

MAURICIO HIDEKI OKADA

**AQUISIÇÃO DE QUALIDADE FISIOLÓGICA
EM SEMENTES DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.)**

Botucatu

2019

MAURICIO HIDEKI OKADA

**AQUISIÇÃO DE QUALIDADE FISIOLÓGICA
EM SEMENTES DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

Botucatu

2019

O41a	<p>Okada, Mauricio Hideki Aquisição de qualidade fisiológica em sementes de amendoim (<i>Arachis hypogaea</i> L.) / Mauricio Hideki Okada. -- Botucatu, 2019 82 p. : il., tabs., fotos</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu Orientador: Edvaldo Aparecido Amaral da Silva</p> <p>1. Germinação. 2. Tolerância a dessecação. 3. Vigor. 4. Longevidade. I. Título.</p>
------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

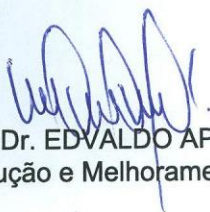
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AQUISIÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AMENDOIM
(*Arachis hypogaea* L.)

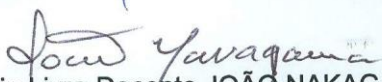
AUTOR: MAURÍCIO HIDEKI OKADA

ORIENTADOR: EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA

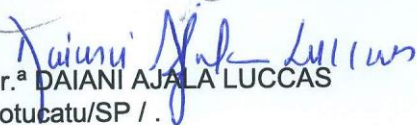
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP



Voluntário Livre-Docente JOÃO NAKAGAWA
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu



Dr.^a DAIANI AJALA LUCCAS
Botucatu/SP / .

Botucatu, 31 de julho de 2019

*Aos meus pais,
Meus queridos avós,
Minha família,
Meus amigos,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fornecer saúde, sabedoria, e permitir que mesmo perante os obstáculos da vida, eu possa continuar a lutar, aprender e vencê-los.

A minha mãe, Sonia, por ter enfrentado tudo, com garra e determinação, pelo apoio, suporte, educação, valores e exemplos, para que pudesse me tornar quem eu sou. Você fez o possível e o impossível para nos fornecer tudo o que não tiveram.

Ao meu irmão Marcelo, por estar sempre presente, me auxiliando nas horas boas e ruins, me apoiando e torcendo por mim.

A meu pai, Luiz, por me fornecer apoio para seguir nos estudos.

Aos meus queridos avós, que mesmo de longe, sempre me apoiaram e torceram sempre pelo melhor. Todo o sacrifício e esforço de vocês foram recompensados.

A todos meus familiares e amigos por estarem ao meu lado, me dando força para seguir, orientando nas decisões e que sempre torceram por mim. Não tenho palavras para agradecer!!

A Universidade Estadual Paulista-UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, a todos os professores, funcionários e técnicos, lugar que considero como casa, pois aqui me formei e fiz meu mestrado. Sem a ajuda, paciência e ensinamento da equipe, não me tornaria este profissional.

Ao CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos, que possibilitou a realização desse trabalho.

Ao prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva, meu orientador, pela oportunidade, ensinamentos, confiança e paciência durante a realização do trabalho.

Ao prof. Dr. João Nakagawa, pelos sábios ensinamentos, conselhos e suporte, em todas as fases do projeto.

Em especial, a Valéria Giandoni, o coração do laboratório, que sempre socorreu e fez e tudo para me ajudar na execução do projeto. Saiba que sem você o laboratório não teria a mesma graça.

As minhas amigas, Lizandra e Ana, por me escutarem, apoiarem, pelos conselhos e estarem ao meu lado nas horas mais difíceis. Com vocês tudo parece ficar mais fácil.

Aos meus amigos (as) que me apoiaram, auxiliaram e que torceram por mim desde o início da graduação, em especial: Gabriel Favara; Gabriel Germino, Ramon, Leandro, Yuri, Francisco, Henrique, Isabel, Sayuri, Samantha e à todos que me ajudaram.

