



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**RAFAEL WYLLES DA SILVA ARAÚJO**

**SELEÇÃO DE LINHAGENS AVANÇADAS DE AMENDOINZEIRO (*Arachis hypogaea* L.) PARA AS CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**CAMPINA GRANDE-PB  
JULHO DE 2024**

**RAFAEL WYLLES DA SILVA ARAÚJO**

**SELEÇÃO DE LINHAGENS AVANÇADAS DE AMENDOINZEIRO (*Arachis hypogaea* L.) PARA AS CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

**Área de concentração:** Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

**Linha de pesquisa:** Biotecnologia e Melhoramento Vegetal.

**Orientador:** Prof. Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti.  
**Co-orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dra. Roseane Cavalcanti dos Santos.

**CAMPINA GRANDE-PB  
JULHO DE 2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586s Araújo, Rafael Wylles da Silva.  
Seleção de linhagens avançadas de amendoimzeiro  
(*Arachis Hypogaea* L.) para as condições do semiárido  
brasileiro [manuscrito] / Rafael Wylles da Silva Araújo. - 2024.  
89 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) -  
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências  
Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti,  
Embrapa Algodão."

"Coorientação: Profa. Dra. Roseane Cavalcanti dos Santos  
, Embrapa Algodão "

1. Melhoramento genético. 2. Parâmetro genético. 3.  
Resistência à seca. 4. Produção de amendoimzeiro. I. Título

21. ed. CDD 631.52

**RAFAEL WYLLES DA SILVA ARAÚJO**

**SELEÇÃO DE LINHAGENS AVANÇADAS DE AMENDONZEIRO (*Arachis hypogaea* L.) PARA AS CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

**Área de concentração:** Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

**Linha de pesquisa:** Biotecnologia e Melhoramento Vegetal.

**Aprovado em: 29 / 07 / 2024**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti (Orientador)**  
**Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Liziane Maria de Lima (Examinadora)**  
**Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)**

---

**Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes (Examinador)**  
**Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)**

*À minha família, em especial aos meus pais,  
José Wanderley de Araújo e Rosélia da Silva  
Araújo, por acima de tudo me permitir a  
liberdade de voar e o lugar seguro para  
voltar. É tudo por vocês.  
Gratidão!*

## AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos com essa frase de Nelson Mandela: “A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo”. Antes de tudo, agradeço a Deus, pois somente Ele entende como eu estava antes de embarcar nessa jornada, proporcionando oportunidades que antes achava impossível realizar. Apesar dos desafios diários, foi para Ele que sempre recorri. Sentir o seu conforto quando sozinho me encontrava, descobri mais ainda que o seu amor e cuidado não são limitados por nossas fraquezas.

Sou extremamente grato aos meus familiares, principalmente aos meus pais José Wanderley de Araújo e Rosélia da Silva Araújo, ao receber aquela pergunta diária “você está bem?”, mesmo não estando, eu ficava bem ao responder: “estou sim, mãe”. Quando do nada chegava aquele pix, mesmo eu sabendo das condições de vocês, eu quero agradecer de todo coração pelo apoio. Nunca me esqueço quando saí e minha mãe me falou “agora você irá voar”, é por vocês! Essa conquista é nossa.

Não posso esquecer das primeiras pessoas que me acolheram em sua residência, Andreza Lúcio e Maria Clara. Mesmo sem condições, me acolheram e me deram um local para ficar. Foram muitas resenhas juntos, muitas brincadeiras, altas horas conversando, muitas fotos e vídeos, discussões, entre outros momentos marcantes. Obrigado!

Sou muito grato aos meus colegas de turma, Vitória Saskia, Welisson Maciel, Samuel Ferreira, Ramon Quaresma, Denise, Mayk Bezerra e José Flavio. Tive a sorte de cair na turma de vocês, e nossa união fez com que as disciplinas se tornassem mais leves. Poder compartilhar essas vivências com vocês foi, sem dúvida, a melhor experiência.

Agradeço ao quadro de professores do curso de Ciências Agrárias, Dr. Alberto Soares, Dr. Carlos Alberto, Dr. Carlos Henrique, Dr<sup>a</sup>. Elida Barbosa, Dr. José Jaime, Dr. Josemir Moura e a Dr<sup>a</sup> Liziane Maria, por todos os ensinamentos proporcionados, à UEPB pela oportunidade de cursar o Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, e à CAPES, considerando que o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Tenho duas pessoas no meu coração que tenho muito a agradecer, Maria Clara Rufino dos Santos e Luan Pedro Nascimento Nóbrega. O que falar de vocês, chega até ser difícil expor em palavras o que vocês representaram para mim nesse curso. Clara, obrigado por estar comigo, por ouvir minhas reclamações, por entender meus estresses e ansiedade, por me ajudar nos momentos que mais precisei. Luan, muito obrigado por todo seu apoio que sem dúvida foi e sempre será essencial, você e sua família me ajudaram muito, obrigado por estar ao meu lado

na Embrapa, finais de semana, e me dando forças e motivações, hoje finalizo porque você me ajudou. Amo Muito Vocês.

À Embrapa Algodão pelo apoio e infraestrutura disponibilizada para condução da pesquisa. Aos funcionários da Embrapa, em especial aos técnicos que acompanharam comigo o experimento em Alagoinha - PB, Adelardo, Mário, Washington, Júnior, Juarez, Célio, Roberto, Jorge e Zildo pela receptividade, apoio e ensinamentos. Não seria possível sem a ajuda de cada um, desde o plantio até a colheita.

Minha sincera gratidão ao meu orientador, Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti, cuja orientação, dedicação e apoio foram fundamentais para a realização deste trabalho. Sua confiança em minha capacidade foi um grande impulso para minha evolução acadêmica e profissional. À minha coorientadora, Dr<sup>a</sup>. Roseane Cavalcanti dos Santos, expressei minha profunda gratidão por suas contribuições inestimáveis e assistência constante.

Agradeço ao Dr. Jean Pierre Cordeiro Ramos e ao Dr. Rennan Fernandes Pereira pelo apoio e colaboração, que foram essenciais para este trabalho. Por fim, agradeço aos membros da banca, Prof.<sup>a</sup> Dra. Liziane Maria de Lima e ao Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes, por aceitarem o convite para avaliar este trabalho. Suas contribuições foram cruciais para o aperfeiçoamento desta pesquisa.

Um agradecimento muito especial à MSc Jailma Souza Thomaz. Sua paciência e disposição para ensinar, mesmo à distância, foram valiosos. Sua orientação na condução estatística foi essencial para o sucesso deste trabalho. Sou extremamente grato pela sua colaboração e pelo espírito de equipe que compartilhamos, ajudando um ao outro a superar as dificuldades. Sua contribuição foi, sem dúvida, fundamental.

Gostaria de expressar minha gratidão à minha amiga Vitória Saskia, cuja ajuda foi fundamental para a realização da minha dissertação. Todo o apoio ofertado, bem como as lágrimas e alegrias que compartilhamos, fizeram diferença nessa jornada. Um agradecimento especial à Shirley, que não só contribuiu para o meu projeto, mas também me acolheu como se eu fosse parte de sua família. Ela esteve ao meu lado, me ajudando, aconselhando e me abraçando quando mais precisei. Por fim, sou extremamente grato à Janaína. Sua ajuda na pesquisa e em casa foi além do que eu poderia esperar. Sua disposição em ajudar em tudo é algo que sempre lembrarei. À Dr<sup>a</sup> Liziane, que foi de um suporte emocional, minha gratidão. A todos vocês, meu sincero obrigado.

A todos que contribuíram de forma direta e indiretamente, meus sinceros agradecimentos. E finalizo com essa frase: “Eu nunca perco. Ou eu ganho, ou eu aprendo!”  
Nelson Mandela.

## RESUMO

O amendoineiro cultivado, uma das poucas espécies tetraploides do gênero *Arachis*, apresenta desafios para o cruzamento com espécies selvagens, que são na maioria diploides. No entanto, a introgressão de genes de espécies selvagens, através de técnicas de melhoramento, tem se mostrado uma estratégia eficaz para expandir a variabilidade genética da cultura do amendoineiro. Várias instituições de pesquisa têm se dedicado aos cruzamentos entre diferentes variedades de amendoim, explorando as características distintas que cada espécie apresenta. A estimação precisa dos parâmetros genéticos é crucial, pois permite entender a extensão dos fatores que influenciam a característica, além de prever o progresso da seleção em gerações futuras. A equipe de melhoramento de amendoim da Embrapa Algodão tem se concentrado em uma população resultante do cruzamento entre o amendoineiro selvagem (*A. batizocoi* K9484 x *A. duranensis* SeSn 2848) 4x, denominado BatDur, que exibe características de resistência à seca, um problema recorrente que afeta muitas plantações no semiárido brasileiro e a cultivar comercial BR1. Este estudo selecionou linhagens avançadas de amendoineiro, com base na determinação de parâmetros genéticos, que possuem caractere agronômicos desejáveis adaptadas às condições edafoclimáticas da região semiárida. O experimento foi conduzido em campo, em dois locais distintos na Paraíba (Campina Grande e Alagoinha), de abril a setembro de 2023, utilizando um delineamento em blocos ao acaso, com nove tratamentos (sendo um a BR1 e oito derivados do retrocruzamento entre a cultivar BR1 e BatDur) e 4 repetições. Foram avaliados sete caracteres agronômicos, como: Altura da Haste Principal (AHP); Número de Vagens Úteis (NVU); Peso de 100 Sementes (P100ST); Índice de Colheita (IC); Produção de Vagens (PRODV); Produção de Sementes (PRODS) e Rendimento de Grãos (RENDG). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, ao teste de agrupamento de médias Scott-Knott, ao índice de seleção direto e indireto e ao índice proposto por Mulamba e Mock. A análise revelou diferenças significativas entre os genótipos para NVU, PRODV, PRODS e IC, com possibilidade de ganhos genéticos. As linhagens RC 51 P4, RC 53 P4 e RC 78 P1 mostraram-se promissoras, com médias superiores à BR1, indicando sucesso no processo seletivo e atendendo às exigências do mercado. Essas linhagens são candidatas para continuação no programa de melhoramento do amendoim, por apresentarem boas características produtivas em condições de sequeiro, sendo promissoras para a região semiárida.

**Palavras-chave:** melhoramento genético; parâmetro genético; resistência à seca; produção de amendoineiro.

## ABSTRACT

The cultivated peanut plant, one of the few tetraploid species in the genus *Arachis*, presents challenges for crossing with wild species, which are mostly diploid. However, the introgression of genes from wild species through breeding techniques has proven to be an effective strategy for expanding the genetic variability of the peanut crop. Several research institutions have been dedicated to crossing different peanut varieties, exploring the distinct characteristics that each species presents. Accurate estimation of genetic parameters is crucial as it allows understanding the extent of factors influencing the trait, as well as predicting the progress of selection in future generations. The peanut breeding team at Embrapa Cotton has focused on a population resulting from the cross between the wild peanut (*A. batizocoi* K9484 x *A. duranensis* SeSn 2848) 4x, named BatDur, which exhibits drought resistance characteristics, a recurring problem affecting many crops in the Brazilian semi-arid region, and the commercial cultivar BR1. This study selected advanced peanut lines based on the determination of genetic parameters, which have desirable agronomic characteristics adapted to the edaphoclimatic conditions of the semi-arid region. The experiment was conducted in the field at two distinct locations in Paraíba (Campina Grande and Alagoinha) from April to September 2023, using a randomized block design with nine treatments (one being BR1 and eight derived from the backcross between the BR1 cultivar and BatDur) and four replications. Seven agronomic traits were evaluated, such as: Main Stem Height (MSH); Number of Useful Pods (NUP); Weight of 100 Seeds (W100S); Harvest Index (HI); Pod Production (PODP); Seed Production (SEEDP) and Grain Yield (GY). The collected data were subjected to individual and combined analysis of variance, Scott-Knott mean clustering test, direct and indirect selection index, and the index proposed by Mulamba and Mock. The analysis revealed significant differences among genotypes for NUP, PODP, SEEDP, and HI, with the possibility of genetic gains. The lines RC 51 P4, RC 53 P4, and RC 78 P1 proved to be promising, with averages higher than BR1, indicating success in the selection process and meeting market demands. These lines are candidates for continuation in the peanut breeding program, as they present good productive characteristics under rainfed conditions, being promising for the semi-arid region.

**Keywords:** genetic improvement; genetic parameter; drought resistance; peanut production.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> -Produção Agrícola de Amendoim em 2021 .....	16
<b>Figura 2</b> - Produção Agrícola Nacional de Amendoim em 2021 .....	17
<b>Figura 3</b> - Frutos e Sementes do Amendoimzeiro .....	22
<b>Figura 4</b> – Esquema de desenvolvimento do Amendoimzeiro .....	24
<b>Figura 5</b> - Ciclo de Desenvolvimento do Amendoimzeiro .....	26
<b>Figura 6</b> - Temperatura e Precipitação durante condução do experimento em Alagoinha .....	36
<b>Figura 7</b> - Temperatura e Precipitação durante condução do experimento em Campina Grande .....	36
<b>Figura 8</b> - Área experimental de Alagoinha – PB.....	39
<b>Figura 9</b> - Área experimental de Campina Grande – PB .....	39
<b>Figura 10</b> - Produção de vagens e sementes com deficiência de Ca em Campina Grande- PB .....	49

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Características físico-químicas do solo da área experimental em Alagoinha. Empaer, 2022 .....	37
<b>Tabela 2</b> - Características físico-químicas do solo da área experimental em Campina Grande. Embrapa, 2023.....	37
<b>Tabela 3</b> - Os Genótipos de amendoinzeiro analisados nos campos experimentais localizados em Alagoinha - PB e Campina Grande - PB .....	39
<b>Tabela 4</b> - Esquema da Análise de variância individual .....	43
<b>Tabela 5</b> - Esquema da análise de variância conjunta.....	44
<b>Tabela 6</b> - Análise de variância individual para os nove caracteres avaliadas em linhagens de Amendoinzeiro submetidas a condição de sequeiro. Alagoinha – PB, 2023 .....	48
<b>Tabela 7</b> – Análise de variância individual para os nove caracteres avaliadas em linhagens de Amendoinzeiro submetidas a condição de sequeiro. Campina Grande – PB, 2023.....	48
<b>Tabela 8</b> – Análise de variância conjunta e das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para os sete caracteres avaliadas em linhagens de Amendoinzeiro submetidas a condição de sequeiro, Alagoinha e Campina Grande – PB, 2023 .....	51
<b>Tabela 9</b> – Médias dos caracteres agronômicos das linhagens de amendoinzeiro, avaliadas em condições de sequeiro, submetidas ao teste de agrupamento de Scott-Knott (1974) em Alagoinha e Campina Grande – PB, 2023.....	55
<b>Tabela 10</b> - Coeficientes de correlação de Pearson entre os sete caracteres avaliados das linhagens de Amendoinzeiro em condições de sequeiro, Alagoinha e Campina Grande – PB, 2023 .....	59
<b>Tabela 11</b> - Estimativas dos ganhos de seleção (GS%), pelo índice de seleção direta e indireta obtida para sete variáveis avaliadas para nove genótipos de Amendoinzeiro testados em condição de sequeiro, Alagoinha – PB e Campina Grande, 2023 .....	60
<b>Tabela 12</b> - Estimativas da média da população original ( $X_o$ ), média da população selecionada ( $X_s$ ), herdabilidade no sentido amplo ( $h^2$ %) e ganho esperado de seleção (GS), obtidas para as sete variáveis avaliadas pelo índice de seleção de Mulamba & Mock (1978), Alagoinha e Campina Grande, 2023 .....	63

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	14
2.1	OBJETIVO GERAL .....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
3.1	ASPECTO ECONÔMICO E PRODUTIVO DO AMENDOINZEIRO .....	15
3.2	ASPECTO BOTÂNICO DO AMENDOINZEIRO.....	18
3.3	ASPECTO MORFOLÓGICO DO AMENDOINZEIRO .....	19
3.4	ASPECTO FISIOLÓGICO DO AMENDOINZEIRO .....	22
3.4.1	Ciclo e Fases Fenológicas do Amendoim.....	25
3.5	CARACTERÍSTICAS DISTINTAS DOS PRINCIPAIS TIPOS DE AMENDOINZEIRO.....	27
3.6	MANEJO AGRONÔMICO DO AMENDOINZEIRO .....	28
3.7	MELHORAMENTO GENÉTICO .....	29
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	35
4.1	LOCAL DO EXPERIMENTO .....	35
4.2	GENÓTIPOS UTILIZADOS NO ENSAIO DE SELEÇÃO.....	37
4.3	DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO.....	40
4.4	CARACTERES AVALIADOS .....	41
4.4.1	Caracteres agronômicos.....	41
4.4.2	Análise estatística .....	42
4.4.3	Análise de variância individual .....	42
4.4.4	Análise de variância conjunta.....	43
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	47
5.1	ANÁLISE DE VARIÂNCIA INDIVIDUAL.....	47

5.2	ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA E ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS E TESTE DE AGRUPAMENTO DE MÉDIAS .....	50
5.3	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON.....	58
5.4	SELEÇÕES DIRETA E INDIRETA.....	60
5.5	SELEÇÃO SIMULTÂNEA .....	62
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>65</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O amendoineiro (*Arachis hypogaea* L.) é uma planta oleaginosa amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais. Trata-se de uma leguminosa autógama alotetraploide ( $2n = 4x = 40$ ), constituída pelos genomas A e B, provenientes de dois diploides. É classificada como uma das principais culturas oleaginosas, ocupando uma posição de destaque na produção mundial (USDA, 2017; KAMDAR et al., 2017; KUMAR et al., 2019; UITDEWILLIGEN et al., 2020; KAMDAR; JASANI; GEORGE, 2020; CONAB, 2023; KUCHAR et al., 2024).

Devido à sua relevância econômica e ao seu potencial de cultivo em regiões de clima semiárido, o amendoineiro é amplamente cultivado em áreas tropicais semiáridas ao redor do mundo. Estima-se que a área de cultivo do amendoineiro abranja aproximadamente 28,5 milhões de hectares, resultando em uma produção total de 45,95 Mt (milhões de toneladas) de vagens em 2018 (PANDEY et al., 2020). De acordo com dados da USDA (2024), a produção mundial de amendoim no ano de 2023 foi de 50,46 Mt, 22% a mais do que em 2015.

A produção do amendoineiro varia consideravelmente em diferentes regiões do mundo. No Brasil, a produção em 2023 foi de 890 mil toneladas, um aumento de 154% entre 2014 e 2023. Na China, foi de 18.600 mil toneladas, na Índia de 6.400 mil toneladas, na Nigéria de 4.300 mil toneladas e, por fim, nos Estados Unidos, a produção foi de 2.672 mil toneladas (USDA, 2024).

Na safra de 2023/24, foram plantados 245,3 mil hectares de amendoineiro no Brasil, o que resultou em um aumento na produtividade, estimada em 3.574 kg ha<sup>-1</sup> para 2024 (CONAB, 2023; SAMPAIO, 2024). No entanto, fatores ambientais como restrição hídrica e estresses causados por fatores bióticos e abióticos e a limitada diversidade genética da cultura podem impactar negativamente o crescimento da planta e, conseqüentemente, a produtividade (TOKER; MUTLU, 2011; SHANTHALA; PARVEEN; JAMBAGI, 2022; RIBEIRO et al., 2023).

Para assegurar um aumento na produtividade, os programas de melhoramento têm procurado superar desafios com a implantação de cultivares resistentes e com características agronômicas ideais de plantio (DAUDI et al., 2021). Entretanto, para o sucesso do melhoramento, é essencial ter disponível variabilidade genética na população de trabalho para a obtenção de ganhos de seleção, que é um dos fatores determinantes para a criação de novas cultivares (ANDRADE, 2019; VINITHASHRI et al., 2019).

Inúmeras instituições de pesquisa têm investido nos cruzamentos entre diferentes variedades de amendoineiro, aproveitando as características distintas que cada espécie

apresenta. O objetivo é explorar a variabilidade genética presente nas populações resultantes desses cruzamentos, visando a utilização desses recursos em projetos de melhoramento futuro (GRANJA; SANTOS; MELO FILHO, 2007).

Nesse contexto, a determinação das estimativas dos parâmetros genéticos é fundamental, pois permite saber a magnitude dos fatores que controlam o caráter, bem como estimar o ganho de seleção nas gerações futuras (VAL, 2014). Essas informações são essenciais para compreender a variabilidade existente e direcionar os melhoristas a selecionar as melhores plantas e prever os avanços genéticos que podem ser alcançados, com o objetivo de atingir um alto rendimento (GRANJA; SANTOS; MELO FILHO, 2007; VAL, 2014; FARIAS, 2018; WOYANN et al., 2019).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Selecionar linhagens avançadas de amendoim que possuam características agronômicas desejáveis adaptadas às condições edafoclimáticas da região semiárida.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho agronômico das linhagens avançadas de amendoim em campo, submetido a dois ambientes distintos, sob condição de sequeiro;
- Investigar a presença de variabilidade genética entre os materiais avaliados, relacionada aos caracteres agronômicos de interesse;
- Estimar parâmetros genéticos e ganhos genéticos;
- Selecionar, pelo menos, três indivíduos com potencial agronômico para posteriores recombinações, sob condições de sequeiro.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 ASPECTO ECONÔMICO E PRODUTIVO DO AMENDOINZEIRO

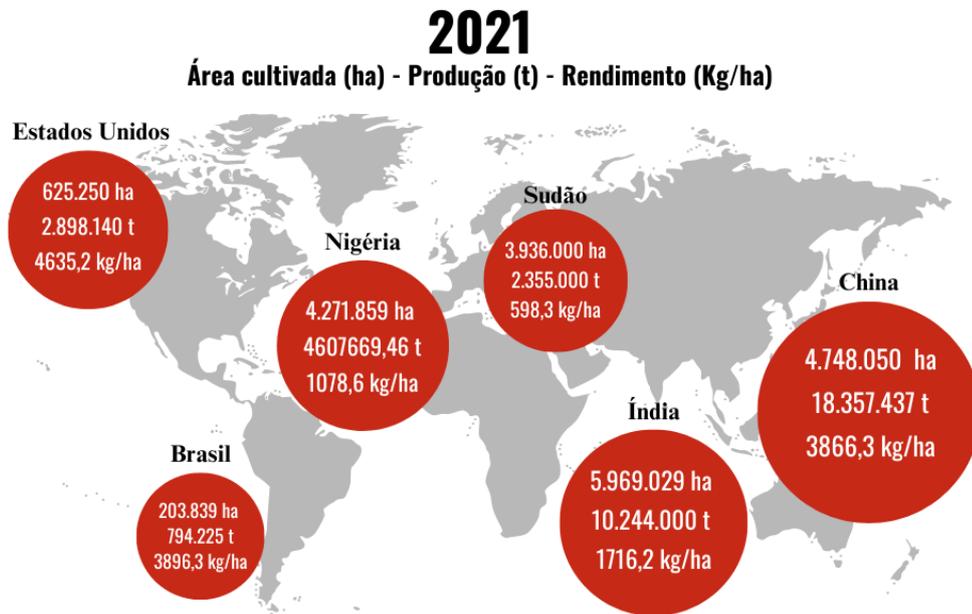
O amendoineiro, cultivado em cerca de 30 milhões de hectares globalmente, é uma cultura importante para a produção de óleo comestível e alimentos, com variedades de alto rendimento e adaptabilidade (EMARA et al. 2023). Ele tem um papel crucial na agricultura e na indústria, sendo uma cultura alternativa na rotação de culturas em canaviais devido ao seu ciclo de crescimento curto (BERTINO et al., 2023; FREZARIN et al., 2023).

A produção global de amendoim é de 50,31 milhões de toneladas, cultivada em 30,82 milhões de hectares, com uma produtividade média de 1.630 kg ha<sup>-1</sup> (BHARATHI, 2022). A produção é concentrada principalmente na Ásia e na África, com a China (18,36 mil toneladas) e a Índia (10,24 mil toneladas) contribuindo com mais de 60% da produção total (ATLASBIG, 2021; RIBEIRO et al., 2023). Entre 2000 e 2020, a produção de grãos de amendoim variou significativamente por região. A Ásia liderou com 62,8%, seguida pela África com 28,4% e Américas com 8,7%. Na produção de óleo de amendoim, a Ásia liderou com 70,3%, seguida pela África com 23,9%, Américas com 4,3%, Europa com 1,5% e Oceania com 0% (FAO, 2022).

