípica (CVG) e coeficiente de variação ambiental (CVE) foram considerados elevados (iguais ou maiores a 20) para todas as características avaliadas, com exceção da massa seca da parte aérea (MSPA), que foi classificada como de magnitude moderada para o CVE e de magnitude baixa para o CVG. Os coeficientes de variação da interação genótipo x ambiente (CVGE), para as características BP e CP, também foram considerados altos. Esses resultados sugerem uma influência significativa do ambiente salino sobre as características analisadas em interação com o fator genético.

A relação CVG/CVE superior a 1, observado no traço de produtividade, indica favorabilidade à seleção, pois revela que a variação genética, em relação à média, é maior do que a variação ambiental. Isso sugere que a influência do ambiente é menor em comparação com a influência genética na expressão da característica em questão (Santos et al., 2018).

De acordo com Johnson et al. (1955), a herdabilidade é classificada como alta, quando sua magnitude ultrapassa 60%; e como média, quando se situa entre 31% e 60%. Na Tabela 5, são fornecidos os valores de herdabilidade em sentido amplo ( $h^2a$ ), para as características avaliadas. Observa-se que todos os traços exibiram valores elevados, com exceção do traço "brix", para o qual foi observado um valor moderado. Quando a herdabilidade é alta, torna-se



mais fácil realizar a seleção, pois o fenótipo reflete, de forma precisa, o genótipo, permitindo optar pelo desempenho das progênes. Esses coeficientes de herdabilidade desempenham um papel fundamental em programas de melhoramento, pois expressam a confiabilidade com a qual os fenótipos refletem os genótipos, aumentando a confiabilidade da seleção realizada. Resultados semelhantes foram encontrados por Vieira et al. (2016), ao avaliar estimativas de parâmetros genéticos para híbridos experimentais de morangueiro.

Segundo Cargnelutti e Storck (2009), estimativas de herdabilidade e variância genética elevadas estão associadas com maior variabilidade genética e conseqüentemente, maior possibilidade de êxito na seleção, devido à possibilidade de se obter maior ganho de seleção. Para Borém e Miranda (2005), a herdabilidade é a razão entre a variância genética e a variância fenotípica. No sentido amplo, essa herdabilidade engloba todos os três segmentos da variação genética. Já no sentido restrito, apenas a variância aditiva é considerada. Em populações autógamas, como o morangueiro, onde a maior parte dos locos está em homozigose, a variância aditiva é responsável pela maior parte da variância genética. Portanto, a estimativa da herdabilidade ampla para autógamas fornece informações relevantes para o melhoramento a respeito do efeito genético no fenótipo.

Para estimar o ganho genético em relação à média (GAM), seguindo a classificação proposta por Johnson et al. (1955), todos os traços avaliados apresentaram valores considerados altos, acima de 20%, exceto a massa seca da parte aérea (MSPA), que foi classificada como média. Os valores de GAM variaram de 15,9% para MSPA a 187% para PRO. Segundo Cruz et al. (2012), a estratégia ideal de seleção em um programa de melhoramento genético seria aquela que combina uma alta herdabilidade com um alto ganho genético, observado para todos os traços, com exceção do BP e MSPA. A maioria dos traços avaliados apresentou essa condição, com uma herdabilidade alta e um alto GAM, o que aumenta a probabilidade de sucesso no programa de melhoramento genético. Esses resultados evidenciam a relevância dessas características como alvos promissores para o processo de seleção e desenvolvimento de cultivares com desempenho superior, especialmente considerando a necessidade de melhorar a tolerância à salinidade.

A característica que exhibe o comportamento de alta herdabilidade e ganho genético aponta baixa influência ambiental, genes dominantes, avanço genético para geração futura e seleção eficiente (Barth et al., 2020). Os traços que mais se destacaram para estes atributos, apresentando herdabilidade acima de 60% e GAM acima de 90%, foram: PRO ( $h^2a = 87,17\%$  e  $GAM = 187\%$ ), PP ( $h^2a = 71,53\%$  e  $GAM = 97,3\%$ ), CP ( $h^2a = 73,15\%$  e  $GAM = 91,7\%$ ) e

DP ( $h^2a = 60,17\%$  e  $GAM = 90\%$ ). Destaca-se também os resultados para MSR ( $h^2a = 76,26\%$  e  $GAM = 65\%$ ), considerados altos, traço importante, tendo em vista à tolerância à salinidade. De acordo com Panse e Sukhatme (1961), um alto ganho genético (GAM), associado a uma alta herdabilidade, pode indicar que essa característica é fortemente influenciada pela herança genética e controlada principalmente pela ação gênica aditiva.