Aos amigos (as) da Arca, minha segunda casa, e onde cultivei grandes amizades: Juliana, Camila, Rebeca, Stefani, Vanessa, Celina e todos(as). O companheirismo e amizade me fez aguentar e seguir em frente, independente dos obstáculos.

A todos do laboratório de sementes da Unesp-Botucatu, pelo apoio, ensinamentos e suporte nas horas mais difíceis. Aos meus amigos (as): Larissa, Samara, Carolina, Daiani, Karina, Leticia, Thiago, Dennis, Amanda, Deoclecio, Rute, Girlanio, Iago, João, Andreia, Beatriz, Isabela, Gustavo, Matheus, Barbara, Fabiola, Denise, Yago, Ana, Tiago, Natalia e toda equipe do laboratório. Todos os momentos, conversas e conhecimentos compartilhados foram de enorme valia.

Aos amigos que me ajudaram, no campo, sofrendo e sorrindo junto comigo. Em especial Henrique Terzini, Gabriel, Vanessa R., Ana S., Lizandra, Sayuri, Darlin, Felipe e à todos. Sem ajuda e o apoio de vocês a execução do trabalho seria inviável.

A equipe do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP/Botucatu. Em Prof^a. Marcia Sartori, pelo suporte, apoio e orientação com a estatística. Ao prof. Enzo Del Pai, pelo auxílio no cálculo de graus-dias. A Eliane, Lara e Amanda e todos pela ajuda.

A cooperativa Copercana-SP, pelo apoio na execução do projeto de pesquisa.

Não tenho palavras para agradecer, a todos que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse executado.

Deixo aqui meu sincero agradecimento a todos que fizeram parte e contribuíram de alguma forma na realização deste projeto e sempre buscaram me motivar e apoiar para continuar essa jornada.

Muito obrigado!

“Não sabendo que era impossível,

Foi lá e fez”

(Jean Cocteau)

RESUMO

Sementes de alta qualidade fisiológica é pré-requisito para o estabelecimento da cultura e para a produção. A qualidade fisiológica das sementes é adquirida durante o desenvolvimento. O conhecimento sobre quando cada componente da qualidade fisiológica é adquirido durante a fase de maturação da semente permite um ajuste no momento ideal da colheita e conseqüentemente colheita no período em que a semente se encontra com o máximo de qualidade fisiológica. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar a aquisição de germinação, tolerância à dessecação, vigor e longevidade durante a fase de desenvolvimento de duas cultivares de amendoim produzidas em duas safras agrícolas. A produção de sementes de duas cultivares, IAC OL3 e IAC 505 cultivada no ano de 2016/2017 e no ano de 2017/2018 seguida de coleta e caracterização morfológica das sementes nos estádios reprodutivos R5, R6, R7, R8 e R9. Para cada estágio foi determinado o teor de água, massa fresca, massa seca, germinação e o vigor das sementes. O vigor foi determinado pelas seguintes avaliações: primeira contagem de germinação, T50, crescimento de raiz e parte aérea, massa de matéria seca de raiz e parte aérea e avaliação de protrusão. Em seguida, as sementes foram submetidas a secagem e foi realizada o teste de germinação para a determinação da aquisição de tolerância à dessecação. As sementes secas foram então armazenadas à 35°C e 75% de umidade relativa, para caracterizar a aquisição de longevidade. A germinação foi iniciada no estágio R5 e atingiu seu máximo no estágio R9. A tolerância à dessecação foi iniciada a partir dos R5 atingindo seu máximo no estágio R9. A aquisição do vigor iniciou-se a partir no estágio R5 atingindo seu máximo nos estádios R8 e R9 e a longevidade foram iniciados a partir do estágio R8 apresentando o máximo no estágio R9. A qualidade fisiológica (germinação, tolerância à dessecação, vigor e longevidade) em sementes de amendoim foi sequencialmente adquirida ao longo do desenvolvimento das sementes.