Na safra de 2019/20, cerca de 46,8 milhões de toneladas de grãos foram colhidas em 27,8 milhões de hectares, segundo o USDA (2020). Os principais países produtores são a China (47,7%), Índia (26,6%), Nigéria (12,0%), Estados Unidos (7,5%) e Sudão (6,1%) (Figura 1) (ATLASBIG, 2021). O Brasil vem se destacando como um dos principais produtores globais de amendoim (LIMA et al., 2021), com uma produção total estimada de 746,7 mil toneladas no ciclo 2021/22 (CONAB, 2022). A produção é comercializada tanto internamente quanto para exportação, com mais de 50% da safra paulista destinada ao mercado externo (SAMPAIO, 2020).

A valorização do amendoim tem impactado o mercado brasileiro, com preços médios mensais em alta (SAMPAIO, 2020). A previsão é que a área de plantio de amendoim no Brasil atinja 192,3 mil hectares em 2022/23, com uma projeção de produção de 725,5 mil toneladas (DIARRA et al., 2005; CONAB, 2022; FREZARIN et al., 2023). Apesar dos desafios, como perdas na colheita mecanizada e maturação desuniforme, o Brasil ocupa a posição de segundo maior produtor de amendoim no continente americano (SILVA, 2019; PAULINO et al.2022; BERTINO et al, 2022). A produção de amendoim na safra de 2021/22 foi estimada em 623 mil toneladas, um crescimento de 4,3% em comparação com a safra anterior (CONAB, 2021).

**Figura 1-Produção Agrícola de Amendoim em 2021**



Fonte: (ATLASBIG, 2021). Elaborado pelo Autor (2024)

O amendoim brasileiro tem ganhado espaço no mercado, com potencial para expandir sua área de cultivo e melhorar a qualidade do grão (LIMA et al., 2021; SNA, 2023). De 2019 a 2022, a produção nacional de amendoim aumentou 60%, alcançando quase 900 mil toneladas, e as exportações somaram 285,6 mil toneladas em 2022, posicionando o Brasil no 6º lugar no ranking mundial de países que exportam amendoim (Figura 2) (GLOBO RURAL, 2023).

Segundo a Conab (2020), a produção de amendoim no Brasil cresceu de 346 mil toneladas em 2014/15 para cerca de 746 mil toneladas em 2020/21, um aumento de 115%. Esse crescimento é atribuído principalmente ao aumento da área de plantio de amendoim, que quase dobrou nesse período (RIBEIRO et al., 2023). O amendoineiro é prevalente em várias regiões do Brasil, beneficia os agricultores pela produção de grãos e uso das hastes como forragem (DESHMUKH et al., 2020). Ganhou destaque como opção primária para produtores nas regiões Norte e Nordeste, apesar das limitações das condições semiáridas (SANTOS, 2021).

**Figura 2 - Produção Agrícola Nacional de Amendoim em 2021**



Fonte: (IBGE, 2022). Elaborado pelo Autor (2024).

No Nordeste, o amendoim é cultivado principalmente durante a segunda safra, com plantio variando com a estação chuvosa (MEDEIROS, 2020). É importante na agricultura familiar e na economia da região (EMBRAPA, 2012). Apesar de sua importância, a produtividade é geralmente baixa e os custos de produção são elevados (BARROS et al., 1994). A Bahia é o principal produtor, seguido pelo Ceará (CONAB, 2020). O cultivo intensivo tem incentivado os agricultores a investir em cultivos mais organizados e de qualidade superior (MELO FILHO; SANTOS, 2010; FRANÇA, 2017). Na Paraíba, a área de produção aumentou, com uma safra atual estimada em mais de 600 hectares e uma produtividade média de 778 kg ha<sup>-1</sup>(CONAB, 2021). Este avanço tem sido possível graças ao apoio do Governo do Estado, através da EMPAER, em colaboração com a Embrapa (GOVERNO DA PARAÍBA, 2020).

Na região Sudeste, a maior produtora, o amendoim foi cultivado em grandes áreas, principalmente por grandes produtores. A produção em 2020/21 é estimada em cerca de 585,3 mil toneladas, um aumento de 3,1% em relação ao ciclo anterior (CONAB, 2021). Em São Paulo, responsável por mais de 90% da área cultivada na região, cerca de 80% das lavouras de amendoim são plantadas em rotação com a cana-de-açúcar. O melhoramento genético constante de variedades rasteiras tem sido fundamental para o aumento na produção de amendoim (CONAB, 2021). São Paulo é o estado que lidera a produção de amendoim no Brasil, com 92,8% da produção nacional, estimada em 692,7 mil toneladas (CONAB, 2022). A área de cultivo aumentou nos últimos anos, atingindo mais de 200 mil hectares, embora ainda seja 10% menor que no final da década de 70. A produção e a produtividade aumentaram 58% e 78%, respectivamente, no mesmo período (CONAB, 2022).

O amendoim tem mostrado bom desempenho produtivo no Tocantins, com uma produtividade média de 5.488,2 kg/ha na safra 2020/21, superior à de São Paulo (3.799,0 kg/ha) (SOFIATTI et al., 2022; IBGE, 2022). A Embrapa expandiu seu Programa de Melhoramento do Amendoim, desenvolvendo cultivares do tipo Runner alto oleico adaptadas para as principais regiões produtoras de grãos, incluindo Tocantins e Mato Grosso (OLIBONE et al., 2021; ZOZ et al., 2021; RODRIGUES et al., 2021; SOFIATTI et al., 2022).

Cerca de 94% do amendoim produzido globalmente é cultivado em condições de sequeiro, principalmente por pequenos agricultores. No entanto, a produtividade é frequentemente restringida por estresses bióticos e abióticos, resultando em perdas anuais de rendimento que ultrapassam US \$ 3,2 bilhões. Melhorias genéticas na cultura do amendoim podem potencialmente reverter até metade dessas perdas (DAS; GOYALI; FERDAUSI, 2021; MOTAGI et al., 2022).

### 3.2 ASPECTO BOTÂNICO DO AMENDOINZEIRO

Originário do sul da Bolívia e do norte da Argentina, o amendoimzeiro (*Arachis hypogaea* L.), uma planta oleaginosa anual e monoica, com taxa de autofecundação elevada, e cultivado comercialmente em mais de 144 países entre as latitudes de 40°N e 40°S, com produção extensa nos trópicos e subtropicais sob condições de sequeiro, envolvendo tanto pequenos agricultores quanto grandes produtores comerciais (HAMPANNAVAR et al., 2018; SHROTRI et al., 2021).

Botanicamente, o amendoimzeiro trata-se de uma dicotiledônea herbácea anual com ciclo de crescimento indeterminado (QUEIROGA, 2018). Segundo Nakagawa e Rosolem (2011), a taxonomia do amendoim é estruturada da seguinte forma:

Reino: Plantae  
Divisão: Magnoliophyta (Angiospermae)  
Classe: Magnoliopsida (Dicotyledoneae)  
Ordem: Fabales  
Família: Fabaceae (Leguminosae)  
Subfamília: Faboideae (Papilionoideae)  
Tribo: Aeschynomeneae  
Subtribo: Stylosanthinae  
Gênero: *Arachis*

Espécie: *A. hypogaea*

Nome binomial: *Arachis hypogaea* L.

Assim, o nome científico do amendoim é: *Arachis hypogaea* L. que está relacionado ao modo de frutificação, pois a planta emite flores na parte aérea, porém, desenvolve os seus frutos debaixo (hypo) da terra (gaea) (QUEIROGA, 2018).

Com seu alto teor de óleo comestível (45 a 54%), proteína e carboidratos (22-32%), o amendoimzeiro é uma cultura de destaque tanto em termos econômicos quanto nutricionais, oferecendo uma variedade de vitaminas, minerais e fibras. A casca do amendoim, com seus múltiplos usos, serve como combustível e ração animal. As partes aéreas da planta são utilizadas como alimento para animais e por ser membro da família Leguminosae, as raízes do amendoim contribuem para a fertilidade do solo, enriquecendo-o com nitrogênio e matéria orgânica (SHROTRI et al., 2021).

No aspecto citogenético, os estudos iniciais de Husted (1933, 1936), sobre o gênero *Arachis*, elucidaram a estrutura cromossômica das espécies diplóides ( $2n=2x=20$ ) e do amendoim cultivado, *Arachis hypogaea*, que é um tetraplóide ( $2n=4x=40$ ), de genoma AABB. *A. hypogaea* originou-se da hibridação entre as espécies silvestres diplóides *A. duranensis* e *A. ipaënsis*, seguida por uma duplicação cromossômica espontânea ocorrida há cerca de 3.500 a 9.400 anos (SEIJO et al., 2004; ARAÚJO, 2018).

O gênero *Arachis* é predominantemente composto por espécies diplóides, no entanto, algumas, como *A. hypogaea* e *A. monticola*, são tetraplóides, assim como *A. glabrata* e *A. pseudovillosa*. Três diferentes tipos de genoma foram identificados: “AA”, “BB” e “DD”, cada um com características cromossômicas únicas (HUSTED, 1936; STALKER, 1991; MILLA et al., 2005). Até os anos 90, a compreensão predominante era de que todas as espécies examinadas possuíam cromossomos na configuração  $2n=2x=20$  ou  $2n=4x=40$ . No entanto, descobriu-se que oito espécies, incluindo *Arachis palustris*, apresentam  $2n=2x=18$  (LAVIA et al., 1998; PEÑALOZA; VALLS, 2005). Todas as espécies do gênero estudadas até hoje, com exceção de *A. valida*, apresentam um par de cromossomos “SAT”. *A. valida*, por outro lado, apresenta dois pares satelitados (FERNÁNDEZ; KRAPOVICKAS, 1994).

### 3.3 ASPECTO MORFOLÓGICO DO AMENDOINZEIRO

Em sua morfologia, o amendoimzeiro é uma espécie herbácea anual com dois tipos de crescimento: ereto e rasteiro. O tipo ereto tem uma haste principal que cresce até 60 cm, com

ramos primários, secundários e terciários. O tipo rasteiro tem uma haste principal mais curta, cerca de 20 a 30 cm, e seus ramos primários se espalham pelo solo. Ambos têm uma arquitetura de haste principal e ramos primários, mas o rasteiro é mais denso devido a ramos adicionais (GODOY et al., 2005; QUEIROGA, 2018; TOSTA, 2018).

O sistema radicular do amendoimzeiro é complexo e profundo, com uma raiz pivotante e raízes laterais. Cerca de 60% das raízes estão nos primeiros 30 cm do solo, mas podem atingir mais de 60 cm. Como leguminosa, o amendoim tem nodulação em suas raízes, indicando a presença de bactérias fixadoras de nitrogênio. Esses nódulos são numerosos e pequenos, e estão presentes nas raízes principais, primárias e secundárias, com maior densidade nos 15 cm iniciais do sistema de raízes (CHELLIER; SILVESTRE, 1970; KRANS; HOHMANN; BIANCHINI, 1980; NAKAGAWA; ROSOLEM, 2011; TOSTA, 2018; SANTOS, 2021).

O amendoimzeiro, dependendo da variedade, possui um caule principal e ramificações que variam de 0,20 a 0,70 m de comprimento. A planta apresenta variação no tamanho e quantidade de ramificações, sendo mais densas no tipo rasteiro. A disposição das gemas pode variar, sendo uma característica usada para diferenciar as cultivares. Existem duas formas principais de crescimento: a sequencial, onde a haste principal produz ramos ascendentes, e a alternada, onde as gemas reprodutivas aparecem alternadamente (NAKAGAWA, ROSOLEM, 2011; QUEIROGA, 2018; SILVA, 2021).

A flor do amendoimzeiro é amarela, que se desenvolve na axila da folha, produzindo múltiplas flores que abrem uma de cada vez. O florescimento começa de quatro a seis semanas após o plantio e dura cerca de dois meses, com o número de flores atingindo seu pico e depois diminuindo gradualmente (FIGUEREDO, 2012; QUEIROGA, 2018; SANTOS, 2021).

O número de flores produzidas pelo amendoimzeiro aumenta em dias curtos, mas o início da floração é independente do período do dia. A floração é influenciada pelo tamanho da planta, temperatura média até cerca de 30°C e intensidade da luz, mas pode ser reduzida pela competição e estresses ambientais. Em cada ciclo de crescimento, a planta pode gerar de 250 a 350 flores, dependendo do tipo botânico (SMITH, 1954; BAGNALL; KING, 1991; PRASAD; CRAUFURD; SUMMERFIELD, 1999; SANTOS, 2018; CARREGA; ALVES, 2022).

Vale acrescentar que o sistema reprodutivo do amendoim é formado por flores hermafroditas e cleistogâmicas, permitindo, a ocorrência de autofecundação com baixa taxa de polinização cruzada, menos que 1% (NIGAM et al., 1990; KUMAR et al., 2019; MORAIS, 2020). A autopolinização normalmente ocorre imediatamente antes ou simultaneamente à abertura da flor. Os ovários do amendoimzeiro contêm entre dois e cinco óvulos, sendo dois o número mais comum. No entanto, é frequente o desenvolvimento de apenas uma única semente

no fruto, bem como a produção de ‘pops’ - vagens vazias. Em determinadas condições, as perdas de rendimento potencial podem ultrapassar 90% (SMITH, 1946; BANKS, 1990; NIGAM; RAO; GIBBONS, 1990).

As inflorescências de *Arachis hypogaea* geralmente possuem pelo menos três flores, mas raramente mais de uma se alonga simultaneamente. A abertura floral ocorre tipicamente no início da manhã e pode ser retardada por temperaturas mais baixas (NIGAM; RAO; GIBBONS, 1990; SMITH, 1950; SREELATHA; SUDHAKAR; UMAMAHESH, 2018).

Em comparação com o desenvolvimento de suas vagens, a planta de amendoim apresenta uma produção floral consideravelmente maior. Aproximadamente 40% das flores não conseguem se desenvolver plenamente, resultando apenas na formação de ginóforos. A temperatura média diária exerce uma influência significativa sobre o processo de floração, com temperaturas mais elevadas acelerando este processo (SREELATHA; SUDHAKAR; UMAMAHESH, 2018).

Após a fertilização, a flor do amendoim murcha e um tecido meristemático, o ginóforo, é ativado, carregando o ovário fertilizado e penetra no solo, entre 4 a 7 dias após a fertilização. A eficiência da transformação de flores em frutos é influenciada por vários fatores, sendo mais eficiente as plantas precoces e as que concentram seus ginóforos nos primeiros 15 cm de altura. O ginóforo, por meio dos pelos absorventes multicelulares, fornece nutrientes ao fruto em formação e inicia a formação da vagem após penetrar no solo. As primeiras vagens são visíveis 25 a 30 dias após o início da floração, e as sementes amadurecem entre 50 e 60 dias após a fertilização (GODOY et al., 2005; SANTOS; GODOY; FAVERO, 2005; JOSHI, 2005; QUEIROGA et al., 2018; SANTOS et al., 2021).

Para o melhoramento do amendoim, recomenda-se a seleção de genótipos com floração profusa, duração de florescimento mais curta e que concentrem a maioria dos ginóforos no primeiro terço da haste principal. Esses genótipos são frequentemente mais eficientes na produção e mais precoces, tornando-se genitores promissores para trabalhos de melhoramento, especialmente para o manejo de safrinha ou em ambientes semiáridos (LUZ, 2010).

Os frutos do amendoim contêm de um a cinco sementes. A casca compõe de 25 a 30% do peso total de frutas secas e é principalmente composta por celulose (CENTURION; CENTURION, 1998; FERREIRA, 2015). As cultivares apresentam variações no que diz respeito ao número e ao tamanho das sementes de amendoim. O tegumento pode apresentar cores variáveis, como branco, rosado, vermelho, roxo ou negro, inclusive com manchas de branco e vermelho. O embrião é constituído por dois cotilédones volumosos, ricos em óleo e

proteína, e um eixo reto com três gemas (uma apical e duas cotiledonares) (MAZZANI, 1961; FONSECA, 1981; CÂMARA et al., 1982; KISHLYAN et al., 2020).

Comercialmente, as sementes de película vermelha, rosada ou castanha são as mais comuns e de maior interesse econômico, devido ao seu elevado teor de óleo e proteínas (GODOY et al., 2005; TOOMER, 2017). A cobertura da semente do amendoim, também conhecida como pele ou película, varia em turgidez. Quando frescas, a película é turgida, clara e espessa. Quando armazenadas, a película adquire uma coloração vermelho-rosa, perde sua umidade e se torna fina e frágil (Figura 3) (FERRAZ et al., 1996).

**Figura 3** - Frutos e Sementes do Amendoinzeiro



**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2024).

### 3.4 ASPECTO FISIOLÓGICO DO AMENDOINZEIRO

A avaliação das características fisiológicas das culturas é um elemento-chave para identificar os genótipos mais promissores e as estratégias agronômicas mais eficazes para aumentar a produtividade e a sustentabilidade do amendoinzeiro (KOKKANTI et al., 2022). Entre as culturas, o amendoinzeiro, uma leguminosa, se destaca por possuir mecanismos fisiológicos que lhe permitem prosperar em condições climáticas adversas.

A versatilidade do amendoinzeiro é acentuada pela sua adaptabilidade produtiva, uma característica que lhe permite se ajustar a ambientes edafoclimáticos adversos e ainda manter uma produção satisfatória. Esta adaptabilidade, quando combinada com a precocidade dos genótipos de amendoim, torna o amendoim uma opção viável para regiões de clima semiárido, onde as adversidades climáticas são particularmente acentuadas (BRITO, 1992; SANTOS, 1995; MARTINS, 2020).

A adaptabilidade do amendoinzeiro é uma manifestação de sua plasticidade, que é evidenciada por mecanismos fisiológicos que permitem transformações na estrutura e no rendimento do vegetal em resposta às condições ambientais (PEIXOTO, 2008; DUARTE et al.,

2013; SILVA, 2022). Os fatores fisiológicos estão profundamente ligados à radiação solar e, em especial, à intensidade da luz, os quais impactam a atividade fotossintética, o crescimento do caule principal e dos galhos, a expansão das folhas, a formação de nódulos e outras características do vegetal (CÂMARA, 1998).

Nogueira e Santos (2000) destacam que a planta de amendoim tem a capacidade de tolerar condições de seca devido a seus mecanismos fisiológicos. Esta planta oleaginosa tem a habilidade genética de estender suas raízes para profundidades maiores para acessar água quando cultivada em solos apropriados (BRITO et al., 2020). Contudo, a produção pode ser afetada, pois a captação de água em profundidades maiores pode não ser suficiente para suprir toda a necessidade de evaporação da planta. Assim, entender esses mecanismos é crucial para um manejo eficiente do cultivo do amendoim (BOOTE et al., 1982; SILVA, 2010).

Para a cultura do amendoimzeiro, é importante que haja temperaturas elevadas. De acordo com Nogueira e Távora (2005), as temperaturas consideradas ideais para o desenvolvimento dessa cultura estão entre 25 e 35 °C (DA SILVEIRA, 2013). Além disso, a necessidade hídrica do amendoimzeiro está entre 450 e 700 mm. O amendoimzeiro, em termos de produção de matéria seca, que é um indicador direto da produtividade da cultura, o amendoim demonstra um desempenho notável, atingindo uma taxa de 19,6 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> (SANTOS; FREIRE; SUASSUNA, 2009).

A presença de plantas daninhas na cultura do amendoimzeiro pode ter um impacto significativo na lucratividade dos produtores (RODRIGUES et al., 2018). Isso ocorre devido ao aumento nos custos com herbicidas, à necessidade de mais operadores para o preparo do solo, às perdas na colheita e aos prejuízos na qualidade do produto (EMBRAPA, 2014; SILVA; SANTOS; CARREGA, 2019; ZERA, 2020). Tanto a produção quanto a condição fisiológica das sementes de amendoim sofrem redução quando o manejo adequado de ervas daninhas não é efetuado (YAMAUTI et al., 2010; SOUZA JUNIOR et al., 2010).

De acordo com Silva (2020), a diminuição na produção pode resultar em uma queda média de 76% na produtividade. No entanto, após a maturação fisiológica, as sementes de amendoim apresentam um período de dormência que varia de um a quatro meses, dependendo da cultivar. Notavelmente, essas sementes não apresentam um período de vida latente e podem germinar dentro do próprio fruto após a maturação fisiológica, se as condições permitirem (CÂMARA, 2016).

Melhorar a condição fisiológica das sementes de amendoimzeiro é um desafio devido à maturação desuniforme das vagens (OKADA et al., 2021). Raramente se consegue atingir uma taxa de germinação acima de 80%, sendo que uma das estratégias para superar esse desafio é

aprimorar a nutrição do solo (NAKAGAWA; IMAIZUMI; ROSSETTO, 1993; CORDEIRO et al., 2022).

A seca desencadeia uma variedade de processos fisiológicos nas plantas, e algumas dessas respostas permitem que as plantas sobrevivam e se adaptem a essas condições com pouca perda na produção (MAHANTESH et al., 2018; GUNDARANIYA et al., 2020). É essencial examinar as características fisiológicas para identificar genótipos de amendoim tolerantes à seca, pois essas respostas variam entre genótipos da mesma espécie e diferentes condições ambientais (BHARATHI, 2022).

Esta adaptação ambiental é especialmente relevante quando consideramos culturas como o amendoim. A produção de sementes de amendoim com alto potencial fisiológico exige técnicas e manejo cuidadoso. No entanto, mesmo com a tecnologia mais avançada, nem todas as sementes produzidas são viáveis e vigorosas. Isso leva a um desafio comum para os produtores de sementes de amendoim: a produção de sementes com germinação suficiente para garantir um estande adequado de plantas (Figura 4) (BARBOSA et al., 2014; BARBIZAN, 2020).

**Figura 4** – Esquema de desenvolvimento do Amendoimzeiro



**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2024).

O cultivo do amendoimzeiro se destaca como uma das plantações que têm a capacidade de gerar uma maior quantidade de alimentos no mesmo terreno agrícola. Isso é viabilizado por cultivares mais produtivas, nutritivas e resistentes, obtidas pelo melhoramento convencional, como também por meio das ferramentas da biotecnologia e da genômica (DEVECHIO;

PEDROSO, 2021; RAMOS, 2022). Quando o amendoineiro exibe vigor desde o início do crescimento até o enchimento da vagem e mantém essa força em condições adversas, resulta em uma alta taxa de colheita. Tais características são elementos-chave para um rendimento precoce na cultura do amendoim

### 3.4.1 Ciclo e Fases Fenológicas do Amendoim

O ciclo de vida do amendoineiro pode ser categorizado em quatro fases distintas., cada uma com características e processos únicos (BRASIL, 2023):

Fase I - Plantio/Emergência: Esta é a fase inicial, que começa com o plantio da semente e termina com a emergência da planta.

Fase II - Crescimento/Desenvolvimento: Durante esta fase, a planta de amendoim cresce e se desenvolve, preparando-se para a próxima fase de floração.

Fase III - Floração: Esta é a fase em que a planta de amendoim floresce, um passo crucial para a produção de sementes.

Fase IV - Maturação Fisiológica: Esta é a fase final, onde a semente de amendoim atinge a maturidade fisiológica, pronta para a colheita.