Os resultados indicam que há um elevado potencial para se obter ganhos genéticos significativos em relação à média da população estudada. Tais valores sugerem que os caracteres são promissores para a seleção e/ou hibridação, métodos estes já bem definidos para a cultura estudada.

## 5 CONCLUSÕES

Com base no que foi apresentado, o aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente o desenvolvimento e a capacidade de produção da cultura do morangueiro. A cultivar Albion apresentou melhor desempenho para características de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), porém as cultivares Camino Real e Monterey foram superiores para as demais características.

Para a maioria dos caracteres, foi evidente a predominância dos componentes genéticos na influência dos fenótipos em detrimento do fator ambiental. Os traços massa seca da raiz (MSR), peso dos pseudofrutos (PP), comprimento dos pseudofrutos (CP), diâmetro dos pseudofrutos (DP) e produtividade (PRO) apresentaram alta herdabilidade e alto ganho genético em relação à média, controlados por ação gênica aditiva, indicando possíveis ganhos na seleção e/ou hibridação para os vários caracteres de importância econômica, elencados nesta pesquisa, com vistas à tolerância do morangueiro à salinidade.

## 6 REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/producao-integrada/arquivos-publicacoes-producao-integrada/morango/grade-agrotoxicos-morango-2021.pdf>. Acesso em: fev. 2022.
- Anjos, D. N. dos. **Parâmetros genéticos de cultivares de feijoeiro fertilizados com polifosfato de amônio, superfosfato simples, bioestimulantes e micronutrientes**. 2018. 32 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2018.
- Antunes, L. E. C.; Bonow, S.; Lima, R. H.; Costa, H.; Paulus, G.; Costa, H.; Ries, J. EMBRAPA. Anuario 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1131057/1/Antunes-Anuario-HF-2021-pag-87.pdf>. Acesso em: jun. 2022.
- Antunes, L. E. C.; Carvalho, G. L.; Santos, A. M. A cultura do morango. DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2011, 52p. (Coleção Plantar, 68).
- Antunes, L. E. C.; Carvalho, G. L.; Santos, A. M. A cultura do morango. DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011, 52p. (Coleção Plantar). In: Sousa et al., Crescimento de morangueiro submetido a níveis de salinidade e adubação orgânica. **Revista Verde**, v.14, n.4, p.485-490, 2019.
- Antunes, M. C.; Cuquel, F. L.; Zawadneak, M. A. C.; Mogor, A. F.; Resende, J. T. V. Post-harvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 168-173. 2014.
- Antunes, L. E. C.; Reisser, J. C.; Schwengber, J. E. **Morangueiro**. Brasília: Embrapa, 2016. 281-332 p.
- Azevedo, P. R. L.; Bezerra, D. E. L.; Souto, F. M.; Bitu, S. G.; Pereira, E. B. J. Efeitos dos sais e da qualidade da água no solo e na planta. **Revista Agroecologia no semiárido**, Paraíba, Brasil, v.1, n.1, p.3, 2017.
- Barth, E.; Resende, J. T. V. D.; Moreira, A. F. P.; Mariguele, K. H.; Zeist, A. R.; Silva, M. B.; Stulzer, G. C. G.; Mafra, J. G. M.; Gonçalves, L. S. A.; Roberto, S. R.; Youssef, K. Selection of experimental hybrids of strawberry using multivariate analysis. **Agronomy**, v. 10, 19 p. 2020.
- Baruzzi, G. **Selezione e valutazione di nuovi genotipi di fragola (Fragaria x ananassa Duch.) rifiorante con carattere 'Day Neutral'**. 2005. (Tese de doutorado) Università Politecnica Delle Marche, Dipartimento di Scienze Ambientali e delle Produzioni Vegetali, Programa di Dottorato di Ricerca. Itália, 2005.
- Bordignon, J.C. **Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2008.

Borém, A.; Miranda, G. V. **Melhoramento de plantas**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005, p. 525.

Bringhurst, R. S.; Voth, V. Six new strawberry varieties released. *California Agriculture*, California, p.12-15, 1980. In: Castro, R. L. **Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em cultivo orgânico**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.

Camargo, L. de S. **Novas variedades de morangueiro para o Estado de São Paulo**. 1957. 48p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Piracicaba: ESALQ – USP, Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, 1957.