Palavras-chave: Germinação, tolerância à dessecação, vigor, longevidade

ABSTRACT

Seeds of high physiological quality are pre-requisite for the establishment of the crop and for the production. The physiological quality of the seeds is acquired during development. Knowledge about when each component of physiological quality is acquired during the maturation phase of the seed allows an adjustment at the ideal time of harvest and consequently harvest in the period in which the seed meets the highest physiological quality. Therefore, the objective of this work was to characterize and understand the pattern of the acquisition of the components of physiological quality in peanut seeds (germination, desiccation tolerance, vigor and longevity). Seed production of two cultivars, IAC OL3 and IAC 505 was carried out in 2016/2017 and 2017/2018 followed by collection and morphological characterization of the seeds at the reproductive stages R5, R6, R7, R8 and R9. For each stage the water content, fresh weight, dry weight, germination and vigor on fresh seeds were determined. The vigor was determined by the following evaluations: first germination count, T50, root and shoot growth, root and shoot dry matter mass and protrusion evaluation. Then seeds were submitted to drying and carried out the germination test to determine the acquisition of desiccation tolerance. The dried seeds were then stored at 35°C and 75% relative humidity to characterize the acquisition of longevity. Germination was initiated at the R5 stage and reached its maximum at the R9 stage. The desiccation tolerance was initiated from R5 reaching its maximum in the R9 stage. The vigor was initiated from the R5 stage reaching its maximum at the R8 stage and R9 and the longevity were initiated from the R8 stage with their maximums at the R9 stage. The physiological quality (germination, desiccation tolerance, vigor and longevity) in peanut seeds was sequentially acquired throughout seed development.

Keywords: germination, desiccation tolerance, vigor, longevity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Classificação dos estádios reprodutivos da planta de amendoim da cultivar das sementes de amendoim IAC 505 produzidas na safra agrícola de 2017/2018. Barra representa 2 cm.30
- Figura 2** - Médias mensais de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima no município de Sertãozinho no período de outubro/2016 a abril/2017.....45
- Figura 3** - Médias mensais de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima no município de Sertãozinho no período de outubro/2017 a abril/2018.....45
- Figura 4** - Flor do amendoim. A) Abertura do botão floral B) Fita de coloração laranja para identificar o início da abertura da flor46
- Figura 5** - Classificação dos estádios reprodutivos de R5 até R9 com representação das sementes e frutos da cultivar IAC 505. A escala representa 2 cm.....47
- Figura 6** - Alterações na massa fresca e massa seca (grama/semente) e no conteúdo de água (gramas de H₂O/gramas de peso seco) na cultivar IAC OL3.A)safra 2016/2017; B) safra 2017/2018.....54
- Figura 7** - Diferença na germinação, após dois os tipos de secagem, secagem rápida (sílica) e secagem lenta (K₂CO₃) em diferentes estádios reprodutivos da cultivar OL3, na safra 2016/2017.....55
- Figura 8** - Aquisição da germinação das sementes frescas, tolerância a dessecação (T.D.) em sementes de amendoim, cultivar IAC OL3, safra 2017/2018, em função de diferentes estádios reprodutivos. A tolerância a dessecação (T.D.) foi determinada pela porcentagem de germinação após secagem lenta, utilizando K₂CO₃ (carbonato de potássio) até 10% de umidade relativa. A) Safra 2016/2017 B) Safra 2017/2018.....56
- Figura 9** - Comportamento na porcentagem germinação de sementes nos diferentes estádios reprodutivos na cultivar IAC OL3, durante o armazenamento safra 2016/2017. O armazenamento sob condições controladas a 35°C e 75% U.R.....58
- Figura 10** - Comportamento na porcentagem germinação de sementes nos diferentes estádios reprodutivos na cultivar IAC OL3, durante o armazenamento safra 2017/2018. O armazenamento sob condições controladas a 35°C e 75% U.R.....58
- Figura 11** - Longevidade em sementes de amendoim, cultivar IAC OL3, safra 2016/2017 e 2017/2018. Longevidade expressa em P50 (período em