As cultivares de amendoineiro foram classificadas em três grupos com base na duração do seu ciclo de vida, expresso como o número de dias desde a emergência até a maturação fisiológica (n) (BRASIL, 2023) (Figura 5):

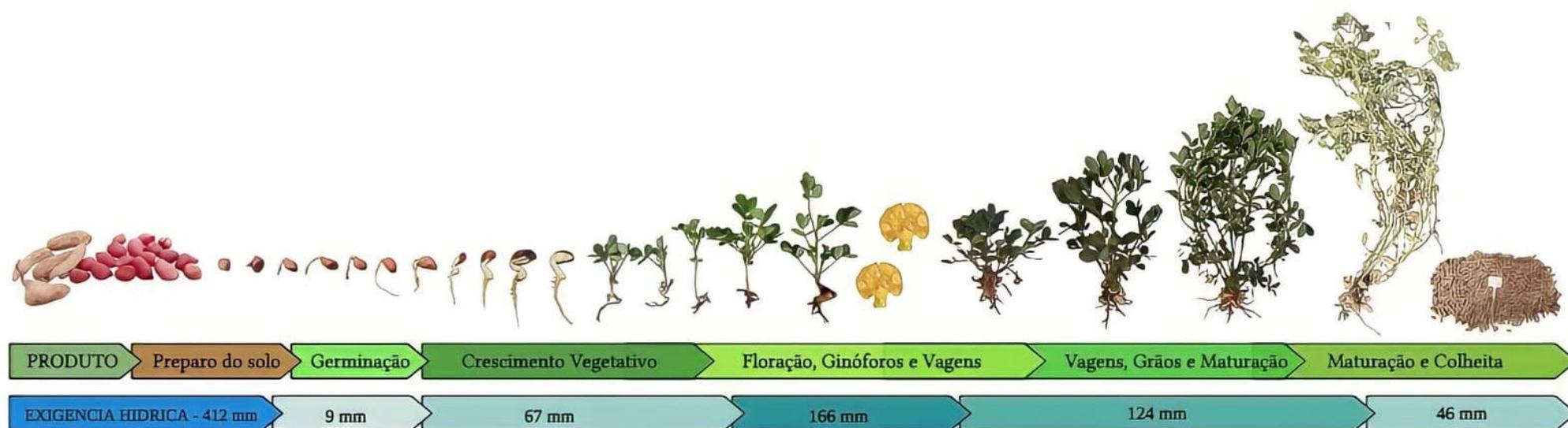
Grupo I: Cultivares com um ciclo de vida curto ( $n < 115$  dias).

Grupo II: Cultivares com um ciclo de vida médio ( $115 \text{ dias} \leq n \leq 135$  dias).

Grupo III: Cultivares com um ciclo de vida longo ( $n > 135$  dias).

Essa classificação permite uma melhor compreensão das diferenças entre as cultivares de amendoim e pode auxiliar na escolha da cultivar mais adequada para diferentes condições de cultivo.

**Figura 5** - Ciclo de Desenvolvimento do Amendoizeiro



**Fonte:** (ASSUNÇÃO; ESCOBEDO, 2009). Elaborado pelo Autor (2024).

### 3.5 CARACTERÍSTICAS DISTINTAS DOS PRINCIPAIS TIPOS DE AMENDOINZEIRO

Dada a complexidade de classificar *Arachis hypogaea* L. em variedades botânicas, pesquisadores norte-americanos agruparam as variedades comerciais em quatro grupos principais: Runner, Virginia, Spanish e Valencia. Os grupos são determinados por uma série de características vegetativas e reprodutivas (GREGORY; SMITH; YARBROUGH, 1951; OTYAMA et al., 2019).

As características distintivas incluem o hábito de crescimento, que pode variar de ereto a semi-ereto ou rasteiro, a forma como se ramifica, a duração do ciclo de crescimento, o tamanho e a cor das sementes, bem como o número de vagens que uma planta pode gerar e o número de sementes que cada vagem pode abrigar. Além disso, essas características podem ser influenciadas por fatores como a dormência da semente e o período de maturação da planta (CHEN et al., 2014; FRANÇA, 2019; KADIROĞLU, 2023). Do ponto de vista botânico, o amendoim é dividido em duas subespécies: *hypogaea* e *fastigiata*. As plantas da subespécie *hypogaea*, que incluem os tipos Virginia, são caracterizadas pela ausência de inflorescência na haste principal, ramos primários reprodutivos e vegetativos alternados, e um ciclo de crescimento mais longo (SREELATHA; SUDHAKAR; UMAMAHESH, 2018).

No entanto, Gibbons, Bunting e Smartt (1972) e Kadiroğlu (2023) descreveram as variedades botânicas em detalhes da seguinte maneira, como: dentro desta subespécie, o tipo Virgínia bunch tem um hábito de crescimento que pode ser procumbente a ereto, com um eixo principal na forma procumbente, curto e não excedendo 40-50 cm, vagem com 2 sementes e maturação média tardia. A variedade Virgínia runner tem um hábito de crescimento procumbente e um eixo principal que pode exceder 1 m, vagem fortemente bicada e com 2-4 sementes, e maturação muito tardia.

Em contraste, as plantas da subespécie *fastigiata*, que incluem os tipos Valencia e Spanish, possuem porte ereto, inflorescência na haste principal e têm um ciclo de crescimento mais curto. Dentro desta subespécie, a variedade Valência tem ramos vegetativos nos primários ausentes ou regularmente colocados nos nós distais, inflorescência simples, vagens com 2-4 sementes (raramente 5), bico da vagem ausente ou leve, e cor da testa que pode ser bronzeada, vermelha, branca, amarela, roxa ou variegada.

A Spanish tem ramos vegetativos ocasionais e regularmente colocados, inflorescência composta, vagem geralmente com 2 sementes, bico presente ou ausente, e cor da testa que pode ser bronzeada, vermelha, branca ou roxa.

A indústria alimentícia explora amplamente a diversidade de amendoins, com variedades como Runner e Virginia usadas para manteiga de amendoim e lanches gourmet, respectivamente. Spanish, ideal para extração de óleo e confeitaria, e Valencia, vendido na casca ou torrado por seu sabor mais doce, também são populares. No Brasil, Valência e Virgínia são as cultivares mais utilizadas, destacando a versatilidade do amendoim como um recurso agrícola valioso (GODOY et al., 2005; HEID et al., 2016; NATIONAL PEANUT BOARD, 2021; KADIROĞLU, 2023).

### 3.6 MANEJO AGRONÔMICO DO AMENDOINZEIRO

O amendoineiro, adaptável a várias condições, é uma cultura de alto potencial no Brasil (SILVA et al., 2018). A colheita é realizada quando aproximadamente 70% das vagens atingem a maturidade, seguida de secagem (estufa ou campo 5 a 7 dias) (BOLONHEZI, 2013). A umidade excessiva pode levar à germinação nas vagens e à proliferação de *Aspergillus*, produtor de aflatoxina que pode ser carcinogênica, imunossupressora e hepatotóxica em células humanas (BOLONHEZI, 2013; OJIEWO et al., 2020).

A colheita em períodos secos, secagem completa e armazenamento adequado são essenciais para a qualidade do amendoim (LIEN, 2019; MORAIS, 2020). As perdas na colheita podem chegar a 30% (SANTOS, 2013). O momento de colheita do amendoim é geralmente determinado pela observação de manchas escuras na parte interna da casca da vagem. Para variedades eretas, a colheita é ideal quando cerca de 70% das vagens têm uma coloração interna escura. Para variedades rasteiras, a colheita ocorre quando 60-65% das vagens atingem a maturidade (GODOY et al., 2005).

O estágio de maturação do amendoim pode ser identificado ao inspecionar vagens de plantas removidas aleatoriamente. Vagens maduras têm manchas marrom-escuras internas, sementes completamente formadas e uma película da cor característica da variedade, embora um pouco mais clara. Vagens imaturas têm sementes sem coloração e a parte interna da casca branca (QUEIROGA et al., 2018).

A operação de secagem dos frutos é de máxima importância para preservar o valor e a qualidade do amendoim. As vagens que, por ocasião do arrancamento, apresentam teor de água em torno de 40% (30 a 50%), ou mais, devem ter o seu teor reduzido para 8 a 10%, para possibilitar o armazenamento posterior, sem problemas (SANTOS; FREIRE; SUASSUNA, 2009; NAKAGAWA, ROSOLEM, 2011).

### 3.7 MELHORAMENTO GENÉTICO

O desenvolvimento de várias espécies comerciais tem sido grandemente beneficiado pelos métodos convencionais e modernos adotados no melhoramento genético. Os acessos introduzidos nas coleções servem como fonte de matéria-prima para o início dos trabalhos de melhoramento (SANTOS et al., 2013).

A duração necessária para a criação de uma nova cultivar é fortemente influenciada pelo ciclo da espécie. No contexto das espécies autógamas, os processos de autofertilização natural são fatores significativos para a progressão das gerações e obtenção de pureza varietal. No entanto, uma restrição das espécies autógamas é a limitação da variabilidade genética dentro da mesma espécie, o que pode dificultar o avanço no aprimoramento. Entretanto, a variabilidade pode ser ampliada por meio de novas introduções ou através de cruzamentos intraespecíficos ou interespecíficos (SANTOS et al., 2013).

Compreender o perfil genético da população é essencial para os programas de melhoramento genético. O conhecimento possibilita a elaboração e aplicação de metodologias que embasam as diversas técnicas de aprimoramento empregadas hoje em dia, seja para plantas autógamas ou alógamas (SÁNCHEZ, 2013).

Além disso, conforme Sánchez (2013), a diferenciação dos sistemas reprodutivos e da estrutura genética é um elemento essencial para o aprimoramento de uma espécie. Simultaneamente, todos os métodos utilizados para gerenciar populações segregantes e para selecionar plantas superiores dependem não apenas da estrutura, mas também da base genética de cada espécie. Portanto, entender esses dois componentes - estrutura genética e sistemas reprodutivos - é crucial para o sucesso do melhoramento genético.

Neste contexto, a melhoria das plantas tem sido orientada com metas específicas. Estas envolvem: incrementar ou manter estável a produtividade; melhorar a qualidade ou a quantidade de proteínas, óleos, açúcares, vitaminas, minerais e a preservação após a colheita; desenvolver variedades resistentes a doenças e pragas; ampliar a resistência a condições climáticas ou de solo desfavoráveis; e introduzir características exóticas, isto é, atributos não presentes nas espécies, que possibilitem a produção de biofármacos, a resistência a herbicidas, entre outros aspectos (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ-NETO, 2021).

O maior desafio do melhorista é desenvolver cultivares superiores aos que se encontram no mercado. A criação de cultivares com alto rendimento é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento do amendoim (CHEN et al., 2016; MARTINS, 2020). A eficácia do processo de seleção é influenciada por vários fatores, incluindo o tamanho da diversidade

genética, o valor da herdabilidade, o padrão de segregação, o número de genes e a ação gênica que controla um determinado caráter (BARMAWI, 2007; SA'DIYAH et al., 2009).

O objetivo da implementação da seleção é aumentar a frequência dos genótipos segregantes desejados. O processo continua até que sejam obtidos genótipos segregantes transgressivos que são homozigotos para todos os genes que passaram pelo processo de fixação (JAMBORMIAS; RIRY, 2009). A variabilidade genética é crucial para programas de melhoramento que visam variedades de alto rendimento. A eficácia do material selecionado é determinada pela natureza e amplitude de sua variabilidade genética (GALI et al., 2021).

A variabilidade é avaliada por parâmetros como coeficiente de variação fenotípica, coeficiente de variação genotípica, e estimativas de herdabilidade, que é a razão da variância genética para a variância fenotípica herdável, é um conceito importante no melhoramento genético. No entanto, alta herdabilidade nem sempre indica melhor resposta à seleção, pois inclui fatores genéticos não aditivos (HAMPANNAVAR et al., 2018; VINITHASHRI et al., 2019). Um caráter com maior estimativa de herdabilidade em uma cultura autopolinizada é provável que seja controlado por variação genética aditiva (FALCONER, 1960).

O avanço genético fornece uma indicação valiosa da natureza da herança e da eficácia da seleção para uma característica específica (JOHNSON; ROBINSON; COMSTOCK, 1955). A diversidade genética entre acessos de *A. hypogaea* é frequentemente limitada, especialmente quando os estudos se concentram em acessos da mesma subespécie que não sofreram alterações no processo genealógico. A restrição é resultado da característica autogâmica da espécie, intensificada pela cleistogamia, que garante a consistência varietal ao longo das gerações de reprodução (POZZI et al., 2014).

Devido ao amendoineiro ser um alotetraploide e a maioria das espécies selvagens de *Arachis* serem diploides, uma maneira eficiente de introduzir variabilidade genética de espécies selvagens de *Arachis* no amendoim cultivado é produzir híbridos interespecíficos alotetraploides que são compatíveis com o amendoim. Este método tem sido usado extensivamente em *Brassica* e está sendo cada vez mais usado em amendoim (RAHMAN, 2013; ZHAN et al., 2017; LEAL-BERTIOLI et al., 2018; BALLE'N-TABORDA et al., 2019).

A maioria dos programas de melhoramento do amendoim depende do uso de cultivares estabelecidas e linhagens elites em ambientes e/ou locais específicos (HALWARD; WYNE, 1991). Apesar de apresentar bons traços qualitativos, quantitativos e agrônômicos, o amendoim cultivado possui uma base genética estreita, ressaltando a necessidade de introduzir mais variabilidade na população segregante (NABI et al., 2021).

No melhoramento genético, a ampla variabilidade é essencial para uma seleção eficiente que resulte em ganhos genéticos significativos, sendo crucial para o desenvolvimento de novas cultivares. A estimativa de parâmetros genéticos é uma ferramenta valiosa para prever e orientar programas de melhoramento na seleção dos genótipos mais promissores (FALCONER; MACKAY, 1996; RAMALHO et al., 2012).

A genética quantitativa, uma área fundamental no melhoramento genético, lida com características quantitativas e permite a identificação, acumulação e perpetuação de genes favoráveis. Modelos genético-estatísticos são usados para obter estimativas de parâmetros genéticos, que auxiliam na compreensão da natureza da ação dos genes envolvidos na expressão das características. Tais estimativas também servem como indicadores da probabilidade de sucesso na obtenção de ganhos em processos seletivos (RESENDE, 2015).

Além disso, a genética quantitativa visa identificar a parte herdável da média e da variância, permitindo a investigação da magnitude da variância aditiva e da variância devido aos desvios da dominância. Essas informações ajudam a prever as consequências de diferentes estratégias de seleção e auxiliam na escolha do método de melhoramento mais adequado para o objetivo do programa (CRUZ, 2012).

A seleção do genitor é uma etapa crucial no melhoramento genético, especialmente para características quantitativas. Os genitores devem ser escolhidos para produzir gerações com alta segregação (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). A maioria das características importantes para a agricultura é quantitativa, controlada por muitos genes e fortemente influenciada pelo ambiente. Portanto, para ter sucesso em um programa de melhoramento, é necessário entender a proporção da variabilidade fenotípica que é herdável e os principais tipos de ações gênicas envolvidas no controle genético dessas características (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004; RAMALHO et al., 2012).

Assim, os resultados das análises de variância permitem a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos, como herdabilidade, variâncias, covariâncias e correlações, e prever os avanços por meio de seleção direta, indireta e por índices de seleção. No contexto do melhoramento genético, é crucial obter estimativas de parâmetros genéticos, como médias e variâncias, para avaliar o potencial da população e estabelecer métodos eficazes de seleção (CRUZ, 2001; CRUZ, 2021). As projeções de parâmetros genéticos oferecem dados para antecipar os avanços genéticos, reconhecer a natureza da ação dos genes que atuam no controle dos atributos quantitativos e auxiliar na determinação dos métodos de melhoramento a serem empregados (GOMES, 2015).

O sucesso de qualquer programa de melhoramento depende da escolha correta dos melhores indivíduos para serem usados como genitores. A estimativa de parâmetros genéticos é essencial para o sucesso do programa (FARIAS NETO; CLEMENT; RESENDE, 2013). Os parâmetros genéticos de maior interesse para os programas de melhoramento incluem a variância ambiental, fenotípica e genética, e a herdabilidade. As variâncias genéticas aditivas e não aditivas, a herdabilidade, o coeficiente de variação genético, as correlações e as predições de ganho por seleção são parâmetros principais (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992; RESENDE, 2002).

A variância genotípica, composta por variância genética aditiva, dominância e epistática, é crucial no melhoramento genético. A variância genética aditiva, referente aos efeitos médios dos genes, é a principal razão para a semelhança entre parentes e indica o potencial da população para seleção e melhoramento de uma característica específica (VENCOVSKY, 1969; NAMKOONG, 1979; FALCONER, 1987; VIANA; GONÇALVES, 2005; CRUZ; OLIVEIRA, 2021).

A variância genética de dominância é relevante para explorar a heterose ou o vigor híbrido, enquanto a variância epistática é atribuída às interações entre alelos de locais distintos (VENCOVSKY, 1969; VIANA; GONÇALVES, 2005; OLIVEIRA, 2021). O coeficiente de variação genotípica ( $CV_g$ ) indica o grau de variação genética de uma característica, sendo que estimativas acima de 10% são adequadas para uma seleção eficaz (RESENDE, 2002; RESENDE, 2007). O coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação ambiental ( $CV_g/CV_e$ ) são usados para comparar a variabilidade genética da população e indicar se os materiais genéticos são propícios para a seleção (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992; CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2012).

A herdabilidade, que descreve o grau de correspondência entre o fenótipo de um organismo e seu valor genético, é um parâmetro genético crucial nos programas de melhoramento, orientando as estratégias para desenvolver uma nova cultivar (FALCONER; MACKAY, 1996). Quando o efeito dos genótipos é considerado fixo, a herdabilidade é expressa pelo coeficiente de determinação genotípica, que pode ser classificado em baixo (entre 10 e 40%), médio (entre 40 e 70%) ou alto (maiores que 70%) (YOKOMIZO; VELLO, 2000; SOUZA, 2018).

A herdabilidade, representando a proporção da variância total atribuída ao efeito médio dos genes, é extremamente importante, pois determina o grau de semelhança entre parentes e serve como um guia confiável para converter o valor fenotípico em valor genotípico (FALCONER, 1987). O sucesso do melhoramento genético de uma característica depende

diretamente de sua herdabilidade e da existência de variação na população. Para características qualitativas, a herança segue padrões simples, enquanto para características quantitativas, a herança é mais complexa, resultando da ação de vários genes com pequenos efeitos individuais que são bastante influenciados pelo ambiente (CRUZ et al., 2014).

O índice de seleção, que combina vários valores fenotípicos, é essencial para uma seleção eficaz em programas de melhoramento, pois permite avaliar um conjunto de características agrônômicas importantes para a seleção simultânea (GARCIA; SOUZA JUNIOR, 1999; CRUZ; REGAZZI, 2001). Apesar do desafio na seleção de plantas superiores devido à baixa herdabilidade de muitos traços de interesse, a utilização de índices de seleção costuma gerar resultados mais satisfatórios, com uma distribuição de ganhos mais equilibrada nas demais características (BÁRBARO et al., 2009; CRUZ, 2013; FREITAS et al., 2014; CRUZ et al., 2014).

Existem diversos índices de seleção, categorizados em paramétricos e não paramétricos. Os índices paramétricos buscam melhorar o valor genotípico, enquanto os índices não paramétricos visam apenas a classificação dos genótipos (CRUZ, 2012; CRUZ, 2006; DALBOSCO et al., 2018). Portanto, os índices representam uma alternativa de seleção rápida e eficiente, identificando as plantas mais adequadas aos objetivos do programa de melhoramento (CRUZ et al., 2014).

O índice de ranks, proposto por Mulamba e Mock em 1978, é um exemplo de índice de seleção fácil de usar, comumente usados para a seleção simultânea de várias características. Esta técnica multivariada não paramétrica classifica as plantas em uma ordem hierárquica, atribuindo valores mais altos às plantas com melhor desempenho para cada característica. A soma desses valores é usada para classificar as plantas, sendo que quanto menor a soma, melhor é o desempenho da planta (RANGEL et al., 2011; SILVA; VIANA, 2012).

Este índice, um exemplo de índice não paramétrico, não requer a variância e as covariâncias fenotípicas e genotípicas, apenas as médias. Ele corresponde à classificação dos genótipos para cada característica avaliada, considerando múltiplas características (FRANÇA et al., 2016). Os programas de melhoramento genético do amendoim estão focados em aumentar a produtividade em condições de deficiência hídrica. No Brasil, esses programas têm expandido suas pesquisas para o desenvolvimento de plantas resistentes a doenças foliares e pragas. No entanto, apesar desses avanços, as pesquisas sobre os estresses abióticos ainda são limitadas devido à base genética dos materiais (THANGTHONG et al., 2017; CARREGA et al., 2020).

Nesse contexto, o programa de melhoramento do amendoim visa desenvolver cultivares altamente produtivas, adaptadas e resistentes a doenças e insetos-pragas

(MIQUELONI; ASSIS, 2020). Para isso, são necessários estudos de caracterização e desempenho gênico, além da estimativa de parâmetros genéticos e compreensão das relações entre as características que compõem os critérios de seleção (SIMEÃO et al., 2017).

No entanto, nos últimos anos, mudanças climáticas significativas têm intensificado a ocorrência de períodos de seca, aumentando a importância dos estudos sobre estresse hídrico, uma vez que a deficiência hídrica é uma das principais causas de perdas no rendimento da cultura do amendoim (JAIN et al., 2018; CARREGA et al., 2020; MARTINS, 2020).

A seleção de genitores para cruzamentos é uma etapa inicial importante do programa de melhoramento, baseada na avaliação de um número adequado de linhagens e cultivares introduzidas (NORDEN; SMITH; GORBET, 1982). Alguns princípios são pré-determinados, como rendimento superior em vagens e manejo cultural, são considerados no desenvolvimento de novas cultivares. A importância de outras características varia dependendo da região (CORDEIRO et al., 2021; BASSANEZI, 2021). No entanto, é reconhecida a falta de informações sobre o controle genético de algumas características relevantes no amendoim (SILVA, 2013; PONTES, 2019).

Contudo, a maneira mais segura e econômica de garantir a produtividade do amendoim, especialmente na região semiárida, é adotar cultivares tolerantes ao estresse hídrico (DUARTE, 2013). Diversas cultivares de amendoim são usadas em todo o Brasil, dezoito delas são oficialmente registradas para cultivo comercial e produção de sementes certificadas. Como descrito por Jiovanangelo et al. (2020): as principais variedades de porte ereto registradas pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) incluem: BR 1, BRS 151-L7, BRS Havana, BRS Perola Branca, IAC 22, IAC 5, IAC 8112, IAC Oirã, IAC Poitara, IAC Tupã, IAC Tatu ST, IAC Tatu Vermelho, Iapar 25. As principais variedades de porte rasteiro registradas pelo MAPA incluem: IAC 127, IAC 137, IAC 147, IAC 213, IAC Caiapó, IAC Runner 886, IAC 503, IAC 505, Tamrun OL1, Granoleico, Pronto AO, George Agriem.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram realizados em dois locais distintos na Paraíba, de abril a setembro de 2023. O primeiro foi na Estação Experimental da Empaer, em Alagoinha, e o segundo na Embrapa Algodão, em Campina Grande.

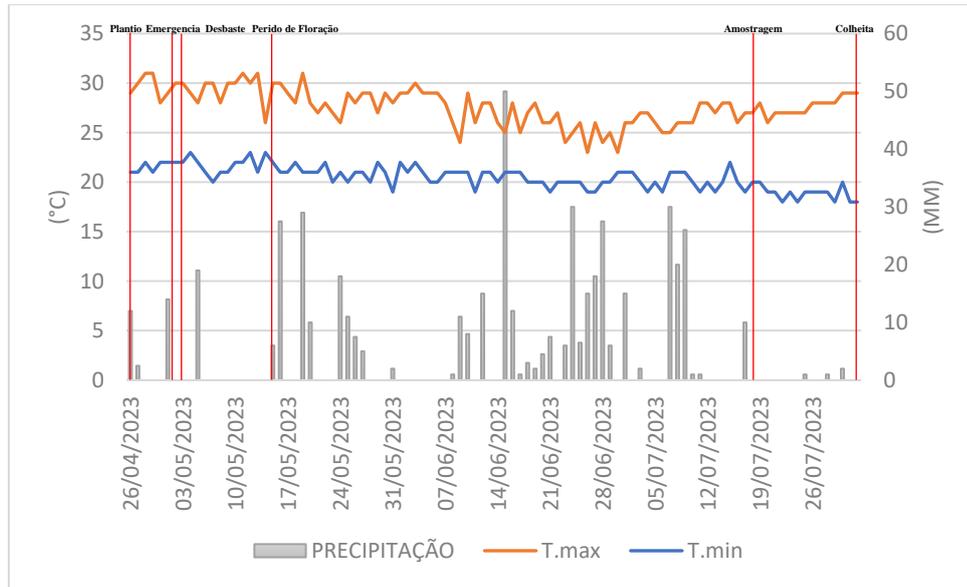
Alagoinha, situada na microrregião de Guarabira, tem um clima As' (quente e úmido) segundo a classificação de Köppen-Geiger. O período chuvoso vai de março a agosto, com uma precipitação média anual de 995 mm. A temperatura média anual varia entre 22 °C e 26 °C, e a umidade relativa do ar é de cerca de 83,3% (IBGE, 2021; SANTOS et al., 2018; AESA, 2020; INMET, 2020; NÓBREGA et al., 2022).