Camargo, L de S.; Passos, F. A. Morango. In: Furlani, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. (Eds.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônômico**. Campinas: IAC, 1993. 1v., p.412-432.

Campinas. Instituto Agrônômico. IAC Princesa Isabel: seleção promissora de morangueiro. *O Agrônômico*, v.41, n.3, p.268, 1989. In Castro, R.L.: **Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em cultivo orgânico**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.

Cargnelutti, A.; Storck, L.; Ribeiro, N. D. Medidas da precisão experimental em ensaios com genótipos de feijão e de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1225-1231, 2009.

Casaroli, D.; Jong V. Q. de. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 59-66, 2008.

Casonatto, M; Ribak, A. P; Tedesco, A. L. Avaliação de características físico-químicas de pseudofrutos das cultivares de morangueiro orgânico: Albion e Camarosa. **Unoesc & Ciência** - ACBS Joaçaba, v. 7, n. 2, p. 131-136. 2016.

Castro, R. L. **Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em cultivo orgânico**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.

Cocco, C. **Qualidade fisiológica das mudas na produção de frutas do morangueiro**. 2010. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

Codevasf - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Salinização do solo. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/irrigacao/impactos-ambientais/salinizacao-do-solo>. Acesso em: dez. 2022.

Corwin, D. L.; Lesch, S. M. Application of soil electrical conductivity to precision agriculture: theory, principles, and guidelines. **Agronomy Journal**, v. 95, n. 3, p. 455-471, 2003.

- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J.; Carneiro, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012, 514 p.
- Cunha, R. J. P.; Biaggioni, L. H. M. Comportamento de cultivares e híbridos de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v.8, n.2, p.25-26, 1990.
- Dantas, E. S. **Frutos de cultivares de morangueiro submetido ao 1-MCP em temperaturas refrigerada e ambiente**. 2017. 22 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2017.
- Darrow, G. M. **The strawberry: History, Breeding and Physiology**. New York: Holt, Rinehart and Wiston, 447 p. 1966.
- Diel, M. I.; Pinheiro, M. V. M; Cocco, C.; Thiesen, L. A; Altissimo, B. S.; Fontana, D.C; Caron, B. O.; Testa, V.; Schmidt, D. Artificial vernalization in strawberry plants: phyllochron, production and quality. **Australian journal of crop science**, v. 11, p. 1315-1319, 2017.
- Faedi, W; Mourgues, E; Rosati, C. Strawberry breeding and varieties: situation and perspectives. **Acta Horticulturae**, v.567, p.51-60, 1999. IV International Strawberry Symposium.
- Fageria, N. K.; Soares, F. N. S.; Gheyi, H. R. **Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. Manejo da salinidade na agricultura: estudo básico e aplicado**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p. 212-225, 2010.
- FAO. **Water in agriculture: opportunity untapped**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov.-dez., 2011.
- Ferreira, J. F. S.; Liu, X.; Suarez, D. L.; Fruit yield and survival of five commercial strawberry cultivars under field cultivation and salinity stress. **Scientia Horticulturae**.v 243, p.401-410. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.016>
- Filgueira, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: UFV. 2012. 421p.
- Flowers, T. J.; Flowers, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, v.78, n.1, p.15-24, 2005.
- Giménez, G. **Seleção e propagação de clones de morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.)**. 2008. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

Kaya, C.; Kirnak, H.; Higgs, D.; Saltati, K. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. **Scientia Horticulturae**, v.26, p.807-820, 2002.

Hancock, J. F.; Maas, J. L.; Shanks, C. H.; Breen, P. J.; Luby, J. J. Strawberries (*Fragaria*). In: **Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops**. J. N. Moore and J.R. Ballington (Eds.). International Society for Horticultural Science. Wageningen.p. 489-546. 1990.

Holanda, J. S; Amorim, J. R. A.; Ferreira N. M.; Holanda, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: Gheyi, H. R.; Dias, N.S.; Lacerda, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 43-61.

Johnson, H. W.; Robinson, H. F.; Comstock, R. E. Estimation of genetic and environmental variability in soybeans. **Agronomy Journal**, v. 47, p. 314–318, 1955.

Johnson Jr., H. A. The contributions of private strawberry breeders. *HortScience*, v.25,n.8, p.897-902, 1990. In: Castro, R. L. **Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em cultivo orgânico**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa, 2002.

Karlıdag, H.; Yildirim, E.; Turan, M. **Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry**. Atatürk University, Ispir Hamza Polat Vocational Training School, Ispir, Turkey. 182p. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162009000200006>

Lima, L. C. de O. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos demorangueiro. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 198, p. 80-83, 1999.