	dias que a viabilidade da semente reduz para 50%).....	59
Figura 12	- Alterações no Peso fresco e peso seco (grama/semente) e no conteúdo de água (gramas de H ₂ O/gramas de peso seco) na cultivar 505 A) safra 2016/2017;B)2017/2018.....	60
Figura 13	- Aquisição da germinação, tolerância a dessecação (T.D.) em sementes de amendoim, cultivar IAC 505, safra 2017/2018, em função de diferentes estádios reprodutivos. A tolerância a dessecação (T.D.) foi determinada pela porcentagem de germinação após secagem lenta, utilizando K ₂ CO ₃ (carbonato de potássio) até 10% de umidade relativa. A) Safra 2016/2017 B) Safra 2017/2018.....	60
Figura 14	- Comportamento na porcentagem germinação de sementes nos diferentes estádios reprodutivos na cultivar IAC 505, durante o armazenamento safra 2016/2017. O armazenamento sob condições controladas a 35°C e 75% U.R.....	63
Figura 15	- Comportamento na porcentagem germinação de sementes nos diferentes estádios reprodutivos na cultivar IAC 505, durante o armazenamento safra 2017/2018. O armazenamento sob condições controladas a 35°C e 75% U.R.....	64
Figura 16	- Longevidade em sementes de amendoim, cultivar IAC 505, safra 2017 e 2018 em função de diferentes estádios reprodutivos. Longevidade expressa em P50 (período em dias que a viabilidade da semente reduz para 50%).....	64

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Caracterização dos estádios fenológicos de plantas de amendoim segundo Boote (1982) com adaptações.....29
- Tabela 2** - Dias após a floração (DAF) em diferentes estádios fenológicos das sementes de amendoim para as cultivares IAC OL3 e IAC 505 na safra 2016/2017.....53
- Tabela 3** - Avaliações de vigor da cultivar IAC OL3, safra 2016/2017 (1ª contagem de germinação, T50, comprimento de raiz e parte aérea em centímetros e massa de matéria seca (MMS) de raiz e a parte aérea em gramas56
- Tabela 4** - Avaliações de vigor da cultivar IAC OL3, safra 2017/2018 (1ª contagem de germinação, T50, comprimento de raiz e parte aérea em centímetros e massa de matéria seca (MMS) de raiz e a parte aérea em gramas.....57
- Tabela 5** - Avaliações de vigor da cultivar IAC 505, safra 2016/2017 (1ª contagem de germinação, T50, comprimento de raiz e parte aérea e massa de matéria seca (MMS) de raiz e a parte aérea61
- Tabela 6** - Avaliações de vigor da cultivar IAC 505, safra 2017/2018 (1ª contagem de germinação, T50, comprimento de raiz e parte aérea em centímetros e massa de matéria seca (MMS) de raiz e a parte aérea em gramas.....62

Sumário

1	INTRODUÇÃO	23
2	OBJETIVOS	25
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
3.1	Caracterização da espécie <i>Arachis hypogea</i> L.	26
3.1.1	Classificação botânica	27
3.1.2	Origem e época de plantio.	27
3.1.3	Ciclo fenológico.....	28
3.1.4	Importância econômica do amendoim	31
3.2	Caracterização das cultivares estudadas	31
3.3	Desenvolvimento e maturação da semente	33
3.3.1	Embriogênese.....	33
3.3.2	Fase maturação- encimento de sementes.....	33
3.3.3	Maturação tardia.....	34
3.3.4	Maturidade fisiológica.....	35
3.4	Qualidade de Semente	36
3.5	Aquisição da germinação	37
3.6	Aquisição da tolerância à dessecação	38
3.7	Aquisição do vigor	40
3.8	Aquisição da longevidade	42
4	MATERIAL E MÉTODOS	44
4.1	Localização e caracterização da área experimental.....	44
4.2	Caracterização dos estádios reprodutivos.....	46
4.3	Teor de água na semente.....	47
4.4	Determinação da massa fresca e massa seca das sementes.....	48
4.5	Germinação.....	48
4.6	Primeira contagem da germinação (PC).....	49
4.7	Tempo médio para ocorrência de 50% de germinação (T50).....	49
4.8	Determinação do Comprimento de Plântula e Massa Seca de Plântula.....	49
4.9	Aquisição de tolerância à dessecação.....	50
4.10	Estudo da aquisição da longevidade.....	50
4.11	Cálculo de Graus-Dias.....	51