Campina Grande, localizada no planalto da Borborema, também tem um clima As'. A precipitação anual é de 875,1 mm, com os meses mais chuvosos de março a agosto. De setembro a fevereiro, a precipitação é menor, variando entre 13,2 mm e 55,3 mm. A cidade tem uma temperatura média de cerca de 23 °C e uma umidade relativa do ar de 78% (SILVA; ALMEIDA, 2012; MEDEIROS et al., 2021).

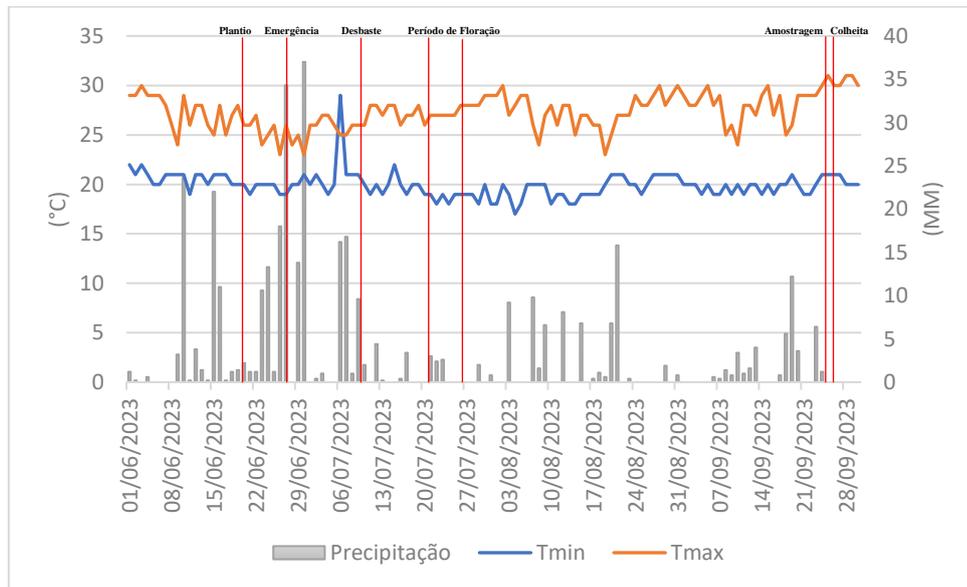
Durante o experimento, foram registradas as precipitações nos municípios de Alagoinha e Campina Grande. Em Alagoinha, a precipitação totalizou 588 mm, distribuídos da seguinte forma: abril (106 mm), maio (149 mm), junho (224 mm) e julho (109 mm) (Figura 6). Em Campina Grande, a precipitação totalizou 382 mm, distribuídos da seguinte forma: junho (202,9 mm), julho (66,2 mm), agosto (69,9 mm) e setembro (43,0 mm) (Figura 7).

A precipitação em Campina Grande, embora baixa durante o experimento, esteve próxima do esperado para os meses de produção, segundo os dados da AESA de Climatologia. A precipitação média mensal para os meses de condução do experimento na região é de aproximadamente: junho (110,2 mm), julho (106,7 mm), agosto (58,4 mm) e setembro (28,2 mm), totalizando 303,5 mm.

Em Alagoinha, a precipitação superou o previsto. Segundo dados de Saraiva et al. (2020), coletados na AESA/PB, a precipitação média mensal para os meses em que o experimento foi instalado na região é de aproximadamente: abril (120 mm), maio (95 mm), junho (110 mm) e julho (90 mm), totalizando 415 mm. No entanto, a precipitação observada foi de 588 mm, bem acima da média.

**Figura 6 - Temperatura e Precipitação durante condução do experimento em Alagoinha**

Fonte: Laboratório de Meteorologia da Embrapa, 2023. ACCUWEATHER, 2023.

**Figura 7- Temperatura e Precipitação durante condução do experimento em Campina Grande**

Fonte: Laboratório de Meteorologia da Embrapa, 2023. ACCUWEATHER, 2023.

O solo da área experimental em Alagoinha foi classificado como Planossolo Háplico eutrófico méstico solódico com horizonte A moderado e de textura franco arenosa de acordo com SiBCS (SANTOS et al., 2018). Os dados sobre análise de solo são apresentados na Tabela 1.

Na área experimental de Campina Grande (Embrapa), o solo encontra-se na classificação textural de 'Franco-Arenoso', com uma porosidade média de 50,64%. Um solo

franco-argiloso possui uma maior quantidade de poros quando comparado a um solo arenoso, sendo que este último apresenta uma maior quantidade de macroporos. Com isso, a retenção de água é maior em um solo com um maior teor de argila (RIBEIRO, 2019). Os dados sobre análise de solo são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 1** - Características físico-químicas do solo da área experimental em Alagoinha. Empaer, 2022

Análise de fertilidade do solo											
pH H <sub>2</sub> O	Complexo Sortivo (mmolc/dm <sup>3</sup> )							%	Mmolc /dm <sup>3</sup>	mg/d m <sup>3</sup>	g/kg
1:2,5	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S	H+Al	T	V	Al <sup>+3</sup>	P	M.O.
5,5	35,6	11,5	0,3	2,7	50,1	32,2	82,3	60,9	0,0	1,5	12,7

Fonte: Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas (Embrapa).

pH: Medida da acidez ou alcalinidade do solo; H<sub>2</sub>O 1:2,5: Relação de água para solo usada na medição do pH; Ca<sup>2+</sup>: Cálcio; Mg<sup>2+</sup>: Magnésio; Na<sup>+</sup>: Sódio; K<sup>+</sup>: Potássio; S: Soma de bases (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>); H+Al: Acidez potencial do solo (Hidrogênio + Alumínio); T: Capacidade de troca catiônica total do solo; V%: Saturação por bases (percentual da capacidade de troca catiônica ocupada por cátions básicos); Al<sup>3+</sup>: Alumínio; P (mg/dm<sup>3</sup>): Fósforo e M.O. (g/kg): Matéria orgânica.

**Tabela 2** - Características físico-químicas do solo da área experimental em Campina Grande. Embrapa, 2023

Análise de fertilidade do solo											
pH H <sub>2</sub> O	Complexo Sortivo (mmolc/dm <sup>3</sup> )							%	Mmol c/dm <sup>3</sup>	mg/d m <sup>3</sup>	g/kg
1:2,5	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S	H+Al	T	V	Al <sup>+3</sup>	P	M.O.
7,15	28,1	5,80	0,2	1,85	36,0	0,0	36,0	100,0	0,0	35,16	8,81

Fonte: Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas (Embrapa).

pH: Medida da acidez ou alcalinidade do solo; H<sub>2</sub>O 1:2,5: Relação de água para solo usada na medição do pH; Ca<sup>2+</sup>: Cálcio; Mg<sup>2+</sup>: Magnésio; Na<sup>+</sup>: Sódio; K<sup>+</sup>: Potássio; S: Soma de bases (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>); H+Al: Acidez potencial do solo (Hidrogênio + Alumínio); T: Capacidade de troca catiônica total do solo; V%: Saturação por bases (percentual da capacidade de troca catiônica ocupada por cátions básicos); Al<sup>3+</sup>: Alumínio; P (mg/dm<sup>3</sup>): Fósforo e M.O. (g/kg): Matéria orgânica.

#### 4.2 GENÓTIPOS UTILIZADOS NO ENSAIO DE SELEÇÃO

Este estudo utilizou oito linhagens derivadas do retrocruzamento entre a cultivar BR1 e um alotetraploide induzido, denominado BatDur. BatDur é o resultado do cruzamento entre *Arachis batizocoi* K9484 e *Arachis duranensis* SeSn 2848 (*A. batizocoi* K9484 x *A. duranensis*

SeSn 2848)4x que foi produzido usando acessos selvagens do banco de germoplasma de *Arachis* na EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia (LEAL-BERTIOLI et al., 2015). As linhagens foram cultivadas em campo e submetidas a condições de sequeiro.

A BR1 (*A. hypogaea* subsp. *Fastigiata*, var. *fastigiata* cv. BR1), um alotetraploide de crescimento ereto e precoce, adaptado a climas tropicais e semiáridos, foi selecionado como genitor devido à sua notável capacidade de produzir vagens maduras mesmo em condições de baixa disponibilidade de água, seja intermitente ou no final da estação, e por sua produtividade e rapidez de desenvolvimento (GOMES et al., 2007; PEREIRA et al., 2015; PEREIRA et al., 2016).

O genitor *A. duranensis* SeSn 2848, uma espécie selvagem nativa de regiões com baixa precipitação na Bolívia e Argentina, é adaptado a períodos intermitentes de seca e exibe um comportamento de transpiração conservadora. Este comportamento pode ser benéfico para a introgressão (KRAPOVICKAS et al., 2007; LEAL-BERTIOLI et al., 2012). *Arachis batizocoi*, que foi o doador do genoma B do amendoim, foi usado como genitor feminino para o genitor masculino, *A. duranensis* (FÁVERO et al., 2015).

Após o cruzamento entre BR1 e BatDur, a progênie F2 deste híbrido foi retrocruzada com BR1 {BR1 x [BR1 x BatDur (*A. batizocoi* K9484 x *A. duranensis* SeSn 2848)4x]}. Os indivíduos BC1F1 resultantes foram autofecundados, gerando um total de 281 sementes. As plantas BC1F2 foram então cultivadas em estufa e campo para identificar plantas tolerantes à seca (DUTRA, 2019).

Na primeira geração do alotetraploide induzido, as descendências exibiram caracteres fenotípicos mais próximos das espécies selvagens, especialmente em relação às vagens. No entanto, um único ciclo de retrocruzamento com BR1, aliado a um processo seletivo, foi suficiente para restabelecer os caracteres das vagens ao padrão comercial desejado (Tabela 3) (DUTRA, 2019).

As linhagens desenvolvidas neste estudo são materiais promissores para avançar no melhoramento do amendoim para o semiárido (Figura 8 e 9). Elas mostraram avanços em traços relacionados à resistência à seca, como eficiência no uso da água, alta produtividade e floração antecipada (precocidade) - todos caracteres valiosos para o cultivo em regiões com escassez de água.

**Tabela 3** - Os Genótipos de amendoizeiro analisados nos campos experimentais localizados em Alagoinha - PB e Campina Grande - PB

<b>Tratamentos</b>	<b>Genótipos</b>
<b>1</b>	RC 96 P9
<b>2</b>	RC 79 P9
<b>3</b>	RC 53 P4
<b>4</b>	RC 51 P4
<b>5</b>	RC 82 P6
<b>6</b>	RC 78 P1
<b>7</b>	RC 51 P8
<b>8</b>	RC 79 P6
<b>9</b>	BR1*

\*: Testemunha

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

**Figura 8** - Área experimental de Alagoinha – PB



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

**Figura 9** - Área experimental de Campina Grande – PB



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

### 4.3 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram instalados usando o delineamento de blocos completos randomizados (DBC), com 9 tratamentos (genótipos) e dois ambientes, com quatro repetições. Cada genótipo foi semeado em uma linha de 5 metros de comprimento, espaçadas em 80 cm, contendo 25 covas espaçadas a 0,20 m uma da outra, com duas sementes por cova. A densidade em cada linha foi de 50 plantas por parcela, sendo a área útil composta por 10 plantas selecionadas das fileiras centrais, excluindo as plantas das bordas.

Antes do plantio, realizou-se a subsolagem nos dois ambientes, visando descompactar o solo e melhorar a infiltração. Logo após, utilizou-se a grade aradora e, em seguida, a niveladora. Foi realizada uma adubação de correção, aplicando 3.000 Kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com PRNT de 90%, e 241 Kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante fosfato monoamônico (MAP), contendo os nutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), de acordo com as análises e recomendações dos fabricantes, após a área ser preparada para o plantio.

O plantio foi realizado de forma manual em 26 de abril em Alagoinha (PB) e em 20 de junho em Campina Grande (PB), no ano de 2023. Em Alagoinha, a emergência ocorreu 5 dias após o plantio, e em Campina Grande, a emergência ocorreu 6 dias após o plantio. As plantas iniciaram sua floração 14 dias após a emergência em Alagoinha, e 26 dias após a emergência em Campina Grande (Figura 6 e 7).

O cultivo do amendoimzeiro foi conduzido em regime de sequeiro, seguindo as recomendações da Embrapa Algodão para o cultivo (SANTOS et al., 2006), considerando a análise de solo específica da região. As sementes foram tratadas previamente com fungicidas antes do plantio, e no período de desbaste, foi realizado o uso de inseticidas para controlar a infestação de insetos-pragas. Durante o experimento, foram adotadas práticas culturais e medidas convencionais conforme as necessidades da cultura, com o intuito de evitar o aparecimento de plantas daninhas e pragas, sendo utilizados herbicidas e pesticidas quando necessário.

As colheitas foram realizadas manualmente. Em Alagoinha, a colheita ocorreu no dia 01 de agosto, 92 dias após a emergência. Em Campina Grande, a colheita foi realizada no dia 27 de setembro, 93 dias após a emergência. Após a colheita, as plantas foram mantidas na casa de vegetação por uma semana para secagem total.

#### 4.4 CARACTERES AVALIADOS

##### 4.4.1 Caracteres agronômicos

Nas avaliações dos componentes de produção do amendoim, foram utilizadas as plantas da área útil de cada parcela, selecionadas aleatoriamente. Cada genótipo foi avaliado quanto aos seguintes caracteres:

As variáveis agronômicas analisadas foram:

- Altura da haste principal (AHP): Foi medida a haste principal do colo até o meristema apical de dez plantas da área útil com o auxílio de uma fita métrica (cm);
- Número de vagens úteis (NVU): Foi obtido por meio da contagem do número total de vagens contidas em cada planta coletada na área útil (dez) de cada unidade experimental e, posteriormente, dividido pelo número total de plantas;
- Peso de 100 sementes (P100ST): Foi obtido através da coleta ao acaso e pesagem de amostras de 100 sementes por unidade experimental (g);

As variáveis de produtividade analisadas foram:

- Índice de colheita (IC): determinado por meio da equação:

$$IC = y/p * 100 (\%)$$

Em que,

y – produção da planta; e

p – peso total da planta;

- Produção de vagens (PRODV): A produtividade de vagens por parcela foi determinada com base na população final de plantas existente na área útil de cada parcela. As plantas foram colhidas e, após uma semana na casa de vegetação, a produtividade de vagens em cada

parcela foi aferida com auxílio de uma balança em g por parcela<sup>-1</sup> e logo transformada em kg ha<sup>-1</sup>.

- Produção de sementes (PRODS): A produtividade de sementes por parcela foi determinada com base na população final de plantas existente na área útil de cada parcela. Após a retirada e pesagem das vagens de cada parcela, as vagens foram debulhadas e as sementes foram pesadas com auxílio de uma balança, expressando o resultado em g por parcela<sup>-1</sup>. Este valor foi então transformado para kg ha<sup>-1</sup>.
- Rendimento de Grãos (RENDG): foi obtido através da pesagem dos grãos debulhados das vagens coletadas na área útil das parcelas experimentais e, posteriormente, convertido para kg ha<sup>-1</sup>. O rendimento de grãos também foi expresso em porcentagem (%) através da relação entre a massa de grãos e de vagens de cada unidade experimental.

#### 4.4.2 Análise estatística

Os dados obtidos para os caracteres avaliados nos dois ambientes foram apresentados ao teste de normalidade de Lilliefors. Em seguida, foram efetuadas à análise estatística utilizando a análise de variância (ANOVA). As médias dos tratamentos foram comparada por meio do teste de agrupamento de médias de Scott-Knott (1974) com um nível de significância de 5%.

#### 4.4.3 Análise de variância individual

A análise de variância para o modelo estatístico apresentado anteriormente, incluindo as somas de quadrados, quadrados médios e esperanças dos quadrados médios, é apresentada na tabela (CRUZ et al., 2012) (Tabela 4).

**Tabela 4** - Esquema da Análise de variância individual

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>E (QM)</b>	<b>F</b>
<b>Blocos</b>	b-1	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$	QMB/QMR
<b>Tratamentos</b>	g-1	QMT	$\sigma^2 + r \sigma_g$	QMT/QMR
<b>Resíduo</b>	(b-1) (g-1)	QMR	$\sigma^2$	
<b>Total</b>	(b*g) -1			

Fonte: CRUZ et al. (2012)

$\sigma^2$ : Variância residual/variância ambiental;

g: Genótipos;

$\sigma_b^2$ : Variância do bloco;

r: Repetição/bloco;

$\sigma_g$ : Variabilidade genotípica.

#### 4.4.4 Análise de variância conjunta

A análise de variância conjunta adotou o seguinte modelo, com genótipo e ambiente fixos (G (fixo) x A (fixo)) (CRUZ et al., 2012):

$$Y_{ijk} = \mu + (B/A)_{jk} + G_i + A_j + GA_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Neste modelo, tem-se:

$Y_{ijk}$ : Observação no k-ésimo bloco, avaliado no i-ésimo genótipo e j-ésimo ambiente;

$\mu$ : Média geral do ensaio;

$(B/A)_{jk}$ : Efeito do bloco k dentro do ambiente j

$G_i$ : Efeito do genótipo i;

$A_j$ : Efeito do ambiente j;

$GA_{ij}$ : Efeito da interação entre o genótipo i e o ambiente j;

$\varepsilon_{ijk}$ : Erro aleatório associado à observação  $ijk$ .

**Tabela 5** - Esquema da análise de variância conjunta

FV	GL	QM	E (QM)	F
<b>Bloco/Ambientes</b>	(r-1)a	QMB	$\sigma^2 + bg\sigma_b^2$	-
<b>Ambientes</b>	a-1	QMA	$\sigma^2 + bg\sigma_b^2 + gr\phi_a$	QMA/QMB
<b>Genótipo</b>	g-1	QMG	$\sigma^2 + ar\phi_g$	QMG/QMR
<b>G x A</b>	(a-1)(g-1)	QMGA	$\sigma^2 + r\phi_{ga}$	QMGA/QMR
<b>Resíduo</b>	(g-1)(r-1)a	QMR	$\sigma^2$	-

Fonte: CRUZ et al. (2012)

$\sigma^2$ : Variância residual /Variância ambiental;

$g$ : Genótipos;

$\sigma_b^2$ : Variância dos blocos;

$r$ : Repetição/bloco;

$\phi_a$ : Variância ambiental;

$a$ : Ambientes;

$\phi_g$ : Variabilidade genotípica;

$\phi_{ga}$ : Variabilidade da interação GxA.

Ao realizar a análise de variância em cada um dos ambientes, obtém-se estimativas de parâmetros genéticos e ambientais, incluindo a média, o coeficiente de variação (CV), a variância genética e a herdabilidade. Além disso, a análise fornece a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo, o que permite avaliar a homogeneidade da variância residual. Assim, são obtidas as estimativas dos parâmetros que são estimados como:

- O Componente de Variância Fenotípica ( $\sigma_f^2$ ) foi calculado a partir do quadrado médio do tratamento (QMG) dividido pelo número de blocos (j).
- Para quantificar a variabilidade genotípica, determinou-se o Componente Quadrático Genotípico ( $\phi_g$ ), que resultou da diferença entre o quadrado médio do tratamento (QMG) e o quadrado médio do erro (QMR), ambos divididos pelo número de blocos (j).

- O Coeficiente de Determinação Genotípica (CDG) foi obtido dividindo a variabilidade genética ( $\phi g$ ) pela variância fenotípica ( $\sigma_f^2$ ), multiplicado por 100. Esse parâmetro é semelhante à herdabilidade.
- A variabilidade genética foi expressa pelo Coeficiente de Variabilidade Genética (CVg), obtido pela divisão da variância genética ( $\phi g$ ) pela média dos tratamentos (m), multiplicado por 100.
- O Coeficiente de Variabilidade Ambiental (CVa) foi calculado pela divisão da variância ambiental ( $\sigma_e^2$ ) pela média dos tratamentos (m), multiplicado por 100.
- A relação entre os Coeficientes de Variabilidade Genética (CVg) e ambiental (CVa) resultou no Coeficiente de Variação Relativa (CVR), multiplicado por 100.
- Para determinar o Ganho de Seleção (GS), foi utilizado o produto entre a variância genética ( $\phi g$ ) e o diferencial de seleção (DS).

Para a seleção direta e indireta, inicialmente, espera-se obter melhorias em um único caráter alvo da seleção, podendo haver respostas positivas ou negativas em caracteres secundários (CRUZ, 2001).

$$GS_i = (\bar{x}_{si} - \bar{x}_{oi})h_i^2 = DS_i h_i^2$$

O ganho esperado pela seleção direta no  $i$ -ésimo caráter pode ser calculado por:  $\bar{x}_{si}$ , é a média dos indivíduos selecionados para o caráter  $i$ ;  $\bar{x}_{oi}$ , é a média original da população;  $DS_i$  é o diferencial de seleção aplicado na população; e  $h_i^2$  é a herdabilidade do caráter  $i$ .

O ganho indireto no caráter  $j$ , pela seleção no caráter  $i$ , é dado por  $GS_j = (\bar{x}_{si} - \bar{x}_{oi})h_j^2 = DS_i h_j^2$ , onde  $\bar{x}_{si}$  é o diferencial de seleção indireto obtido com base na média do caráter daqueles indivíduos cuja superioridade foi evidenciada com base em outro caráter, sobre o qual se pratica a seleção direta.

Para a seleção dos genótipos e a obtenção dos ganhos com a seleção, foi utilizada a proposta do índice de seleção pela soma de Ranks (Sum of Ranks), desenvolvida por Mulamba e Mock (1978). Esse índice considerou os caracteres agrônômicos que apresentaram efeito

significativo avaliadas nos dois ambientes. As análises estatísticas foram conduzidas por meio do software GENES, versão 1990.2022.27 (CRUZ, 2013).

O índice de seleção proposto por Mulamba e Mock (1978) é calculado pela seguinte fórmula:

$$I_{MM(i)} = \sum_{k=1}^n u_k r_{jk} = u_1 r_{i1} + u_2 r_{i2} + \dots + u_n r_{in}$$

Em que:

$I_{MM(i)}$ : Representa o índice de seleção para o genótipo  $i$ .

$u_k$ : O peso econômico atribuído à  $k$ -ésima característica avaliada.

$r_{jk}$ : O rank (posição) do genótipo  $i$  para a  $k$ -ésima característica avaliada.

Essa fórmula é usada para calcular o índice de seleção de cada genótipo, levando em conta a soma ponderada dos ranks de acordo com os caracteres agronômicos avaliados e seus respectivos pesos econômicos. Os genótipos com menores valores no índice de seleção são considerados os mais promissores para o melhoramento genético.

A razão ( $CV_g/CV_a$ ) é um indicador que reflete o grau de facilidade de seleção para cada característica. Quando essa razão for igual ou maior que um, isso indica uma situação favorável para a seleção, ou seja, a variação genética existente é a principal responsável pelas variações estimadas (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2012). Em outras palavras, quanto maior a proporção entre a variação genética e a variação ambiental, mais viável é a seleção para a melhoria da característica em questão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA INDIVIDUAL

Neste estudo, foram utilizadas oito linhagens avançadas de amendoimzeiro a fim de prever os efeitos genéticos mais promissores em relação à tolerância à seca. Os resultados da análise de variância individual em Alagoinha - PB estão dispostos na Tabela 6. Observou-se um efeito significativo ( $p < 0,05$ ) entre genótipo para os caracteres NVU e IC, demonstrando variabilidade entre esses materiais. Para os demais, não houve significância, o que é explicada pelo fato de que esses genótipos são todos derivados da BR1, o que não impactou em diferenças, por se tratarem, principalmente, de caracteres quantitativos controlados por um número menor de genes.