Maniken, K. K.; Söderling, E. A quantitative study of mannitol, sorbitol, xilitol and xilose in wild berries and commercial fruits. **Journal of Food Science**, v. 45, p. 367-371, 1980.

Martinelli, A.; Musacchi, D.; Leis, M. Costituzione di nuove varietà di fragola col programma privato del CIV. *Rivista di Frutticoltura*, n.6, p.29-32, 1995. In: Castro, R. L. **Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em cultivo orgânico**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa, 2002.

Molina, A. R. **A cultura do morangueiro (*fragaria x ananassa* duch.) no estado de Santa Catarina: sistemas de produção e riscos climáticos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências) Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016.

Moraes, R. **Parâmetros genéticos e repetibilidade para resistência de genótipos de mamoeiro a pinta-preta em sucessivas avaliações**. 2018. 14p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

Munns, R.; Husain, S. Rivelli, A.R.; Richard, A.J.; Condon, A. G.; Megan, P. L.; Evans, S. L.; Schachtman, D. P.; Hare, R. A. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil**, v.247, p. 93-105,2002.

Nascimento, A. N, Alessio, J. F. Morango semi-hidropônico. **Revista Campo & Negócios**. 2021. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/morango-semihidroponico/>. Acesso em: set. 2022.

Osawa, T. **Studies on the salt tolerance of vegetable crops with special reference to mineral nutrition**. Bulletin of the University of Osaka Prefecture: Series B, v. 16, p. 13-57, 1965.

Pansee, V. G.; Sukhatme, P. V. **Statistical methods for agricultural workers**. 2. ed.ICAR, New Delhi, p 361.1961.

Passos, F. A. Melhoramento do morangueiro no Instituto Agrônomo de Campinas. In: Duarte Filho, J. (coord.). **Morango: tecnologia de produção e processamento**. Caldas: EPAMIG, 1999. p.259-264.

Passos, F. A.; Trani, P. E.; **Calagem e adubação do morangueiro**. Instituto Agrônomo, Centro de Horticultura, Campinas (SP). 2013.

Pirlak, L.; Esitken, A. Salinity effects on growth, proline and ion accumulation in strawberry plants. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Plant Soil Science**,v.54, p.189-192, 2004.

Ramos, E. G. **Sistemas nanoestruturados contendo óleo essencial de alecrim no controle da podridão cinzenta e na qualidade de morangos**. 2022. Dissertação. UFSC, 2022.

Raseira, M. C. B.; Antunes, L. E. C.; Trevisan, R.; Dias, E. G.; **Documentos 124**. 2º Simpósio Nacional do Morango. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS, 2004.

Richter, A. F. Produtividade e Qualidade de Cultivares de Morangueiro sob Cultivo de Solo e Semi-Hidropônico. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 20, n. 1, p.193-203, fev.2018.

Rocha, M. M.; Andrade, F. N.; Gomes, R. L. F.; Filho, F. R. F.; Ramos, S. R. R. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural**, v. 08, n. 01, p. 135-141, 2003.

Saied, A. S.; Keutgen, A. J.; Noga, G. The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs. 'Elsanta' and 'Korona'. **Scientia Horticulturae**, v.103, p.289-303, 2005.

Santin, A. **Potencial produtivo de cultivares de morangueiro em substrato**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.



Santos, A. M. dos. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 198, p. 24-29, 1999.

Santos, E. R.; Spehar, C. R.; Capone, A.; Pereira, P. R. Estimativa de parâmetros de variação genética em progênies F2 de soja e genitores com presença e ausência de lipoxigenases. **Nucleus**, v. 15, n. 1, p. 61-70, 2018.

Scott, A. J.; Knott, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, Sept. 1974.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Estatística dos municípios Baianos. v. 4, 450p., 2010. Disponível em: [https://sei.ba.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=art%20icle&id=76&Itemid=110&lang=pt](https://sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=art%20icle&id=76&Itemid=110&lang=pt). Acesso em: jan. 2023.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Agronegócios: produção de morango. Disponível em: <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Artigos/2BIC/2BIC%20-%20Produ%3%a7%c3%a3o%20de%20morango%20na%20Bahia.pdf>. Acesso em: jan.2020.

Sivasubramaniam, P.; Menon, P. M. Inheritance of short stature in rice. **Madras Agricultural Journal**. v. 60, p. 1129-1133, 1973.