4.12	Análise estatística.....	51
5	RESULTADOS.....	53
5.1	IAC OL3.....	53
5.2	IAC 505.....	59
5.3	Graus-Dias acumulados.....	65
6	DISCUSSÃO.....	66
6.1	Conteúdo de Água versus matéria fresca e seca.....	66
6.2	Aquisição da Qualidade Fisiológica.....	67
6.3	Secagem.....	69
6.4	Graus-dias acumulados.....	69
7	CONCLUSÃO.....	71
	REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogea L.*), pertencente à família Fabaceae é uma das leguminosas mais cultivada no mundo; sua importância está relacionada pelo fato que suas sementes, além de possuírem sabor agradável, são ricas em óleo e proteína. As sementes quando secas possuem entre 6 a 8% de teor de água, 22 a 30% de proteína, 43 a 54% de materiais graxos (lipídios), 10 a 16% de carboidratos, 3 a 4 % de fibras e 1 a 3% de minerais. Contêm, vitaminas como a B1, B2 e Niacina, que fazem parte do complexo B, e a Vitamina E que desempenha importante papel sobre a função reprodutora (CÂMARA, 2015). As sementes do amendoim podem ser consumidas “in natura” ou serem utilizadas para extração de óleo, empregado diretamente na alimentação humana, na indústria de conservas (enlatado) e em produtos medicinais (EMBRAPA, 2004).

O estado de São Paulo é o maior produtor de amendoim com 95% da produção nacional. O plantio do amendoim se faz durante a entressafra da cana-de-açúcar nos meses de setembro e outubro, permitindo a recuperação do solo por meio da fixação de nitrogênio, favorecendo o desenvolvimento da planta de cana-de-açúcar (CONAB, 2018). Existem perspectivas de expansão para a cultura do amendoim devido a exportação de seus produtos, crescimento do uso no mercado interno, e por seu cultivo ser considerado como uma ótima alternativa em áreas de renovação de canaviais (CONAB, 2015). As empresas paulistas produtoras do grão de amendoim, também produzem e comercializam as sementes.

Todavia, as sementes de amendoim produzidas no estado de São Paulo, frequentemente apresentam germinação inferior ao padrão estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA, que é de 70% (MAPA-Instrução Normativa 45, 2013).

A qualidade fisiológica é representada pela germinação, tolerância à dessecação, vigor e longevidade e determina o desempenho da semente no campo, afetando o estabelecimento das plântulas, o desenvolvimento e a produtividade da cultura (BEWLEY et al. 2013). Geralmente, as características de qualidade fisiológicas não são adquiridas ao mesmo tempo. A capacidade de germinar é adquirida antes do máximo peso seco, seguida pela aquisição de tolerância à dessecação e do vigor. O vigor de sementes é representado por maior velocidade de

germinação, estabelecimento de plântulas uniformes e tolerância as condições estressantes durante a germinação. Finalmente, a longevidade aumenta nas últimas fases de desenvolvimento (BEWLEY et al. 2013). A longevidade pode ser definida como a capacidade que as sementes têm de se manterem viáveis durante o armazenamento e tem influência direta na manutenção da germinação e no vigor das sementes durante o armazenamento.

Os tecnologistas de sementes consideram que a qualidade fisiológica é máxima ao final do máximo acúmulo de matéria seca (maturidade fisiológica) (DIAS, 2001). Isso ocorre porque, às vezes, em espécies agrícolas, tal como o amendoim, a ênfase na produção de sementes está associada ao acúmulo de massa seca e rendimento da cultura. No entanto, não há consenso a respeito de quando os componentes de qualidade fisiológica de sementes de amendoim são adquiridos durante o desenvolvimento das sementes.