Para a produção de vagens (PRODV) em Alagoinha, a média obtida foi de 2.667,12 kg ha<sup>-1</sup>, e para a variável de produção de sementes (PRODS), a média foi de 1.882,51 kg ha<sup>-1</sup>. A porcentagem de sementes em relação ao peso total das vagens (RENDG) é de aproximadamente 70,6%. Assim, as vagens representam aproximadamente 29,4%, uma proporção que também se reflete quando consideramos os valores de produtividade.

Os resultados da análise de variância individual de Campina Grande - PB revelaram um efeito significativo para a maioria dos caracteres avaliados na fonte de variação do genótipo, exceto para AHP, P100ST e RENDG (Tabela 7). Para a variável de produção de vagens (PRODV), a média obtida foi de 1.603,30 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto para as sementes (PRODS), a média foi de 977,64 kg ha<sup>-1</sup>. As sementes constituem aproximadamente 61,0% do peso total das vagens com sementes, enquanto as vagens representam os 39,0% restantes.

Praticamente os caracteres de produção nos dois experimentos apresentaram médias que atendem às exigências do mercado. Os coeficientes de variação para os caracteres indicam uma boa precisão experimental. LDe acordo com Santos et al (2010), a cultivar de amendoim BR1 tem um rendimento médio de 1.700 kg ha<sup>-1</sup> em casca no regime de sequeiro, com um rendimento de sementes entre 71% e 73% (EMBRAPA, 2023). As cultivares BRS 151 L7 e BRS Havana, em condições semelhantes, têm uma produtividade de 1.850 kg ha<sup>-1</sup> em casca, que pode chegar a 4.500 kg ha<sup>-1</sup> sob irrigação (EMBRAPA, 2010; EMBRAPA, 2022). Na Paraíba, a produtividade média é de 778 kg ha<sup>-1</sup>, tendo alcançado 788 kg ha<sup>-1</sup> na safra de 19/20 (CONAB, 2019; CONAB, 2021).

**Tabela 6** - Análise de variância individual para os nove caracteres avaliadas em linhagens de Amendoineiro submetidas a condição de sequeiro. Alagoinha – PB, 2023

QUADRADO MÉDIO								
FV	GL	AHP (cm)	NVU	PRODV (kg ha <sup>-1</sup> )	PRODS (kg ha <sup>-1</sup> )	P100ST(g)	RENDG (%)	IC (%)
<b>Bloco (B)</b>	3	6,10	0,80	313935,50	104569,18	12,06	6,64	36,09
<b>Genótipo (G)</b>	8	25,55	9,04*	88778,59	42049,39	6,00	3,84	23,66*
<b>Resíduo</b>	24	13,59	3,06	56567,70	27469,98	8,27	3,51	9,37
<b>Média</b>		65,62	18,74	2667,12	1882,51	44,78	70,65	38,45
<b>CV (%)</b>		5,62	9,34	8,92	8,80	6,42	2,65	7,96

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

AHP: Altura da haste principal (cm); NVU: Número de vagens úteis; PRODV (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de vagens; PRODS (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de sementes; P100ST (g): Peso de 100 semente; RENDG (%): Rendimento de Grãos; IC (%): Índice de colheita; \*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste T, CV (%): Coeficiente de variação.

**Tabela 7** – Análise de variância individual para os nove caracteres avaliadas em linhagens de Amendoineiro submetidas a condição de sequeiro. Campina Grande – PB, 2023

QUADRADO MÉDIO								
FV	GL	AHP (cm)	NVU	PRODV (kg ha <sup>-1</sup> )	PRODS (kg ha <sup>-1</sup> )	P100ST(g)	RENDG (%)	IC (%)
<b>Bloco (B)</b>	3	20,06	3,57	698649,16	269876,93	30,41	14,38	11,05
<b>Genótipo (G)</b>	8	15,37	1,62*	170234,49**	82547,77**	4,15	21,41	8,59*
<b>Resíduo</b>	24	11,48	0,63	44897,83	22787,91	7,87	13,68	3,37
<b>Média</b>		45,17	10,92	1603,30	977,64	42,22	60,76	34,30
<b>CV (%)</b>		7,50	7,25	13,22	15,44	6,64	6,09	5,36

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

AHP (cm): Altura da haste principal; NVU: Número de vagens úteis; PRODV (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de vagens; PRODS (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de sementes; P100ST (g): Peso de 100 semente; RENDG (%): Rendimento de Grãos; IC (%): Índice de colheita; \*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste T, CV (%): Coeficiente de variação.

Os coeficientes de variação para os caracteres expressam uma boa precisão experimental. Vale ressaltar que, em Campina Grande – PB, o plantio foi realizado ao final do período das precipitações pluviais, havendo chuvas espaçadas durante o desenvolvimento do amendoizeiro. O maior pico de chuva ocorreu na fase de plantio e germinação, cerca 53% do volume total, e pouca nas demais fases do amendoizeiro, com agravante irregularidade das chuvas, o que causou um atraso no crescimento inicial, prejudicando a atividade fisiológica do amendoizeiro e afetando a produção.

No início da floração e da frutificação, a disponibilidade hídrica foi mal distribuída, sendo inferior à demanda necessária para atender todo o ciclo da planta. Para bons rendimentos, um cultivo de sequeiro necessita em torno de 500 a 700 mm de chuva assegurada para o período total de crescimento (REICHARDT, 1990). Segundo Amorim Neto et al. (1999) e confirmado por Silva et al. (2006), a demanda estimada para a cultura do amendoizeiro para a região semiárida é em média 650 mm. Com base nisso, há indícios de que os materiais que se destacaram nas condições edafoclimáticas do semiárido podem demonstrar alelos de tolerância à seca. Um fato importante, considerando que nos últimos anos mudanças climáticas significativas têm intensificado a ocorrência de períodos de seca prolongados, gerando instabilidade econômica no setor agrícola (CARREGA et al., 2020).

Quando as chuvas são escassas ou mal distribuídas, os danos à cultura são bastante significativos. O baixo teor de água no solo na etapa de frutificação provoca ainda diminuição na absorção de cálcio (Ca) pelas vagens, o que induz a deficiência do elemento e tem um efeito negativo na produção (Figura 10) (NAKAGAWA; ROSOLEM, 2011). A produção de amendoim da região nordeste está sujeita à irregularidade na distribuição das chuvas, acarretando perdas de plantas e de produção nas fases de formação e enchimento de grão. O déficit hídrico no ciclo de cultivo do amendoizeiro compromete processos fisiológicos essenciais e resulta em uma diminuição da produtividade agrícola (ARRUDA et al., 2015).

**Figura 10** - Produção de vagens e sementes com deficiência de Ca em Campina Grande- PB



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

Desta forma, isso tem aumentado a importância dos estudos sobre estresse hídrico nos programas de melhoramento genético de amendoim no Brasil, uma vez que a deficiência hídrica é uma das principais causas de perdas no rendimento da cultura do amendoim (JAIN et al., 2018; MARTINS, 2020). Durante o ciclo da planta, é crucial que ocorram boa quantidade e distribuição de chuvas para promover um crescimento robusto.

## 5.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA E ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS E TESTE DE AGRUPAMENTO DE MÉDIAS

A análise de variância conjunta demonstrou um efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) na fonte de variação genótipo para a maioria dos caracteres avaliados, indicando a existência de variabilidade entre os tratamentos, onde pelo menos um dos genótipos avaliados difere estatisticamente dos outros, o que sugere uma variação que pode ser explorada no programa de melhoramento do amendoimzeiro (Tabela 8).

O efeito de ambiente foi significativo para todos os caracteres, exceto para P100ST, demonstrando que, mesmo sendo na mesma região, os dois ambientes foram muito contrastantes, sobretudo em função da diferença de chuvas, como já comentado.

A interação genótipos x ambientes é considerada um dos maiores desafios no melhoramento de plantas, pois reflete o comportamento diferencial de um genótipo em resposta às mudanças do ambiente. Assim, os indivíduos mais promissores em um ambiente específico podem não ser igualmente bem sucedidos em outro ambiente (AMABILE; VILELA; PEIXOTO, 2018). Isto é, o conjunto de genes que influencia uma determinada característica pode variar de acordo com o ambiente em que se encontra.

De acordo com Farias (2005), a interação G x A ocorre quando o desempenho dos genótipos não é uniforme em diferentes locais, refletindo suas diferentes sensibilidades às variações ambientais. Na maioria das vezes, os ambientes são distintos e a interação entre genótipos e ambientes afeta os ganhos obtidos com a seleção (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

**Tabela 8** – Análise de variância conjunta e das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para os sete caracteres avaliadas em linhagens de Amendoinzeiro submetidas a condição de sequeiro, Alagoinha e Campina Grande – PB, 2023

		QUADRADO MÉDIO						
FV	GL	AHP (cm)	NVU	PRODV (kg ha <sup>-1</sup> )	PRODS (kg ha <sup>-1</sup> )	P100ST(g)	RENDG (%)	IC (%)
<b>Bloco/Ambiente (B/A)</b>	6	13,07662	2,18846	506292,33365	187223,05598	21,23435	10,51361	23,57269
<b>Genótipo (G)</b>	8	15,82775	4,63005*	124870,52522*	64139,61594*	4,71312	16,76947	20,79348**
<b>Ambiente (A)</b>	1	7523,14667**	1101,21245**	20371025,35125**	14738341,58627**	117,68337	1761,21125**	310,54473*
<b>G x A</b>	8	25,09183	6,03581**	134142,55149*	60457,54605*	5,43966	8,48584	11,46409
<b>Resíduo</b>	48	12,53519	1,84482	50732,75903	25128,94461	8,06775	8,59375	6,37268
<b>Média</b>		55,3931	14,8258	2135,2103	1430,0775	43,5018	65,7081	36,3754
<b>CV (%)</b>		6,3916	9,1613	10,5488	11,0848	6,5293	4,4614	6,9399
		PARÂMETROS GENÉTICOS E AMBIENTAIS						
<b>Φg</b>		0,41157	0,34815	9267,22077	4876,33392	0,00	1,02196	1,8026
<b>Φga:</b>		3,13916	1,04775	20852,44812	8832,15036	0,00	0,00	1,27285
<b>CDG(%)</b>		20,8025	60,1555	59,3717	60,8215	0,00	48,7536	69,3525
<b>CVg(%)</b>		1,1582	3,9798	4,5085	4,883	0,00	1,5385	3,691
<b>CVg/Cve</b>		0,1812	0,4344	0,4274	0,4405	0,00	0,3448	0,5318

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

AHP (cm): Altura da haste principal; NVU: Número de vagens úteis; PRODV (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de vagens; PRODS (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de sementes; P100ST: Peso de 100 semente; IC (%): Índice de colheita; RENDG (%): Rendimento de Grãos; \*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste T, CV (%): Coeficiente de variação, Φg: Componente quadrático genotípico, Φga: Componente quadrático da interação GxA; CDG(%): Coeficiente de determinação genotípico, CVg(%): Coeficiente de variação genética e CVg/Cve(%): Razão entre coeficiente de variação genética e ambiental.

Os resultados da interação Genótipo e Ambiente ( $G \times A$ ) demonstraram significância para NVU, PRODV e PRODS, indicando que os genótipos apresentaram comportamentos distintos frente às variações ambientais, apontando a necessidade de estudos posteriores de adaptabilidade e estabilidade (SILVA, 2019; RAMOS, 2022). Essa interação pode ser classificada como simples ou quantitativa, onde há uma variação na magnitude do desempenho dos genótipos. No entanto, a classificação relativa desses genótipos em diferentes ambientes permanece constante.

Os coeficientes de variação (CVs) variaram entre 4,46% e 11,09% para RENDG e PRODS, respectivamente, indicando uma boa precisão experimental. Segundo Gomes (1990), um CV inferior a 10% é considerado baixo, entre 10% e 20% é médio, entre 20% e 30% é alto e acima de 30% é muito alto.

Assim, a análise do CV apresentado na pesquisa sugeriu que o resultado foi considerado médio apenas para PRODS (produção de sementes) com 11,09% e PRODV (produção de vagens) com 10,55%. No entanto, para os demais caracteres, o coeficiente de variação (CV) foi classificado como baixo, sugerindo menor interferência ambiental.

As variáveis PRODS e PRODV apresentaram divergências em relação ao coeficiente de variação, o que pode ter sido influenciado por fatores ambientais. Um exemplo disso pode ser observado na região de Alagoinha. A escassez de chuvas durante o período de colheita contribuiu para a compactação do solo o que resultou em atrasos na colheita do amendoim e consequentes perdas. Considerando que o crescimento indeterminado do amendoim leva à formação de vagens em diferentes estágios de maturação, isso pode resultar no desprendimento fácil das vagens mais maduras durante a colheita, acarretando ainda mais perdas (SONG, 2022).

Para as análises de parâmetros genéticos, os coeficientes de determinação genotípico (CDG) variaram entre 20,80% e 69,35%, entre AHP e IC (%), respectivamente. Os caracteres com maiores valores para CDG foram NVU (60,15%), PRODS (60,82%) e IC (69,35%), enquanto os demais caracteres expressaram CDG abaixo de 60%. Segundo Cruz (2012), em um modelo onde se considera o efeito dos genótipos como fixo, coeficiente de determinação genotípico (CDG) corresponde a herdabilidade (YOKOMIZO; VELLO, 2000). Este coeficiente, semelhante à herdabilidade, reflete a proporção da variabilidade genética na variância fenotípica, fornecendo uma medida confiável para a transmissão da característica aos descendentes (RAMALHO et al., 2012).

Resende (2002) categoriza os coeficientes de determinação genotípica (CDG) em três níveis: baixos (variando de 10 a 40%), médios ou moderados (entre 40 e 70%) e altos (acima de 70%). Embora valores de CDG acima de 70% sejam considerados altos, é importante notar

que essa classificação pode variar dependendo dos caracteres, da população e dos ambientes específicos (BONIFÁCIO; MUNDIM; SOUSA, 2015). Portanto, os valores obtidos indicam um prognóstico positivo para o rendimento das gerações futuras.

No estudo realizado por Dutra (2019), que utilizou os mesmos genótipos avaliados nesta pesquisa, vários caracteres do amendoineiro foram analisadas. Os coeficientes de determinação genotípica (CDG) exibiram valores superiores a 95% para os caracteres avaliados. Especificamente, a produção de vagens por parcela (PVP) apresentou um CDG de 97,35%, a massa de 100 vagens (M100V) teve um CDG de 95,44%, e a eficiência no uso da água (EUA) registrou um CDG de 98,25%.

Os elevados CDG sugerem que a genética é o principal fator responsável pelas variações na produção do amendoineiro (DUTRA, 2019). Isso facilita a identificação e seleção de genótipos superiores, aumentando as chances de sucesso e trazendo melhorias significativas no processo de seleção. Conforme evidenciado pelo estudo de Dutra, os genótipos de amendoim analisados já possuem genes que auxiliam na resistência a condições de seca.

As estimativas de herdabilidade oferecem ao melhorista uma visão clara de quanto do valor genético se manifesta no fenótipo. Assim, caracteres com alta herdabilidade são menos suscetíveis às influências ambientais, resultando em ganhos mais significativos com a seleção (AZEVEDO et al., 2015). Notou-se que a maioria dos caracteres agrônômicos apresentaram estimativas moderadas de CDG (>50%), conforme determinado pelo coeficiente de determinação genotípico (CDG). Os valores encontrados para CDG mostram que tais caracteres possuem influência genética maior que a ambiental na variabilidade fenotípica presente, o que confere maior probabilidade de progresso genético nos programas de melhoramento.

Merecem destaque os altos valores de CDG observados para a característica de produção, com estimativas acima de 60%, sugerindo a possibilidade de progresso genético com os procedimentos de seleção (NAGEL et al., 2020). O êxito do melhoramento genético de uma determinada característica depende diretamente de sua herdabilidade e da existência de variação na população de trabalho (RAMOS et al., 2022). Em termos gerais, a produtividade na agricultura (fenótipo) é determinada pela genética, pelo ambiente e pela interação entre genética e ambiente. O aprimoramento de plantas lida com duas dessas variáveis: a genética e a interação genética-ambiente (BORÉM et al., 2021).

Outro parâmetro importante é a razão entre o coeficiente de variação genético ( $CV_g$ ) e ambiental ( $CV_e$ ). Quando essa razão é próxima ou superior à unidade, a variância genética tem maior controle da variabilidade existente entre os genótipos, o que é favorável para a seleção

(YOKOMIZO; FARIAS NETO, 2003; BORDIN et al., 2022). No entanto, para os caracteres com  $CVg/Cve$  inferior a um, a seleção deve ser realizada com mais cautela.

Para os caracteres agronômicos, os valores foram menores que a unidade ( $<1$ ). Em especial para a produção de sementes e o índice de colheita, a estimativa da relação  $CVg/Cve$  e da herdabilidade foi de 0,44; 60% e 0,53; 69%, respectivamente, indicando uma situação pouco favorável à seleção (FALUBA, 2010), necessitando de maior cautela em relação às outras.

O teste de agrupamento de médias Scott-Knott, realizado com 5% de probabilidade, foi aplicado aos caracteres agronômicos das linhagens de amendoim avaliadas em condições de sequeiro, cujos resultados referentes à análise conjunta estão apresentados na Tabela 8. Observou-se a formação de grupos distintos para as variáveis NVU, PRODV, PRODS e IC (%), uma vez que essas variáveis apresentaram significância na análise de variância conjunta, conforme mostrado na Tabela 9.

Observou-se que para o número de vagens úteis (NVU) foram formados dois grupos, nos quais se destacaram as linhagens RC 53 P4 (15,39), RC 51 P4 (16,01) e BR1 (15,79). Esses resultados são bastante promissores, pois os genótipos, que são derivados dos cruzamentos e retrocruzamentos entre um alotetraploide induzido e a BR1, herdaram os caracteres produtivos da BR1, uma cultivar já amplamente utilizada comercialmente. As linhagens RC 53 P4 e RC 51 P4 apresentaram um número de vagens úteis superior e próximo ao da BR1, indicando sucesso na combinação alélica para o caractere em questão. Contudo, conforme Vasconcelos et al. (2015), materiais de ciclo tardio são mais decumbentes, e sua copa facilita a entrada e o alongamento de estolões no solo, garantindo a formação de vagens.

Para a produção de vagens (PRODV) e sementes (PRODS), os genótipos demonstraram um desempenho produtivo adequado, envolvendo caracteres associados à produção em período de sequeiro. A produção excedeu  $1.996,74 \text{ kg ha}^{-1}$  para vagens e  $1.347,11 \text{ kg ha}^{-1}$  para sementes. O grupo composto pelos genótipos RC 53 P4 ( $2.282,71 \text{ kg ha}^{-1}$ ), RC 51 P4 ( $2.331,06 \text{ kg ha}^{-1}$ ), RC 78 P1 ( $2.201,41 \text{ kg ha}^{-1}$ ) se destacou na produção de vagens. Esses mesmos genótipos também se sobressaíram na produção de sementes, com RC 53 P4 ( $1.570,85 \text{ kg ha}^{-1}$ ), RC 51 P4 ( $1.545,04 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e RC 78 P1 ( $1.472,27 \text{ kg ha}^{-1}$ ), superando a produção da BR1 que apresentou resultados menores na variável de produção de sementes ( $1.444,69 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e vagens ( $2.160,53 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 9).

**Tabela 9** – Médias dos caracteres agrônômicos das linhagens de amendoazeiro, avaliadas em condições de sequeiro, submetidas ao teste de agrupamento de Scott-Knott (1974) em Alagoinha e Campina Grande – PB, 2023

Linhagens	AHP (cm)	NVU	PRODV (kg ha <sup>-1</sup> )	PRODS (kg ha <sup>-1</sup> )	P100ST(g)	RENDG (%)	IC (%)
1 RC 96 P9	54,09	14,29b	2116,78b	1380,74b	42,58	63,79	36,30a
2 RC 79 P9	52,91	14,83b	2112,14b	1404,45b	44,29	65,47	34,02b
3 RC 53 P4	55,24	15,34a	2282,71a	1570,85a	42,42	68,24	36,73a
4 RC 51 P4	55,03	16,03a	2331,06a	1545,04a	44,28	65,08	37,11a
5 RC 82 P6	55,99	13,67b	1947,74b	1292,83b	43,22	64,36	38,39a
6 RC 78 P1	54,83	14,56b	2201,41a	1472,27a	44,52	66,16	36,41a
7 RC 51 P8	57,57	14,49b	2067,79b	1412,72b	43,54	67,29	37,71a
8 RC 79 P6	56,76	14,42b	1996,74b	1347,11b	42,97	66,41	37,09a
9 BR1	56,12	15,79a	2160,53a	1444,69b	43,71	64,60	33,54b

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

AHP (cm): Altura da haste principal; NVU: Número de vagens úteis; PRODV (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de vagens; PRODS (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de sementes; P100ST: Peso de 100 semente; RENDG (%): Rendimento de Grãos; IC (%): Índice de colheita. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo, segundo o teste de Scott-Knott (1974).

Quando analisamos a relação entre a produção de sementes e a de vagens, observamos que, para os genótipos destacados, a produção de sementes correspondeu a cerca de 70% da produção total de vagens. Isso sugere que esses genótipos têm uma eficiência considerável na transformação de vagens em sementes. Em contraste, a cultivar BR1 mostrou uma eficiência ligeiramente menor, com a produção de sementes representando aproximadamente 67% da produção total de vagens (Tabela 9).

Em termos agronômicos, os critérios para selecionar as linhagens de amendoineiro resistentes à seca geralmente se baseiam na produção de biomassa e na produtividade de vagens em condições de estresse hídrico (SANTOS et al., 2010; DUARTE et al., 2013). As plantas submetidas a restrição hídrica perdem umidade das vagens, o que pode resultar em uma diminuição da atividade fisiológica das sementes. Isso, por sua vez, pode impactar negativamente tanto a produtividade quanto a qualidade nutricional das sementes (SONGSRI et al., 2008).

Em condições de sequeiro, a variedade BR1 de amendoim em casca pode render até 1700 kg ha<sup>-1</sup> (equivalente a 1250 kg ha<sup>-1</sup> em sementes) (EMBRAPA, 2016). O rendimento da casca é uma característica importante na cultura do amendoim. Quanto menor esse valor, maior será a eficiência das plantas na alocação e translocação de nutrientes para as sementes, que são a parte de maior interesse econômico na planta. Os genótipos que se destacaram na conversão de casca em sementes foram: RC 78 P1 com 33,1%, RC 51 P4 com 33,7% e BR1 com 33,2%. Os resultados indicaram que a variedade RC 53 P4 apresentou o menor percentual de casca, com 31,2%, demonstrando uma boa conversão (Tabela 9).

A cultura do amendoim tem uma produtividade média que pode atingir 3.838 kg ha<sup>-1</sup>, indicando ser uma atividade lucrativa e de grande potencial, graças à sua vasta gama de usos na dieta humana, a cultura do amendoim gera ganhos econômicos significativos para os produtores (CONAB, 2023). Nos estados da Bahia, Paraíba e Ceará, onde se encontram as maiores áreas de cultivo no Nordeste, as condições climáticas se apresentam como o maior desafio para a produção de amendoim. Dessa forma, é necessário o desenvolvimento e uso de culturas adaptadas para superar esses desafios climáticos e aumentar o nível de produtividade (CONAB, 2019).

Com base no nono levantamento da CONAB realizado em junho de 2024, a produtividade média do amendoim na safra de 2023/24 no Brasil foi de 2.889 kg ha<sup>-1</sup>. No Nordeste, a produtividade geral do amendoim na mesma safra atingiu 968 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto no estado da Paraíba, a safra alcançou apenas 557 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2024). A estimativa é de que a produção nordestina de grãos alcance bons resultados na safra 2023/24, apesar de uma

redução de 7,8% em relação à safra de 2022/23. Segundo o levantamento da CONAB, essa diminuição está associada à má distribuição das chuvas, que beneficiou algumas lavouras, mas também atrasou o plantio do amendoineiro (FREIRE, 2024).