Sousa, G. G.; Souza, M. V. P.; Guilherme, J. M. S.; Junior, F. B. S.; Freitas, A. G. S.; Viana, T. V. A. Crescimento de morangueiro submetido a níveis de salinidade e adubação orgânica. **Revista Verde**, v.14, n.4, p.485-490, 2019. DOI <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i4.6352>

Souza, L. L. A.; Carloto, C. F. M. Avaliação de um sistema automatizado de fertirrigação para o cultivo de morangos em sistema semi-hidropônico. **Jornada de iniciação científica e tecnológica**, v. 1, n. 12, 2022.

Taiz, L.; Møller, I. M.; Murphy, A.; Zeiger, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 736 p.

Tessarioli, J. Avaliação do potencial produtivo e de seus componentes em diferentes clones de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). Piracicaba : ESALQ - USP, 1982.82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'. Universidade de São Paulo, 1982. In: Castro, R. L. **Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em cultivo orgânico**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa, 2002.

Timm, L. C.; Tavares, V. E. Q; Bamberg, A. L.; Faria, L. C.; Reisser J. C.; Estrela, C.C.; Fraga, R. S. **Manejo da água**. In: Antunes, L. E. C.; Reisser, J. C.; Schwengber, J. E. Morangueiro. Brasília: Embrapa, p.281-332, 2016.

University of California, Davis. The UC patented strawberry cultivars. Disponível em: <http://research.ucdavis.edu/industry/ia/industry/strawberry/cultivars/>. Acesso em: nov.2022.

Vance, M. W.; Hasing, T.; Chandler, C. K.; Plotto, A.; Baldwin, E. Historical trends in strawberry fruit quality revealed by a trial of University of Florida Cultivars and advanced selections. **HortScience**, v. 46, n. 4, p. 553-557, 2011.

Vasconcelos, E. S. de; Reis, M. S.; Sedyama, T.; Cruz, C. D. Produtividade de grãos, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja de ciclos precoce e médio. **Semina**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1203-1214, 2015.

Vieira, S. D. **Parâmetros genéticos, fenotípicos e seleção de híbridos experimentais de morangueiro**. 2016. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

Welter, P. D. **Adaptabilidade e desempenho agronômico de genótipos de morangueiro de origem italiana em três regiões do sul do Brasil**. 2021. 22 f. Tese (Doutorado em agronomia). Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2021.

## 7 ANEXOS

C. Albion – 0,0 dS m<sup>-1</sup>



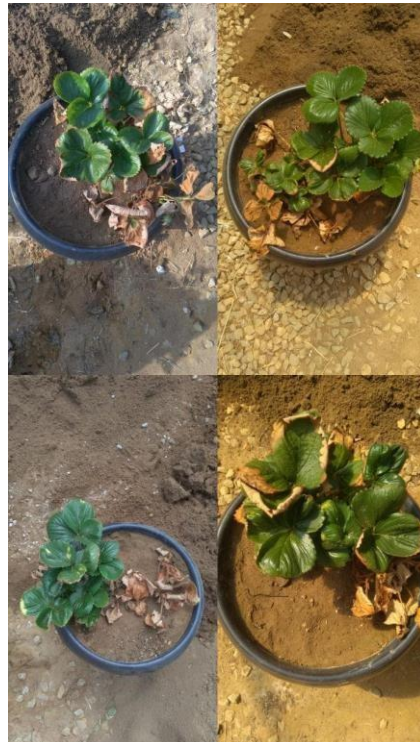
C. Albion 1,0 dS m<sup>-1</sup>



C. Albion - 2,0 dS m<sup>-1</sup>



C. Albion 3,0 dS m<sup>-1</sup>



C. Camino Real - 0,0 dS m<sup>-1</sup>



C. Camino Real - 1,0 dS m<sup>-1</sup>



C. Camino Real - 2,0 dS m<sup>-1</sup>



C. Camino Real - 3,0 dS m<sup>-1</sup>



C. Monterey - 0,0 dS m<sup>-1</sup>



C. Monterey - 1,0 dS m<sup>-1</sup>



C. Monterey - 2,0 dS m<sup>-1</sup>



C. Monterey - 3,0 dS m<sup>-1</sup>



C. San Andreas - 0,0 dS m<sup>-1</sup>



C. San Andreas – 1,0 dS m<sup>-1</sup>



C. San Andreas - 2,0 dS m<sup>-1</sup>



C. San Andreas – 3,0 dS m<sup>-1</sup>