Rodrigues et al. (2018) e Santos et al. (2019) relataram, em seus estudos, valores de produtividade para a variedade BR1 entre 1.413,3 kg ha<sup>-1</sup> e 2.352,1 kg ha<sup>-1</sup>. Esses resultados são próximos aos obtidos neste estudo, considerando que a condução da cultura foi realizada sob as mesmas condições edafoclimáticas. Isso indica que a produtividade encontrada neste trabalho atende às demandas do mercado. Para embasar essa afirmação, podemos compará-la com o genótipo RC 51 P4, que obteve uma produção total de vagens de 2.331,10 kg ha<sup>-1</sup>, estando dentro da faixa de produtividade. Por outro lado, a variedade BR1 alcançou 2.160,53 kg ha<sup>-1</sup>. Observa-se, portanto, um aumento percentual de aproximadamente 7,9% na produção total do genótipo RC 51 P4 em relação à BR1.

Na pesquisa conduzida por Dutra (2019), observou-se que a BR1, que é tolerante à seca e é o genitor recorrente dessas linhagens do estudo, apresentou uma estabilidade na produtividade nos ambientes analisados por ele. Em situação de estresse hídrico moderado, as introgressões selvagens resultaram em um rendimento maior e, sob estresse bastante severo, o rendimento foi mantido no mesmo patamar que o do genitor recorrente. Além disso, Dutra identificou que as linhagens RC 96 P9 e RC 53 P4 mostraram-se mais produtivas e superiores no uso da água, sugerindo que essas linhagens são promissoras para o cultivo em condições de semiárido.

Os resultados alcançados são de grande importância, pois evidenciam a adaptação genética das linhagens em função da provável herança de caracteres fisiológicos de tolerância à seca das espécies selvagens. Além disso, os aspectos externos dessas plantas assemelham-se aos da BR1, sugerindo que, mesmo com a introgressão de alelos selvagens, a estrutura da cultivar doadora foi mantida.

Dutra (2019) também destacou que os alotetraploides possuem níveis diferenciados de expressão nos tipos de SOD e no precursor de prolina, que são indicadores de resistência ao estresse, havendo relação entre a produção dos transcritos e a subsequente síntese dos metabólitos. As linhagens RC 96 P9 e RC 53 P4 se destacaram como mais promissoras. Assim, nessa pesquisa, a linhagem RC 53 P4 se destacou como promissora para o cultivo em condições de semiárido, em concordância com o trabalho de Dutra (2019), sugerindo que ela pode ser o foco em trabalhos de melhoramento visando à ampliação da base genética e desenvolvimento de novas cultivares para o ambiente semiárido.

Para o Índice de Colheita (IC), as linhagens apresentaram valores acima de 35% (Tabela 9), exceto a linhagem RC 79 P9, que teve um IC de 34,02%, e a BR1, que apresentou um IC de 33,54%, valor igual ao encontrado no estudo de Dutra (2019), que registrou os seguintes valores de IC: RC 96 P9 (32,49%), RC 79 P9 (32,46%), RC 53 P4 (32,82%), RC 51 P4 (30,77%), RC 82 P6 (33,3%), RC 78 P1 (32,89%), RC 51 P8 (32,81%), RC 79 P6 (32,22%) e BR1 (33,65%). Na geração atual, observa-se um aumento no IC dos genótipos, indicando uma variação positiva na produção.

Portanto, o Índice de Colheita (IC) é um fator crucial para a produtividade final da cultura. Silveira et al. (2015) elucidaram que um IC alto no plantio de verão (acima de 30%) aumenta em 71% em relação ao inverno. Em teoria, com menor disponibilidade de água, as plantas investem mais na produção de vagens para sobreviver, resultando em vagens mais cheias e grãos de maior tamanho e peso. O IC foi estimado pela relação entre a produção de vagens e a produção total de biomassa, com base no peso seco das plantas (PAINAWADEE et al., 2009). Barbosa (2018) encontrou um IC de 41% para a BR1 na Paraíba, resultado também observado no trabalho de Duarte, Melo Filho e Santos (2013).

### 5.3 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON

Ao observar as correlações de Pearson (Tabela 10), houve uma correlação positiva significativa entre o Número de Vagens Úteis (NVU) e a Produção de Vagens (PRODV). Isso sugere que um aumento no número de vagens úteis está associado a um aumento na produção de vagens.

Da mesma forma, a Produção de Vagens (PRODV) mostrou uma correlação positiva significativa com a Produtividade de Sementes (PRODS). Isso indica que um aumento na produtividade de vagens está associado a um aumento na produtividade de sementes.

Para os caracteres P100ST e RENDG, com exceção da relação de RENDG com PRODS e PRODV ( $p < 0,05$ ) na correlação genotípica, não se observa correlação significativa com os demais caracteres. Em um estudo realizado por Ramos (2019) com diversos genótipos de amendoineiro, foram encontrados resultados semelhantes para a variável, número de vagens por planta (V/P), em relação às demais caracteres agrônômicos estudados.

**Tabela 10** - Coeficientes de correlação de Pearson entre os sete caracteres avaliados das linhagens de Amendoineiro em condições de sequeiro, Alagoinha e Campina Grande – PB, 2023

	AHP (cm)	NVU	PRODV (kg ha <sup>-1</sup> )	PRODS (kg ha <sup>-1</sup> )	P100ST (g)	RENDG (%)	IC (%)
AHP (cm)	1	-0,11	-0,34	-0,18	-0,25	0,34	0,49
NVU		1	0,83**	0,81**	0,27	0,14	-0,48
PRODV (kg ha <sup>-1</sup> )			1	0,97**	0,25	0,24	-0,24
PRODS (kg ha <sup>-1</sup> )				1	0,17	0,47	-0,17
P100ST(g)					1	-0,15	-0,31
RENDG (%)						1	0,23
IC (%)							1

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

AHP (cm): Altura da haste principal; NVU: Número de vagens úteis; PRODV (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de vagens; PRODS (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de sementes; P100ST: Peso de 100 sementes; IC (%): Índice de colheita; RENDG (%): Rendimento de Grãos; \*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste T.

Essas informações são valiosas para direcionar estratégias de melhoramento genético visando aumentar a produtividade do amendoim, isso ocorre porque podemos avaliar uma variável com base em sua correlação com outra, além disso, essas correlações podem reforçar os resultados e tendências observados, contribuindo para interpretações mais precisas e conclusões robustas.

Os valores do coeficiente de correlação variam de -1 a +1. Quanto mais próximo de -1 ou 1 for a magnitude da estimativa da correlação, maior é a indicação da existência de uma associação forte entre dois caracteres (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009). O valor -1 indica uma correlação negativa perfeita, enquanto um valor de 1 indica uma correlação positiva perfeita (MARTINS; OLIVEIRA; MALAQUIAS, 2015; MOORE, 2007). Este coeficiente pressupõe uma distribuição normal das duas amostras e um comportamento linear da relação entre as variáveis. A variabilidade de uma variável pode ser explicada ou acompanhada pela variação dos valores da outra na amostra testada.

A correlação entre os caracteres pode ser explicada por dois motivos: pleiotropia, quando um gene influencia mais de um caráter ao mesmo tempo, e ligação gênica, quando grande parte dos genes que controlam um caráter estão ligados, localizados no mesmo cromossomo e próximos aos genes que influenciam o outro caráter (RAMALHO et al., 2012).

Os coeficientes de correlação genotípica foram significativos, positivos e variaram em alta magnitude (> 0,67), de acordo com a classificação proposta por Resende (2015). Essas magnitudes indicam que alguns genes relacionados à produção de sementes influenciam

diretamente outros caracteres. Correlações genotípicas, que são relações entre traços herdados, são essenciais em programas de melhoramento de plantas. Elas diferem das correlações fenotípicas, que são relações entre traços observáveis e variáveis. Focar nas correlações genotípicas leva a resultados mais consistentes e previsíveis (BENIN et al., 2005).

#### 5.4 SELEÇÕES DIRETA E INDIRETA

A seleção foi baseada usando uma intensidade de seleção de 33,33%, no qual foram escolhidos três genótipos entre os nove avaliados. Considerando a seleção direta, observou-se que o esforço aplicado aos caracteres estudados pode garantir ganhos na faixa de 2,65 a 4,22%, o que é relevante em populações de linhagens de plantas autógamas. Para essa análise, foram consideradas apenas as variáveis que apresentaram significância na Tabela 8.

Na seleção direta, onde a seleção é baseada no valor fenotípico observado para uma característica específica, os maiores ganhos foram observados (Tabela 11) para as variáveis PRODS (4,22%), PRODV (3,8%). Não foram encontrados valores negativos para os caracteres estudados. A variável IC (%) apresentou um ganho de seleção direta considerável. No entanto, para a variável NVU, houve perdas, exceto para PRODV e PRODS. Isso é consistente com a tabela de correlação, que mostra uma correlação negativa entre IC (%) e os demais caracteres.

Na seleção indireta, que se baseia em uma característica que está correlacionada com outras, os resultados podem variar dependendo da característica que estamos tentando melhorar. Por exemplo, quando tentamos aumentar a característica NVU, observamos ganhos indiretos positivos para PRODV e PRODS, mas observamos reduções para IC (Tabela 11).

**Tabela 11** - Estimativas dos ganhos de seleção (GS%), pelo índice de seleção direta e indireta obtida para sete variáveis avaliadas para nove genótipos de Amendoineiro testados em condição de sequeiro, Alagoinha – PB e Campina Grande, 2023

VARIAVEIS	NVU	PRODV (kg ha <sup>-1</sup> )	PRODS (kg ha <sup>-1</sup> )	IC (%)	Linhagens Selecionadas
NVU	<b>3,66</b>	3,42	3,83	-1,11	4; 9 e 3
PRODV (kg ha <sup>-1</sup> )	2,01	<b>3,8</b>	4,22	0,71	4; 3 e 6
PRODS (kg ha <sup>-1</sup> )	2,01	3,8	<b>4,22</b>	0,71	3; 4 e 6
IC (%)	-0,42	-0,55	-0,56	<b>2,65</b>	5; 7 e 4

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

NVU: Número de vagens úteis; PRODV (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de vagens em quilo hectare; PRODS (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de sementes em quilo hectare e IC (%): Índice de colheita. Linhagens descritas na Tabela 9.

Da mesma forma, ao focarmos na melhoria de PRODV e, conseqüentemente, na PRODS, vimos melhorias indiretas em outros caracteres, o que é promissor para aumentar a produção geral de grãos, o que pode ser justificado pela similaridade no controle genético presente nesses caracteres, ou seja, parte dos genes que influencia um caractere estão ligados aos genes que influenciam outros caracteres.

Para o Índice de Colheita (IC), observa-se uma correlação positiva com as variáveis de produção, tanto de sementes quanto de vagens ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), com um acréscimo de 0,71 no ganho de seleção (Tabela 11). Considerando que a expressão matemática do IC é dada pela soma da produção da planta e seu peso total, é possível que ocorra um aumento indireto proporcional nessas variáveis quando se busca aumentar o IC, resultando na redução dos demais caracteres devido à similaridade dos dados. Além disso, pode existir um conjunto de genes que influenciam o peso da planta e que podem agir nos caracteres que contribuem para o aumento do IC. No entanto, esses mesmos genes podem estar contribuindo para a redução de outros caracteres, considerando que houve uma correlação negativa. Necessitando de mais estudos para compreender completamente essa relação na produção.

O mesmo ocorreu no trabalho de Ramos (2019) com suas variáveis de IC apresentando valores proporcionais nos caracteres agrônômicos, como Massa de cem vagens, Massa de cem sementes, Número de vagens por planta, Comprimento de vagens e Teor de óleo.

Quando a seleção é baseada na PRODV e PRODS, ocorrem ganhos positivos indiretos para os caracteres analisados. Um valor positivo para o Índice de Correlação (IC) em relação a esses caracteres (0,71%) indica um aumento na proporção da produção total que é atribuída a esses produtos de interesse. Isso sugere que, à medida que melhoramos esses caracteres, elas passam a representar uma parcela maior da produção total.

Para as variáveis PRODV e PRODS, os ganhos foram consistentes em todos os caracteres, uma vez que os mesmos três genótipos foram indicados em cada caso (4; 3 e 6), sendo que os genótipos 4 (RC 51 P4) e 3 (RC 53 P4) estão presentes nos demais caracteres, mostrando-se bastante promissores. Este resultado pode ser atribuído à presença de genótipos com alto potencial produtivo na população avaliada. Além disso, a existência de fortes correlações positivas entre esses caracteres contribui para a seleção dos mesmos genótipos como os mais promissores, assim como também foi encontrado no trabalho de Ramos (2019).

Observa-se que o avanço obtido pela seleção direta em todos os caracteres superou consistentemente o ganho indireto, especialmente quando os caracteres estavam fortemente correlacionados. Falconer (1987) destaca que a seleção indireta pode resultar em ganhos

superiores à seleção direta se a característica auxiliar tiver uma maior herdabilidade do que a característica principal, e se houver uma correlação genética positiva e de alta magnitude entre as duas.

Os índices fornecem uma maneira eficaz de reunir várias informações contidas na unidade experimental, permitindo a seleção com base em um conjunto de variáveis que englobam diversos atributos de interesse econômico (CRUZ e REGAZZI, 2001). Isso resulta na apresentação de estimativas de ganhos genéticos por meio da seleção direta e indireta de caracteres do amendoim.

A combinação dessas estimativas com valores de herdabilidade oferece uma ferramenta útil para prever os efeitos da seleção. Entretanto, ao identificar respostas que se alinham com a seleção de materiais para um perfil de produção bem estabelecido, é notável que os atributos ligados à produção tenham uma conexão direta ou indireta, exercendo influência no processo de escolha.

Portanto, a seleção direta e indireta não apenas maximiza o ganho para a característica alvo, mas também beneficia os caracteres correlacionados (RAMOS, 2019). Em outras palavras, a seleção direta baseia-se nos ganhos de um único caráter de interesse, enquanto a seleção indireta permite identificar a resposta de uma característica específica através da seleção de outra. No entanto, aumentar o ganho de uma característica pode resultar em efeitos indesejáveis em outras, especialmente quando há correlação desfavorável. Portanto, o objetivo é identificar os melhores materiais que apresentem bom desempenho em todas ou na maioria dos caracteres de interesse (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

## 5.5 SELEÇÃO SIMULTÂNEA

A seleção foi realizada com uma intensidade de 33,33%, selecionando três genótipos dentre os nove avaliados. Apenas as variáveis significativas apresentadas na Tabela 8 foram consideradas para essa análise.

Com o intuito de selecionar os genótipos mais promissores, que possuem alta capacidade produtiva e resistência ao semiárido, o índice de seleção de Mulamba e Mock (1978) foi utilizado, considerando os caracteres agrônômicos avaliados em dois ambientes (Tabela 12). A seleção desses materiais pode resultar em ganhos percentuais significativos, principalmente para produção de sementes PRODS (4,22%) e para os caracteres de vagens, PRODV (3,80%), o que representa um aumento de 60,40 kg ha<sup>-1</sup> na produção sementes e 81,05 kg ha<sup>-1</sup> e na produção de vagens.

As linhagens selecionadas de acordo com o índice de Mulamba e Mock (1978) (Tabela 12) são: RC 51 P4, RC 53 P4 e RC 78 P1, indicando que possuem uma maior frequência de alelos favoráveis para esse conjunto de caracteres.

Essas três linhagens também se destacaram em relação aos demais caracteres, principalmente no número de vagens úteis e rendimentos de grãos. Esses fatores podem influenciar positivamente o desempenho produtivo em condições de déficit hídrico e são considerados uma resposta ao processo de tolerância à seca o que indica sucesso na introgressão de genes selvagens de *Arachis* para o amendoim cultivado, ampliando a possibilidade de geração de novas cultivares para o cultivo em condições de semiárido brasileiro.

**Tabela 12** - Estimativas da média da população original ( $X_o$ ), média da população selecionada ( $X_s$ ), herdabilidade no sentido amplo ( $h^2$  %) e ganho esperado de seleção (GS), obtidas para as sete variáveis avaliadas pelo índice de seleção de Mulamba & Mock (1978), Alagoinha e Campina Grande, 2023

VARIAVEIS	$X_o$	$X_s$	$h^2$ %	GS	GS %	Linhagens Selecionadas
NVU	14,83	15,32	60,16	0,30	2,01	
PRODV (kg ha <sup>-1</sup> )	2135,21	2271,73	59,37	81,05	3,80	4; 3 e 6
PRODS (kg ha <sup>-1</sup> )	1430,08	1529,39	60,82	60,40	4,22	
IC (%)	36,38	36,75	69,35	0,26	0,71	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

AHP: Altura da haste principal; NVU: Número de vagens úteis; PRODV (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de vagens; PRODS (kg ha<sup>-1</sup>): Produtividade de sementes; IC (%): Índice de colheita; RENDG: Rendimento de Grãos.

Dutra (2019), ao avaliar os genótipos de amendoimzeiro no semiárido cultivados em dois ambientes encontrou ganhos de seleção para produção de vagens por parcela (PVP) (18,90%), massa de 100 vagens (M100V) (1,95%) e eficiência no uso da água (EUA) (29,84%). Com base nesses caracteres agronômicos avaliados, as linhagens RC 96 P9 e RC 53 P4 foram superiores aos demais genótipos avaliados, o que corresponde com os resultados desse estudo. Diante disso, vale enfatizar que os materiais selecionados podem ser indicados para formar novas populações propícias a serem exploradas no programa de melhoramento genético do amendoimzeiro com o objetivo de alcançar materiais superiores e adaptados para o semiárido.

A prática de melhorar espécies cultivadas através da introdução de alelos de espécies selvagens não é comumente adotada por melhoristas quando estas possuem barreiras cromossômicas. No entanto, quando bem-sucedida, essa abordagem oferece uma ampla

oportunidade para enriquecer a base genética das cultivares, que geralmente é limitada devido ao uso contínuo nos trabalhos de melhoramento, tornando a base genética estreita.

Os resultados apresentados aqui são significativos para o aprimoramento do amendoim adaptado ao semiárido, pois demonstram a plasticidade genética dos anfídiploides, herdados da combinação de genitores de três espécies diferentes, *A. hypogaea*, *A. batizocoi* e *A. duranensis*. Esta última, originária de regiões com baixa precipitação pluvial, possui caracteres que podem melhorar o desempenho em condições de déficit hídrico (DUTRA, 2019).

Portanto, o estudo utiliza o índice de seleção de Mulamba e Mock (1978) para selecionar as melhores linhagens de amendoimzeiros com base em diversos caracteres de interesse. Este índice permite a seleção simultânea de múltiplos caracteres, superando as limitações da seleção direta (CRUZ, 2012). Os genótipos são classificados com base nas médias fenotípicas de cada característica, somando-se as ordens de cada material. Dessa forma, os materiais com as menores somas são considerados os mais promissores (RANGEL et al., 2011; SILVA; VIANA, 2012).

## 6 CONCLUSÃO

- Há uma variabilidade genética expressiva, com possibilidade de ganhos genéticos desejáveis;
- As linhagens RC 51 P4, RC 53 P4 e RC 78 P1 se destacaram como as mais promissoras;
- Demonstraram superioridade, em relação à testemunha BR1, na produção de vagens e sementes em condições de sequeiro no agreste paraibano;
- São candidatas promissoras para o programa de melhoramento do amendoineiro, visando cultivares adaptados às condições semiáridas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCUWEATHER. **Dados de Temperatura**. 2023. Disponível em: <https://www.accuweather.com/pt/br/alagoinha/2301684/june-weather/2301684?year=2023>. Acesso em: 31 de janeiro de 2024.
- AESA - AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AESA). **Meteorologia do estado da Paraíba**: chuvas. João Pessoa: AESA. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 13 nov. 2023.
- ANDRADE, J. A. D. C. Genetic variability and breeding potential of Flintisa Composite of maize in two levels of technology. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.19, p.145-152, 2019.
- ARAÚJO, A. C. G. et al. Citogenética em Alotetraploides induzidos de *Arachis*. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, [S. l.], v. 38, n. 1supl, p. 38, 2018. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/29203>. Acesso em: 14 dez. 2023.
- ASSUNÇÃO, H. F. da; ESCOBEDO, J. F. Estimativa da exigência hídrica do amendoim usando um modelo agrometeorológico. **IRRIGA**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 325–335, 2009. DOI: 10.15809/irriga.2009v14n3p325-335. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3422>. Acesso em: 14 jan. 2024.
- ATLASBIG. **Produção Mundial de Amendoim por País**. 2021. Disponível em: <https://www.atlasbig.com/pt-br/paises-pela-producao-de-amendoim>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.
- AMABILE, R. F.; VILELA, M. S.; PEIXOTO, J. R. (Eds.). **Melhoramento de plantas: variabilidade genética, ferramentas e mercado**. In: MALAQUIAS, J. V., Estatística aplicada ao melhoramento genético de plantas. Brasília, DF: Proimpress; Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2018. p. 35-47. ISBN 978-85-540487-3-0.
- AMORIM NETO, M. S et al. **Necessidades hídricas da cultura do amendoim**. In: Congresso Brasileiro De Agrometeorologia, 11, 1999, Florianópolis-SC, 1999. Disponível em: <https://www.sbagro.org/files/biblioteca/623.pdf>. Acesso em: 11 de junho de 2024.
- ARRUDA, I. M. et al. Crescimento e produtividade de cultivares e linhagens de amendoim submetidas a déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.L.], v. 45, n. 2, p. 146-154, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632015v4529652>.
- AZEVEDO, A. M. et al. Desempenho agrônômico e parâmetros genéticos em genótipos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**. 2015.
- BAGNALL, D.J.; KING, R.W. Response of peanut (*Arachis hypogea*) to temperature, photoperiod and irradiance 2. Effect on peg and pod development. **Field Crops Research**,

[S.L.], v. 26, n. 3-4, p. 279-293, jun. 1991. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-4290\(91\)90005-g](http://dx.doi.org/10.1016/0378-4290(91)90005-g).

BALLE´N-TABORDA, C. et al. A new source of root-knot nematode resistance from *Arachis stenosperma* incorporated into allotetraploid peanut (*Arachis hypogaea*). **Sci Rep**, v. 9, 17702, 2019. DOI: 10.1038/s41598-019-54183-1.

BANKS, D.J. Hand-tripped flowers promote seed production in *Arachis lignosa*, a wild peanut. **Peanut Sci.**, v. 17, p. 23-24, 1990.

BÁRBARO, I. M. et al. Análise genética em populações de soja resistentes ao cancro da haste e destinadas para áreas de reforma de canavieiras. **Colloquium Agrariae**. 07-24p. 2009.

BARBIZAN, T. **Eficiência agrônômica e qualidade de sementes de amendoim sob irrigação na região de Dourados-MS** [recurso eletrônico]. 2020. Orientador: Guilherme Augusto Biscaro. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

BARBOSA, R. M. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim durante o processo de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 49, n. 12, p. 977-985, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2014001200008>.

BARMAWI, M. Pola segregasi dan heritabilitas karakter ketahanan kedelai terhadap Cowpea Mild Mottle Virus populasi Wilis X Mlg2521. **J. HPT Tropika**, v. 7, p. 48-52, 2007.

BARROS, M. A. L et al. **Diagnóstico preliminar da cultura do amendoim no Estado da Paraíba**. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual 1992-1993. Campina Grande, 1994. 384-386p.

BASSANEZI, I. L. de A. **Produtividade de cultivares de amendoim no Oeste Paulista - safra 2020/2021**. In: XVIII ENCONTRO E III FEIRA NACIONAL DO AMENDOIM, 2021, Jaboticabal - SP. South American Sciences, 2021.

BARBOSA, J. M. P. **Sistemas de produção de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) para ganhos em fitomassa e grãos**. 2018. 102 f. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola, Garanhuns, 2018.

BENIN, G. et al. Estimativas de correlações genotípicas e de ambiente em gerações com elevada frequência de heterozigotos. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 523-529, jun. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782005000300006>.

BERTINO, A. M. P. et al. Peanut crop yield under full and deficit irrigation in the reproductive phase. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 27, n. 11, p. 900-909, nov. 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n11p900-909>.

BHARATHI, S. U. et al. Physiological Response Of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Genotypes Under Moisture Stress Condition. **Journal of Pharmaceutical Negative Results**, v. 13, n. 5, 2022. DOI: 10.47750/pnr.2022.13. S05.412.

BOLONHEZI, D. **Colheita e pós-colheita do amendoim**. In: SANTOS, R. C. (ed). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. p.245-261.

BOOTE, K. J. et al. Irrigation, water use and water relation. In: PATEE, H. E.; YOUNG, C. T. (Eds.) **Peanut Science and Technology**. Texas: American Press, 1982. Cap.7, p. 164-205.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 8. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de Plantas**. 7. ed. Viçosa, MG: UFV, 543 p. 2017.

BONIFÁCIO, D.O.C.; MUNDIM, F. de M.; SOUSA, L.B. de. Variabilidade genética e coeficiente de determinação em genótipos de algodoeiro quanto a qualidade da fibra. **Revista Verde**, v. 10, n. 3, p 66-71, 2015.

BORDIN, P. A.N. et al. Caracterização e fenotipagem agronômica em progênies de soja avaliadas em ensaio preliminar de desempenho. **Open Science Research**, Editora Científica Digital, v. 7, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria SPA/MAPA nº 70, de 11 de abril de 2023. Aprova o Zoneamento Agrícola de Risco Climático – ZARC para a cultura do Amendoim no estado do Paraná, ano-safra 2023/2024**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 de abril de 2023. Seção 1. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/safra-vigente/parana/PORTN70AMENDOIMPR.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

BRITO, G. Greigh de et al. Uma abordagem não destrutiva na fenotipagem de raízes de amendoim. **South American Sciences Issn 2675-7222**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 1-9, 14 out. 2020. South American Sciences. <http://dx.doi.org/10.17648/sas.v1i2.29>.

BRITO, S. de F. M. **Eventos fenológicos visuais e aspectos produtivos em genótipos de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) dos grupos Valência e Virgínia**. Areia: UFPB, 1992. 39p. TCC de graduação.

CÂMARA, G. M. de S. **Plantas oleaginosas - Estudo da Planta de Amendoim**. Piracicaba, SP: USP/ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2016.

CÂMARA, G. M. S. **Desempenho produtivo das cultivares de soja IAC-12, IAC-17 e IAC-19 em três épocas de semeadura e cinco densidades de plantas**. 1998. 165 p. Tese (Livre Docente) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

CÂMARA, G. M. S. et al. **Amendoim: produção, pre-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: PROMOCET, 1982. p. 44-55.

CARREGA, W. C. et al. Respostas Fisiológicas De Genótipos De Amendoim À Deficiência Hídrica. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** (Online), [S.L.], n. 54, p. 119-133, 23 mar. 2020. Zeppelini Editorial e Comunicação. <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-947820190580>. Disponível em: [file:///C:/Users/Cliente/Downloads/s\\_fernandes,+RBCIAMB\\_n54\\_119-133.pdf](file:///C:/Users/Cliente/Downloads/s_fernandes,+RBCIAMB_n54_119-133.pdf). Acesso em: 18 nov. 2022.

CARREGA, W.; ALVES, P. L. da C. A. **A cultura do amendoim e seus reflexos econômicos, sociais e técnicos**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP. 261p, 2022.

CENTURION, M. A. P. C.; CENTURION J. F. **Cultura do amendoim**. Jaboticabal: FCAV – UNESP, 1998. p. 1-24. Apostila.

CHELLIER, P.; SILVESTRE, P. **El cacahuete o mani**. Barcelona: Bhume, 1970. 281 p.

CHEN, C. Y. et al. Registration of purified accessions for the U.S. peanut mini-core germplasm collection. **Plant Registry J**, v. 8, n. 1, p. 77-85, 2014.

CHEN, W. et al. Quantitative trait locus analysis for pod- and kernel-related traits in the cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.). **BMC Genetics**, v. 17, n. 25, 2016. DOI: 10.1186/s12863-016-0337-x.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24**, n. 1, primeiro levantamento, outubro 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos**, v.7, safra 2019/20 – Oitavo levantamento. Brasília, 2020.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira - grãos: Décimo levantamento**, julho 2020 - v.7, safra 2019/2020. Brasília: CONAB, 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Produção de amendoim**. 2022. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos **Acomp. safra bras. grãos** v.8– Safra 2020/21, n.5 - Quinto levantamento, Brasília, p. 1-94. INSS 2318-6852. fevereiro 2021.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, **Acomp. safra bras. Grãos**, v.7-Safra 2019/20- décimo levantamento, ISSN 2318852 Brasília. 2020.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento Da Safra Brasileira De Grãos**: v. 7 - SAFRA 2019/20 - n. 1 - Primeiro levantamento, Brasília - DF 2019. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/10/GrosZoutubroZ2019.pdf>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: safra 2022/23**, sexto levantamento, Brasília, DF, v. 10, n. 6, 2023.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim Da Safra De Grãos**. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 04 jul. 2024.

CORDEIRO, C. F. dos S.;. **Produtividade de cultivares de amendoim em duas épocas de semeadura no Oeste Paulista - Safra 2020/21**. Presidente Prudente: UNOESTE, 2021 (Artigos Técnicos).

CORDEIRO, C. F. S. et al. **Qualidade fisiológica de sementes de amendoim afetada pela disponibilidade de fósforo e cultivares**. In: BACHA, Allan Lopes et al. (Ed.). Anais do XIX Encontro Sobre a Cultura do Amendoim, 10 a 12 de agosto de 2022, Estação de Eventos Cora Coralina e FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP. Jaboticabal, SP: [s.n.], 2022.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. 1 ed. 2 reimpressões. Viçosa: Editora UFV, 2012.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.: il. ISBN: 85-7269-083-2.

CRUZ, C. D., CARNEIRO, P. C. S. e REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2014.

CRUZ, C. D., CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Vol 2. Viçosa: Editora UFV, 2003.

CRUZ, C. D.; OLIVEIRA, M. da S. **Genética de populações com o aplicativo GPOP** [recurso eletrônico]. 1.ed. Curitiba: Brazil Publishing, 2021. ISBN 978-65-5016-356-3.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4 ed. Viçosa, MG: UFV, 2012. 514 p.

CRUZ, C.D. GENES- a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, v. 35, n. 3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C.D. **Programa genes – biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 668p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, J.A.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ª ed. Viçosa: Ed. UFV, v.1, 480p. 2004.

CRUZ; C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, 2ed., 390p, 2001.

CRUZ, G. C. da et al. Semiárido, seca e “gerais” do Norte de Minas: uma revisão da bibliografia sobre o alto-médio são francisco. **Revista Campo-Território**, [S.L.], v. 13, n. 31, p. 29-56, 30 dez. 2018. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rct133102>.

DA SILVEIRA, P. S. et al. Fenologia e produtividade do amendoim em diferentes épocas de semeadura no recôncavo sul baiano. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 29, n. 3, p. 553–561, 2013. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13437>. Acesso em: 10 jan. 2024.

DALBOSCO, E.Z. et al. Parametric and non-parametric indexes applied in the selection of sour passion fruit progenies. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, p. 1-8, 2018.

DAS, A.; GOYALI, J.; FERDAUSI, A. Abordagens de cultura de tecidos para melhorar a qualidade nutricional e a resposta ao estresse no amendoim. **Revista Europeia de Pesquisa Biológica**, v. 3, p. 332-347, 12 jul. 2021.

DAUDI, H. et al. Combining ability and gene action controlling rust resistance in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Scientific Reports**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-12, 13 ago. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-96079-z>.

DESHMUKH et al. Combining High Oleic Acid Trait and Resistance to Late Leaf Spot and Rust Diseases in Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Frontiers in Genetics**, Junho 2020.

DEVECHIO, F. de F. da S.; PEDROSO, R. M. **Planejamento do Projeto Integrado do Módulo 5: Manejo fitotécnico de culturas leguminosas e oleaginosas**. São João da Boa Vista, SP, 2021.

DIARRA, K. et al. Peanut Milk and Peanut Milk Based Products Production: a review. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [S.L.], v. 45, n. 5, p. 405-423, jul. 2005. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408390590967685>.

DUARTE, E. A. A. et al. Características agrônômicas e índice de colheita de diferentes genótipos de amendoim submetidos a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 17, n. 8, p. 843-847, ago. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662013000800007>.

DUTRA, W. F. **Introgessão de alelos de *arachis* selvagens visando ao aumento da tolerância à seca no amendoim cultivado**. 2019. 81 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia., Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2019.

EMARA, E. I.R. et al. Response of certain peanut (*Arachis hypogea* L.) varieties to water regime using different irrigation systems in new reclaimed areas. **Journal Of The Saudi Society Of Agricultural Sciences**, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 245-260, maio 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2022.12.004>.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa indica cultivares de amendoim para o Nordeste**. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1463533/embrapa-indica-cultivares-de-amendoim-para-o-nordeste>. Acesso em: 18 nov. 2022.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivares de amendoim da Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cultivar/amendoim>. Acesso em: 26 jan. 2024.

EMBRAPA– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Nova cultivar de amendoim precoce para o mercado de óleo**. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1487299/nova-cultivar-de-amendoim-precoce-para-o-mercado-de-oleo>. Acesso em: 26 jan. 2024.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Amendoim**. Folders. 6. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016. 1000 exemplares. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157517/1/Amendoim-BR-1.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMPRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Catálogo De Tecnologias, Produtos e Serviços 2023**. Petrolina – PE: Embrapa Semiárido, 2023. 41 p. Disponível em: [file:///C:/Users/Kyros/Downloads/CATALOGO-DE-TECNOLOGIAS-SEMIARIDO-SHOW-2023%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Kyros/Downloads/CATALOGO-DE-TECNOLOGIAS-SEMIARIDO-SHOW-2023%20(1).pdf). Acesso em: 11 de junho de 2024.

EMPRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivares De Amendoim Da Embrapa**. Brasília – DF, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cultivar/amendoim>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

EMPRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivares De Amendoim Para O Semiárido**. Campina Grande- PB, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18137362/cultivares-de-amendoim-parao-semiarido>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1987. p. 279.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. UFV, 1987. HARTL, Daniel L.; CLARK, Andrew G.; CLARK, Andrew G. Principles of population genetics. Sunderland: Sinauer associates, 1997.

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. Edinburga: Oliver and Boyd, 1960. p. 120-125.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4ª ed. New York: Longman, 1996. 464p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV. 279p. 1981.

FAO - Food And Agriculture Organization Of The United Nations. **GIEWS country briefs**. 2022. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

FARIAS NETO, J. T.; CLEMENT, C. R.; RESENDE, M. D. V. de. Estimativas de parâmetros genéticos e ganho de seleção para produção de frutos em progênies de polinização aberta de pupunheira no Estado do Pará, Brasil. **Bragantia, Campinas**, v.72, n. 2, p.122-126, 2013.

FARIAS, F. C. **Progresso genético do programa de seleção recorrente para produtividade de grãos de feijoeiro comum da Embrapa [manuscrito]**. 2018. 53 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas., Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

FALUBA, J. S. et al. Potencial genético da população de milho UFV7 para o melhoramento em Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n. 6, p. 1250 - 1256, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/pTXKvvC4tDZKQnXvXShGNWn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

FARIAS, F. J. C. **Índice de seleção em cultivares de algodoeiro herbáceo**. Tese (Doutorado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas) - 121 f. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2005.

FERNÁNDEZ, A.; KRAPOVICKAS, A. Cromosomas y evolución em *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, v. 8, p. 187-220, 1994.

FERRAZ, R. et al. **Caracterização morfológica de acessos de germoplasma de quatro espécies brasileiras de amendoim-silvestre (1)**. v. 60, n. 1, p. 167-176, 1996.

FERREIRA, J. L. S. **Cobertura vegetal, Teor de óleo e Produtividade de linhagens interespecíficas de amendoim no Sudoeste de Goiás**. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Jataí, 2015. Orientador: Prof. Dr. Hildeu Ferreira da Assunção.

FIGUEREDO, L. F. de. **Desempenho agrônômico do amendoim cv. BR1 submetido a fontes e doses de biofertilizante**. 2012. 68 f. : il. color. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, 2012.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. da. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson ®. **Revista Política Hoje**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/politica hoje/article/view/3852/3156>. Acesso em: 15 jun. 2024.

FONSECA, H. **Tecnologia de transformação**. In: CÂMARA, OMS. et al. Amendoim: produção, pré-processamento e transformação industrial. Piracicaba: FEALQ, 1981. p. 47- 83. (Série Extensão Agroindustrial. 3).

FRANÇA, A. E. D. et al. Seleção simultânea em progênies de sorgo-sacarino por meio de índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 10, 2016.

FRANÇA, C. G. B. de. **Cadeia produtiva de amendoim no Cariri cearense: potencial para integração ao complexo agroindustrial do biodiesel**. 2017, 109f. Dissertação. (Mestrado em Agronegócio) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

FRANÇA, P. N. de O. **Produção de amendoim na época da seca submetida a níveis de irrigação**. 2019. 56 f. Dissertação, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal. 2019.

FREITAS, I. L. J. et al. Genetic gains in the UENF-14 popcorn population with recurrent selection. **Genetics and Molecular Research**. Ribeirão Preto. v. 13. n. 1. p. 518-527. 2014.

FREIRE, L. F. **Produção de grãos no Nordeste deve ser 7,8% menor na safra 2023/2024**. 2024. Movimento Econômico. Disponível em: <https://movimentoeconomico.com.br/agronegocio/2024/03/16/producao-de-graos-no-nordeste-deve-ser-78-menor-na-safra-2023-2024/#:~:text=AGRONEG%C3%93CIO-,Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20gr%C3%A3os%20no%20Nordeste%20deve%20ser%207%2C8,menor%20na%20safra%202023%2F2024&text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20nordestina%20de%20gr%C3%A3os,toneladas%20registrada%20em%202022%2F2023..> Acesso em: 04 jul. 2024.

FREZARIN, E. T. et al. Promotion of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Growth by Plant Growth-Promoting Microorganisms. **Microbiology Research**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 316-332, 24 fev. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/microbiolres14010025>.

GALI, S. et al. Genetic variability studies in large seeded peanut (*Arachis hypogaea* L.). **The Pharma Innovation Journal**, v. 10, n. 9, p. 2065-2069, 2021. Disponível em: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2021/vol10issue9/PartY/10-9-233-600.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2024.

GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Comparação de índices não paramétricos para seleção de cultivares. **Bragantia**, v. 58, n. 2, p. 253-267, 1999.

GIBBONS, R.W.; BUNTING, A.H.; SMARTT, J. The classification of varieties of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Euphytica**, v. 21, p. 78-85, 1972. <https://doi-org.ez291.periodicos.capes.gov.br/10.1007/BF00040550>.

GLOBO RURAL. **Exportação de amendoim do Brasil cresce 40% em três anos**. 2023. Disponível em: <https://globorural.globo.com/agricultura/noticia/2023/10/exportacao-de-amendoim-do-brasil-cresce-40percent-em-tres-anos.ghhtml>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

GODOY, I. J. de et al. **Cultura do amendoim**. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 47, 2005(Boletim Técnico, 200).

GOMES, A. B. S. et al. **Estimativas de parâmetros genéticos visando o melhoramento cafeeiro**. Embrapa, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141482/1/Estimativas-de-parametros-geneticos.pdf>. Acesso em: data de hoje.

GOMES, L. R. et al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de amendoim de porte ereto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 72, p. 985-989, 2007.

GOVERNO DA PARAÍBA. **Cultivo de amendoim garante renda para agricultores paraibanos**. 2020. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/com-apoio-do-governo-cultivo-de-amendoim-garante-renda-para-agricultores-paraibanos>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13ª Edição. São Paulo: Editora Livraria Nobel S.A., 1990.

GRANJA, M.; MELO FILHO, P. de A.; SANTOS, R. C. dos. **Parâmetros genéticos em uma população f2 intraespecífica de amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. In: II Encontro de Iniciação Científica da Embrapa Algodão, 2007, Campina Grande - PB. II Encontro de Iniciação Científica da Embrapa Algodão, 2007.

GREGORY, W. C.; SMITH, B. W.; YARBROUGH, J. A. **Morphology, Genetics and Breeding**. In: The national fertilizer association. The Peanut: The unpredictable Legume. Washington, D.C., 1951. p. 28-88.

GUNDARANIYA, S. A. et al. Metabolomic Profiling of Drought-Tolerant and Susceptible Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Genotypes in Response to Drought Stress. **ACS Omega**, [S.L.], v. 5, n. 48, p. 31209-31219, 20 nov. 2020. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acsomega.0c04601>.

HALWARD, T. M.; WYNNE, J. C. Generation means analysis for productivity in two diverse peanut crosses. **Theor. Appl. Genet.**, v. 82, p. 784-792, 1991. DOI: 10.1007/BF00227326.

HAMPANNAVAR, M. R et al. Genetic variability, correlation and path analysis studies for yield and yield attributes in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal Of Pharmacognosy And Phytochemistry**, [S.L.], v. 1, n. 7, p. 870-874, 2018. Unpublished. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.25233.48487>.

HEID, D. M. et al. Produtividade agrônômica de genótipos de amendoim Virginia cultivados com diferentes espaçamentos entre fileiras no canteiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 105-113, 2016.

HUSTED, L. Cytological Studies an the Peanut, *Arachis*. II. **Cytologia**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 396-423, 1936. International Society of Cytology. <http://dx.doi.org/10.1508/cytologia.7.396>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Campina Grande**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/panorama>. Acesso em: 10 Jul 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Alagoinha**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/alagoinha/panorama>. Acesso em: 10 Jul 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Abr. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabela 1000: Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de amendoim, 1ª e 2ª safras**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1000#resultado>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP**. Brasília: INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 13 nov. 2023.

JAIN, N. K. et al. Polythene mulching and fertigation in peanut (*Arachis hypogaea*): Effect on crop productivity, 84 quality, water productivity and economic profitability. **Indian Journal of Agricultural Sciences**. v. 88, n. 8, p. 1168–1178. 2018.

JAMBORMIAS, E.; RIRY, J. Penyuaiian data dan penggunaan informasi kekerabatan untuk mendeteksi segregan transgresif karakter kuantitatif pada tanaman menyerbuk sendiri (*Arachis hypogaea*). **J. Budidaya Pertanian**, v. 5, p. 11-18, 2009.

JIOVANANGELO, G. et al. **Aspectos Gerais na Cultura do Amendoim**. 2020. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Agropecuária) - ETEC Orlando Quagliato, Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”, Santa Cruz do Rio Pardo, SP, 2020.

JOHNSON, H.W.; ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. Estimates of genetic and environmental variability in soybean. **Agron J.**, v. 47, p. 413-418, 1955.

JOSHI, N. H. **Characterization of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Germplasm in Relation to Major Foliar Pests and Diseases**. 2005. 200 p. Tese (Doutorado em Bio Sciences - Plant Sciences) - Department of Biosciences, Saurashtra University, Rajkot, 2005.

KADIROĞLU, A. **Yerfistiği Yetiştiriciliği**. Antalya: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2023. 82 p. Disponível em: [yerfistigi\\_yetistiriciligi.pdf](#) ([tarimorman.gov.tr](#)). Acesso em: 14 jan. 2024.

KAMDAR, J. H.; JASANI, M. D.; GEORRGE, J. J. **Desenvolvimento de linhagens de melhoração de amendoim com alto teor de ácido oleico**. In: **Proceedings of National Conference on Innovations**. In: Biological Sciences (NCIBS). Elsevier-Biology Research Network, Rajkot, p.1-4, 2020.

KAMDAR, J.H et al. Recentes avanços no desenvolvimento de amendoim com altas características de oleato. **Publicações Bharti**, Nova Delhi, 2017. 493-499p.

KISHLYAN, N. V. et al. Biological peculiarities and cultivation of groundnut (a review). **Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding**, v. 181, n. 1, p. 119-127, 2020. (In Russ.).

KOKKANTI, R. R.; et al. Variability in drought stress-induced physiological, biochemical responses and expression of DREB2A, NAC4 and HSP70 genes in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **S. Afr. J. Bot.**, v. 144, p. 448-457, 2022.

KRANS, W. M.; HOHMANN, C. L.; BIANCHINI, A. Amendoim. In: Instituto Agronômico do Paraná. **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agropecuário do Paraná, 1980. p. 121-128.

KRAPOVICKAS, A. et al. Taxonomy of the genus *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, v. 16, Suppl., p. 1-205, 2007.

KUMAR, R. et al. Peg Biology: deciphering the molecular regulations involved during peanut peg development. **Frontiers In Plant Science**, [S.L.], v. 10, p. 1286-1289, 18 out. 2019. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2019.0128>

KUCHAK, A. et al. A cultura do amendoim (*Arachis hypogaea*). In: CARVALHO, Ivan Ricardo et al. (org.). **Plantas de lavoura: culturas de AD**. Curitiba: CRV, 2024. Cap. 4, p. 45-68.

LAVIA, G. I. et al. Karyotypes of *Arachis palustris* and *A. praecox* (Section *Arachis*), Two Species with Basic Chromosome Number  $x=9$ . **Cytologia**, [S.L.], v. 63, n. 2, p. 177-181, 1998. International Society of Cytology. <http://dx.doi.org/10.1508/cytologia.63.177>.

LEAL-BERTIOLI, S. C. M. et al. The effect of tetraploidization of wild *Arachis* on leaf morphology and other drought-related traits. **Environmental and Experimental Botany**, v. 84, p. 17-24, 2012. doi: 10.1016/j.envexpbot.2012.04.005.

LEAL-BERTIOLI, S.C.M. et al. Segmental allopolyploidy in action: Increasing diversity through polyploid hybridization and homoeologous recombination. **Am J Bot**, v. 105, n. 6, p. 1-14, 2018. DOI: 10.1002/(ISSN)1537-2197.

LIEN, K.-W. et al. Assessing Aflatoxin Exposure Risk from Peanuts and Peanut Products Imported to Taiwan. **Toxins**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 80, 1 fev. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/toxins11020080>.

LIMA, L. D. de et al. Oxidative metabolism and physiological quality of artificially aged *Arachis hypogaea* L. seeds. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 52, n. 4, e20207339, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/rkhPZGjYknx6szTKhgy7DzP/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

LUZ, L. N. et al. Estimates of genetic parameters in peanut lines based on peg-linked traits. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 132-138, 2010. GN1 Sistemas e Publicacoes Ltd.. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20100018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/FKrxs6C8zFwyptphLmnsZCJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 06 jan. 2024.

MAHANTESH, S. et al. Identification of drought tolerant genotypes based on physiological, biomass and yield response in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Indian Journal Of Agricultural Research**, [S.L.], n. 00, p. 221-227, 24 maio 2018. Agricultural Research Communication Center. <http://dx.doi.org/10.18805/ijare.a-4984>.

MARTINS, P. F. R. B. **Cultivares de amendoim sob deficiência hídrica**. 2020. 98 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal, 2020. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/193604/martins\\_pfrb\\_dr\\_jabo.pdf?sequence=3](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/193604/martins_pfrb_dr_jabo.pdf?sequence=3). Acesso em: 27 nov. 2022.

MARTINS, M. F.; OLIVEIRA, K. G. de; MALAQUIAS, R. F. Relação entre taxas de administração divulgadas e efetivas em fundos de investimento. **RECSA - Revista Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas**, Garibaldi, v. 4, n. 1, p. 27-45, jan./jun. 2015. ISSN 2176-5766.

MAZZANI, B. **El mani en Venezuela**. Macaray: Ministério da Agricultura y Cria de Venezuela, Centro de Investigacione Agronómicas, 138 p., 1961. (Monografia n. 1).

MEDEIROS, C. C. da S. **Desenvolvimento de amendoim cultivado em dois sistemas de produção e diferentes manejos de plantas daninhas**. 2020. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/18683/1/CCSM11122020-MA1157.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

MEDEIROS, R. M. de et al. Comparativos Das Variabilidades Do Clima E Do Conforto Ambiental Nos Municípios De Campina Grande E Monteiro, Pb. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar - Issn 2675-6218**, [S.L.], v. 2, n. 11, p. 1-16, 8 dez. 2021. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar. <http://dx.doi.org/10.47820/recima21.v2i11.874>.

MELO FILHO, P. de A.; SANTOS, R. C. dos. **A cultura do amendoim no Nordeste: situação atual e perspectivas**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, v. 7, p.192-208, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/132-Texto%20do%20Artigo-525-1-10-20130911.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

MILLA, S. R,et al. Taxonomic relationships among *Arachis* sect. *Arachis* species as revealed by AFLP markers. **Genome**, [S.L.], v. 48, n. 1, p. 1-11, 1 fev. 2005. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/g04-089>.

MIQUELONI, D. P.; ASSIS, G. M. L. de. Amendoim Forrageiro: principais características, uso e melhoramento genético. **Docência, Pesquisa e Liderança em Zootecnia**, [S.L.], p. 1-27, 18 set. 2020. Atena Editora. <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.0162018091>. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Doc%C3%Aancia,%20Pesquisa%20e%20Lideran%C3%A7a%20em%20Zootecnia.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

MORAIS, M. de M. D. **Estimativa da variabilidade genética em acessos de amendoim baseada em modelos uni e multivariados**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2020.

MOORE, D. S. **The Basic Practice of Statistics**. 7. ed. New York: Freeman, 2007.

MOTAGI, B. N. et al. Genetic Enhancement of Groundnut: current status and future prospects. **Accelerated Plant Breeding, Volume 4**, [S.L.], p. 63-110, 2022. Springer International Publishing. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-81107-5\\_3](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-81107-5_3).

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v. 7, p. 40-51, 1978.

NABI, R. B. S. et al. Genetic diversity analysis of Korean peanut germplasm using 48 K SNPs ‘Axiom\_Arachis’ Array and its application for cultivar differentiation. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-13, 17 ago. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-96074-4>.

NAKAGAWA, J.; IMAIZUMI, I.; ROSSETTO, C. A. V. Efeitos de fontes de fósforo e da calagem na produção de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, p. 421-431, 1993.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A. **O amendoim: tecnologia de produção**. Botucatu: FEPAF, 2011. 325 p. ISBN 978-85-98187-29-7.

NAMKOONG, G. Introduction to quantitative genetics in forestry. Washington: USDA. **Forest Service**. 1979, p. 342.

NATIONAL PEANUT BOARD. **Did you know that there are 4 different types of peanuts?**[cited 2021 03.01]; Disponível em: <https://nationalpeanutboard.org/news/peanut-types/>. Acesso em: 14 jan. 2024.

NAGEL, AL et al. Desempenho agronômico de genótipos de feijão do grupo carioca no ecótono Cerrado-Pantanal. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 8, pág. e149985465, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5465. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5465>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

NIGAM, S. N.; RAO, M. J. V.; GIBBONS, R. W. **Hibridização Artificial em Amendoim**. Patancheru, Andhra Pradesh, Índia: Instituto Internacional de Pesquisa de Culturas para os Trópicos Semiáridos, 1990. Relatório técnico. Disponível em: [https://oar.icrisat.org/959/1/RA\\_00166.pdf](https://oar.icrisat.org/959/1/RA_00166.pdf). Acesso em: 28 dez. 2023.

NÓBREGA, C. C. da et al. Funções de pedotransferência para estimar a retenção e a disponibilidade de água em Planossolo Háptico sob sistemas integrados de produção agropecuária no Agreste da Paraíba. **Scientia Plena**, [S.L.], v. 18, n. 7, p. 1-20, 9 ago. 2022. Associação Sergipana de Ciência. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2022.070202>.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, R. C. dos. Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 41-45, 2000.

NOGUEIRA, R.; TÁVORA, F. **Ecofisiologia do amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. Ciência Agrária, 2005.

NORDEN, A. J.; SMITH, O.D. & GORBET, D.W. **Breeding of the cultivated peanut**. In: PATTEE, H.E.; YOUNG, C.T., eds. Peanut science. and technology. Yoakum, Texas, American Peanut Research and Education Society, p.95-122. 1982.

OJIEWO, C. O. et al. Advances in Crop Improvement and Delivery Research for Nutritional Quality and Health Benefits of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Frontiers In Plant Science**, [S.L.], v. 11, p. 1-15, 21 fev. 2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2020.00029>.

OKADA, M. H. et al. Acquisition of the physiological quality of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds during maturation under the influence of the maternal environment. **Plos one**, v. 16, p. e0250293, 2021.

OLIBONE, D. et al. Avaliação agronômica de genótipos de amendoim no Médio Norte do estado do Mato Grosso. **South American Sciences Issn 2675-7222**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 1-9, 30 set. 2021. South American Sciences. <http://dx.doi.org/10.52755/sas.v2iedesp1.123>.

OLIVEIRA, V. S. **capacidade de combinação entre genótipos de algodoeiro herbáceo no semiárido nordestino. Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba. 47 p. 2021.

PANDEY, M. K. et al. Genômica translacional para alcançar maiores ganhos genéticos em amendoim. **Genética Teórica e Aplicada**, v.23, p.1-24, 2020.

PAULINO, G. C. et al. **Qualidade operacional do arranquio mecanizado de amendoim**. In: XIX ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, 2022, Jaboaticabal. Anais... Jaboaticabal: FCAV/UNESP, 2022. p. 77-80.

PAINAWADEE, M. et al. Identification of traits related to drought resistance in Peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Asian Journal of Plant Science**, v. 8, p. 120-128, 2009.

PEIXOTO, C. P. et al. Características agronômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no Recôncavo Baiano. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 673-684, 2008.

PEÑALOZA A.; VALLS J. F. M. Chromosome number and satellite chromosome morphology of eleven species of *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, Corrientes, Argentina, v. 14, p. 65-72. 2005.

PEREIRA, J. W. L. et al. Assessment of drought tolerance of peanut cultivars based on physiological and yield traits in a semiarid environment. **Agricultural Water Management**, v. 166, p. 70-76, 2016. doi: 10.1016/j.agwat.2015.12.010.

PEREIRA, J. W. L. et al. Cluster analysis to select peanut drought tolerance lines. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, p. 1095-1105, 2015.

PONTES, F. C. F. de. **Controle Genético De Caracteres Determinantes De Aspectos Visuais e da Produção Em Amendoim**. 2019. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia/ Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/50774/5/2019\\_dis\\_fcfpontes.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/50774/5/2019_dis_fcfpontes.pdf). Acesso em: 18 nov. 2022.

POZZI, F. I. et al. O. Caracterización genética de germoplasma de maní cultivado (*Arachis hypogaea* L.) mediante el empleo de marcadores microsatélites. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUIYO**, v.46, n.2, p.1-13, 2014.

PRASAD, P.V.; CRAUFURD, P.Q.; SUMMERFIELD, R.J.. Sensitivity of Peanut to Timing of Heat Stress during Reproductive Development. **Crop Science**, [S.L.], v. 39, n. 5, p. 1352-1357, set. 1999. Wiley. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1999.3951352x>.

QUEIROGA, V. de P. et al. (Org.). Amendoim orgânico: Tecnologia de produção para o Nordeste brasileiro. 1. ed. Fortaleza: AREPB, 2018. 368 p. il. color. ISBN 978-85-67494-25-8.

RAHMAN, H. Review: Breeding spring canola (*Brassica napus* L.) by the use of exotic germplasm. *Can J Plant Sci*, v. 93, n. 3, p. 363-373, 2013. DOI: 10.4141/cjps2012-074.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Editora UFLA, 2012. 522p.

RAMOS, J. P. C. et al. Selection indexes and economic weights applied to runner-peanut breeding. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 327-334, maio 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n5p327-334>.

RAMOS, J. P.C. **Ganhos genéticos via índice de seleção e modelos mistos em amendoim indicado para o semiárido**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba. 60 p. 2019.

RANGEL, R. M. et al. Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 473-481, abril - junho, 2011.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990.188p.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo. Embrapa Florestas. 561p. 2007.

RESENDE, M.D.V. **Genética Quantitativa e de Populações**. Viçosa-MG: Suprema, 2015, 463p.

RIBEIRO, V. F. et al. Características morfofisiológicas e de produtividade na cultura de amendoim em resposta a aplicação de bioestimulante. **Brazilian Journal Of Science**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 98-108, 5 jan. 2023. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/bjs.v2i2.239>.

RIBEIRO, V. H. de A. **Tolerância De Genótipos De Gergelim Ao Estresse Hídrico Em Cultivo Com Biofertilizante**. 2019. 555 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Agrárias (Agroecologia)., Universidade Federal da Paraíba Centro de Ciências, Bananeiras, 2019.

RODRIGUES, E. V. et al. Eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas no cultivo do amendoim (*Arachis hypogea* L.). **Acta Iguazu**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 95–105, 2018. DOI: 10.48075/actaiguaz. v7i1.16690. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/16690>. Acesso em: 9 jan. 2024.

RODRIGUES, M. A. et al. Avaliação agronômica de genótipos de amendoim no Sudeste do estado do Mato Grosso. **South American Sciences Issn 2675-7222**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 1-9, 30 set. 2021. South American Sciences. <http://dx.doi.org/10.52755/sas.v2iedesp1.115>.

SA'DIYAH, N. et al. Korelasi, keragaman genetik, dan heritabilitas karakter agronomi kacang panjang populasi F3 keturunan persilangan testa hitam x lurik. **J. Agrotropika**, v. 14, p. 37-41, 2009.

SAMPAIO, R. M. **Amendoim: exportações em alta frente às expectativas construídas pela pandemia**. Julho 2020. Disponível em: <https://www.revistacanaiveiros.com.br/amendoim-exportacoes-em-alta-frente-as-expectativas-construidas-pela-pandemia>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

SAMPAIO, R. M. et al. Amendoim: 2023 mantém cenário de expansão com exportações do grão em alta e retração para o óleo. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-7, jan. 2024.

SÁNCHEZ, C. F. B. **Seleção genômica ampla em populações derivadas de acasalamento ao acaso ou de autofecundação**. 2013. 76 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SANTOS, A. A. C. dos et al. A cultura do *Arachis hypogaea* L.: uma revisão. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 1-5, 9 fev. 2021. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12719>.

SANTOS, A. M. B. et al. Componentes de produção da cultivar de amendoim BR-1 submetida a inoculantes. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 2, p. 146–153, 2019. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/21357>. Acesso em: 5 jul. 2024.

SANTOS, E. P. dos et al. Produtividade e perdas de amendoim em cinco diferentes datas de arranquio. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L.], v. 44, n. 4, p. 695-702, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-66902013000400005>.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5aed. Brasília (DF): Embrapa; 2018.

SANTOS, J. E. L. dos. **Estirpes de *Bradyrhizobium* spp. como atenuadoras de déficit hídrico em amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. 2021. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2021. Disponível em: <https://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/4252/2/PDF%20-%20Jos%3%a9%20Edson%20Louren%3%a7o%20dos%20Santos>. Acesso em: 20 dez. 2023.

SANTOS, R. C. dos; FREIRE, R. M. M.; SUASSUNA, T. de M. F. (Ed.). **Amendoim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 240 p.: il. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). ISBN 978-85-7383-453-6.

SANTOS, R. C. et al. **Recomendações técnicas para o cultivo do amendoim em pequenas propriedades agrícolas do Nordeste brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Circular técnica, 102).

SANTOS, R. C. et al. Variability of f2 peanut progenies generated through the selection of ISSR-divergent genitors. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.3, p.578-586, 2013.

SANTOS, R. H. S. dos. **Níveis de irrigação e adubação na cultura do amendoim**. In: CONADIS, 2018, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Realize Editora, 2018. p. 1-10. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/50760>. Acesso em: 28 dez. 2023.

SANTOS, R.C. dos. Peanut crop: a viable alternative to Brazilian Northeast growers. **Ciência e Cultura**, v.47, n.1/2, p.9- 10, 1995.

SANTOS, R.C.; GODOY, J. I; FAVERO, A.P. **Melhoramento do amendoim**. In: SANTOS, R.C. O Agronegócio do Amendoim no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 123-192.

SANTOS, R. C. et al. **Amendoim BR-1**. Informações para seu cultivo. Embrapa Algodão, Campina Grande – PB (Informação técnica). 4 ed., 2009.

SANTOS, R. C. et al. Produtividade de grãos e óleo de genótipos de amendoim para o mercado oleoquímico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 72-77, 2011.

SANTOS, R.C. et al. Produtividade de linhagens avançadas de amendoim em condições de sequeiro no Nordeste Brasileiro. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, [s.l.], v. 14, n. 6, p. 645-650, jun. 2010. ISSN 1415-4366. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000600004>.

SARAIVA, S. M.; FRAGA, V. S.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SANTOS, R. F.; FELIX, E. S.; CARNEIRO, K. A. A. Mineralogia de luvisolos formados sob gradiente pluviométrico no semiárido Paraibano. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 4, p. 4416-4433, 2020.

SEIJO, J. G. et al. Physical mapping of the 5S and 18S–25S rRNA genes by FISH as evidence that *Arachis duranensis* and *A. ipaensis* are the wild diploid progenitors of *A. hypogaea* (Leguminosae). **American Journal Of Botany**, [S.L.], v. 91, n. 9, p. 1294-1303, set. 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.91.9.1294>.

SONG, Y. et al. Impact of seed maturity on season-long physiological performance and offspring seed quality in peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Field Crops Research**, [S.L.], v. 288, p. 108674, nov. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108674>.

SONGSRI, P. et al. Response of Reproductive Characters of Drought Resistant Peanut Genotypes to Drought. **Asian Journal Of Plant Sciences**, [S.L.], v. 7, n. 5, p. 427-439, 15 jun. 2008. Science Alert. <http://dx.doi.org/10.3923/ajps.2008.427.439>.

SONG, Q. et al. Supplementary Calcium Restores Peanut (*Arachis hypogaea*) Growth and Photosynthetic Capacity Under Low Nocturnal Temperature. **Frontiers In Plant Science**, [S.L.], v. 10, p. 1-15, 21 jan. 2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2019.01637>.

SHANTHALA, J.; PARVEEN, S. G.; JAMBAGI, B. K. P. Genomic-Assisted Breeding for Enhanced Harvestable (Pod) and Consumable (Seed) Product, Yield Productivity in Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Accelerated Plant Breeding, Volume 4**, [S.L.], p. 181-237, 2022. Springer International Publishing. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-81107-5\\_7](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-81107-5_7).

SHROTRI, S. M. et al. Assessment of genetic variability, heritability and genetic advance for yield and yield contributing traits in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **The Pharma Innovation Journal**, v. 10, n. 11, p. 1008-1012, 2021.

SILVA, B. C. et al. **Manejo fitotécnico de culturas leguminosas e oleaginosas: cultura: amendoim**. São João da Boa Vista, SP: Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos, Escola de Engenharia e Computação, Engenharia Agrônômica - Híbrido, 2021.

SILVA, D. M. **Crescimento e produção de genótipos de amendoim submetidos a diferentes níveis de reposição hídrica**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Agrárias, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013. Disponível em: [https://pos-graduacao.uepb.edu.br/ppgca/download/outros\\_documentos/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20-%20DARLENE%20MARIA%20SILVA%20-%202013\(2\).pdf](https://pos-graduacao.uepb.edu.br/ppgca/download/outros_documentos/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20-%20DARLENE%20MARIA%20SILVA%20-%202013(2).pdf). Acesso em: 18 nov. 2022.

SILVA, E. et al. Qual o nível de competição da mucuna-preta com a cultura do amendoim? **South American Sciences Issn 2675-7222**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 1-9, 14 out. 2020. South American Sciences. <http://dx.doi.org/10.17648/sas.v1i2.39>.

SILVA, F. M. G. **Fontes e épocas de aplicação de fertilizantes orgânicos no amendoim**. 2010. 56f. Dissertação. Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2010.

SILVA, J. A. **Descritores fisiológicos e agrônômicos de cultivares de amendoim em condições semiáridas**. 2022. 43 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2022. Orientadora: Lindomar Maria da Silveira; Coorientador: Welder de Araújo Rangel Lopes.

SILVA, M. G. de M.; VIANA, A. P. Alternativas de seleção em população de maracujazeiro-azedo sob seleção recorrente intrapopulacional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.34 n°2 Jaboticabal Junho, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000200026>.

SILVA, R. M. et al. Eficiência da aplicação de nutrientes via semente e foliar na cultura do amendoim. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 2, p. 97-101, 2018. <https://doi.org/10.32404/rean.v5i2.1533>.

SILVA, R. P. **Colheita mecanizada do amendoim**. In: Avanços na produção de amendoim. Funep, p. 129-146, 2019.

SILVA, R.; SANTOS, A. F.; CARREGA, W. **Avanços na produção de amendoim**. Ed. Funep, 2019, 214 p.

SILVA, V. P. R.; ALMEIDA, R.S.R. Estudo do clima urbano na cidade de Campina Grande, PB. **Rev. de Ci. Da vida**, RJ, EDUR, v.32, n.1, jan/jun, p.31-44, 2012.

SILVA, L. C. et al. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da cultura de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 128-131, mar. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662006000100019>.

SILVA, R. S. **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de linhagens de algodoeiro herbáceo para as condições do semiárido nordestino**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba. 78 p. 2019.

SIMEÃO, R. M et al. Forage peanut (*Arachis* spp.) genetic evaluation and selection. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 72, n. 2, p. 322-332, June 2017.

SMITH, B.W. *Arachis hypogaea*, reproductive efficiency. **Am. J. Bot.**, v. 41, p. 607-616, 1954.

SMITH, B.W. *Arachis hypogaea*. Aerial flower and subterranean fruit. **Am. J. Bot.**, v. 37, p. 802-815, 1950.

SMITH, B.W. Macrosporogênese e embriogenia em *Arachis hypogaea* L. relacionadas à falha de sementes. **Jornal Americano de Botânica**, v. 33, p. 826, 1946.

SNA - SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **Exportações de amendoim do Brasil aumentam 40% em três anos**. 2023. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/exportacoes-de-amendoim-do-brasil-aumentam-40-em-tres-anos/>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

SOFIATTI, V. et al. **Produtividade de novas linhagens de amendoim na região central do Tocantins**. In: XIX ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, 2022, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: Estação de Eventos Cora Coralina e FCAV/UNESP, 2022.

SOUZA JUNIOR, N.L. de. et al. Plantas daninhas na cultura do amendoim em função do espaçamento e densidade de plantas. **Agronomia Tropical**, v. 60, n. 4, p. 341-354, 2010.

SOUZA, G. P. **Estimativas de parâmetros genéticos e estabilidade fenotípica em cultivares de algodoeiro herbáceo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba. 67 P. 2018.

SOUZA, M. B. de. **Eficácia de fungicida cúprico no controle das cercosporioses na cultura do amendoim**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, 2018. Orientador: Prof. Dr. Antonio de Goes. Coorientadora: Profa. Dra. Fernanda Dias Pereira.

SREELATHA, P.; SUDHAKAR, P.; UMAMAHESH, V.. Review on Morpho-physiological Attributes of Groundnut at Various Growth Stages. **International Journal Of Current Microbiology And Applied Sciences**, [S.L.], v. 7, n. 12, p. 2233-2246, 10 dez. 2018. Excellent Publishers. <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2018.712.254>.

STALKER, H. T. A New Species In Section Arachis Of Peanuts With A D Genome. **American Journal Of Botany**, [S.L.], v. 78, n. 5, p. 630-637, maio 1991. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/j.1537-2197.1991.tb12587.x>.

THANGTHONG, N.; JOGLOY, S.; JONGRUNGKLANG, N.; KVIEN, C. K.; PENSUK, V.; KESMALA, T.; VORASOOT, N. Root distribution patterns of peanut genotypes with different drought resistance levels under early-season drought stress. **Journal Of Agronomy And Crop Science**, [S.L.], v. 204, n. 2, p. 111-122, 7 nov. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jac.12249>.

TOKER, C.; MUTLU, N. Breeding for abiotic stresses. In: PRATAP, A.; KUMAR, J. (eds). *Biology and breeding of food legumes*. **CAB International, Wallingford**, p. 241-261, 2011.

TOOMER, O. T.. Nutritional chemistry of the peanut (*Arachis hypogaea*). **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [S.L.], v. 58, n. 17, p. 3042-3053, 11 out. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2017.1339015>.

TOSTA, A. G. **Avaliação da qualidade de sementes de amendoim IAC tatu cultivado sob diferentes lâminas de água**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2775/1/AlanGabrielTosta.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2023.

THOMAZ, J. S. Genetic parameters and selection index in intraspecific cotton lines in a Brazilian semi-arid region. **Crop Breeding And Applied Biotechnology**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 1-8, 2024. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332024v24n2a23>.

UITDEWILLIGEN, G. S. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de amendoim na região da Alta Mogiana. **South American Sciences Issn 2675-7222**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-9, 14 out. 2020. South American Sciences. <http://dx.doi.org/10.17648/sas.v1i1.15>.

USDA - United States Department of Agriculture. **Peanut**. 2023. PS&D Online. Atualizado em: jan. 2024. Disponível em: [https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2221000&sel\\_year=2023&rankby=Production](https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2221000&sel_year=2023&rankby=Production). Acesso em: 30 jan. 2024.

USDA – United States Department Of Agriculture. **Table 01: Major Oilseeds: World Supply and Distribution (Commodity View)**, setembro, 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

USDA. United States Department Of Agriculture. **Oilseeds: World Markets and Trade**. Foreign Agricultural Service. February, 2017. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf> . Acesso em: 27 nov. 2022.

VASCONCELOS, F. M. T. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos eretos de amendoim cultivados na região nordeste e centro-oeste. **Ciência Rural**, v.45, p.1375-1380, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140414>.

VAL, B. H. P. **Estimativas de parâmetros genéticos em linhagens avançadas de soja**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas)., Universidade Estadual Paulista, Jaboticaba, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/115841/000811948.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 nov. 2022.

VENCOVSKY, R. **Genética quantitativa**. In: KERR, W. E. (Coord.). Melhoramento e genética. São Paulo: Melhoramentos, 1969. p. 17-37.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fito-melhoramento. **Revista Brasileira de Genética**, 496 p., 1992.

VIANA, A. P.; GONÇALVES, G. M. **Genética quantitativa aplicada ao melhoramento genético do maracujazeiro**. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005.p.243-274.

VINITHASHRI, G. et al. Genetic variability, heritability and genetic advance of yield and related traits in F3 generation of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Electronic Journal Of Plant Breeding**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 1292, 2019. EJPB, ISPB, CPBG - Tamil Nadu Agricultural University. <http://dx.doi.org/10.5958/0975-928x.2019.00165.0>.

WOYANN, L. G. et al. Selection of high-yielding, adapted and stable wheat lines in preliminary trials. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.19, 2019.

YAMAUTI, M.S. et al. Adubação e o período anterior à interferência das plantas daninhas na cultura do amendoim. **Planta Daninha**, [S.L.], v. 28, n. , p. 1031-1039, 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582010000500011>.

YOKOMIZO, G. K. I.; VELLO, N. A. Coeficiente de determinação genotípica e de diversidade genética em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.11, p.2223–2228, 2000.

YOKOMIZO, G.K.I.; FARIAS NETO, J.T. de. Caracterização fenotípica e genotípica de progênes de pupunheira para palmito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 67-72, 2003.

ZERA, F. et al. Imazapic. **South American Sciences Issn 2675-7222**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-9, 14 out. 2020. South American Sciences. <http://dx.doi.org/10.17648/sas.v1i1.81>.

ZHAN, Z. et al. Cytological and morphological analysis of hybrids between *Brassicoraphanus*, and *Brassica napus* for introgression of clubroot resistant trait into *Brassica napus* L. **PLoS ONE**, v. 12, n. 5, e0177470, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0177470.

ZOZ, T. et al. Desempenho agrônômico de novas linhagens de amendoim na região do Bolsão Sul-Matogrossense. **South American Sciences Issn 2675-7222**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 1-9, 30 set. 2021. South American Sciences. <http://dx.doi.org/10.52755/sas.v2iedesp1.116>.