Todavia, a determinação do momento adequado de colheita de sementes desta espécie pode tornar-se difícil devido ao hábito indeterminado de florescimento e a característica de desenvolvimento subterrâneo dos frutos. Assim, momentos inadequados de colheita podem prejudicar a produção e a qualidade de semente, como relatado por Carvalho e Nakagawa (2000). Portanto, hipotetizou-se que devido ao porte indeterminado, as sementes de amendoim quando colhidas estão em diferentes estádios de desenvolvimento e, assim, apresentam qualidade fisiológica variável em função do estágio reprodutivo.

Desta forma, conhecer quando cada componente de qualidade fisiológica é adquirido ao longo da fase de desenvolvimento em sementes de amendoim pode contribuir para melhorar a qualidade fisiológica das sementes comercializadas. E, desta forma, a colheita poderá ser realizada no estágio reprodutivo, com a máxima qualidade fisiológica.

2 OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi estudar a aquisição de germinação, tolerância à dessecação, vigor e longevidade durante a fase de desenvolvimento das sementes de duas cultivares de amendoim produzido em duas safras agrícolas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Caracterização da espécie *Arachis hypogaea* L.

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.), pertencente à família Fabaceae de origem sul-americana, é considerado uma das principais oleaginosas do mundo, possuindo alto valor energético, com altos teores de óleo e proteína.

A planta do amendoim é herbácea, com hábito de crescimento ereto ou rasteiro e haste principal variando entre 12 e 60 cm, dependendo do tipo botânico (NOGUEIRA et al., 2013). O sistema radicular é constituído de uma raiz principal pivotante, que pode atingir profundidades superiores a 1,30 metros, onde surgem numerosas raízes laterais que se subdividem formando um conjunto ramificado. Embora possa atingir grande profundidade, cerca de 60% desse sistema se encontra nos primeiros 30 cm do solo (INFORZATO & TELLA, 1960). Por se tratar de uma leguminosa, as raízes apresentam nodulação, indicadora da presença de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. Para o caso do amendoim a bactéria é *Bradyrhizobium* sp. (NAKAGAWA e ROSOLEM, 2011). Cerca de 20 dias após a emergência da planta, surgem os primeiros nódulos, que são pequenos e em grande quantidade, se distribuindo por todo sistema radicular, principalmente nos primeiros 15 cm do solo (CÂMARA, 2015).

O sistema reprodutivo do amendoim é formado por flores hermafroditas, onde se permite a ocorrência de autofecundação com baixa taxa de polinização cruzada, menos que 1% (NIGAM et al., 1990).

O amendoim é uma leguminosa com processo especial de frutificação, denominado geocarpia. Esse processo especial de frutificação, em que uma flor aérea, após ser fecundada, produz um fruto subterrâneo é denominado geocarpia (GODOY et al., 2005). Nessa fase ocorre o desenvolvimento de uma estrutura alongada dotada de geotropismo positivo, denominada de ginóforo, que cresce em direção ao solo e penetra-o (SANTOS et al., 2005). O ovário fertilizado, localizado na ponta do esporão (ginóforo), desenvolve-se, sob a superfície do solo, formando a vagem (GODOY et al., 2014). Os frutos variam quanto à forma, tamanho e número de sementes por vagem e sua maturação gira em função do ciclo. (SANTOS et al., 2005).

A determinação do momento adequado de colheita de sementes desta espécie pode tornar-se difícil devido ao hábito indeterminado de florescimento e à característica de desenvolvimento subterrâneo dos frutos. Assim, momentos inadequados de colheita podem prejudicar a produção e a qualidade de sementes, como relatado por Carvalho e Nakagawa (2000), para várias espécies.

3.1.1 Classificação botânica

O amendoim é uma dicotiledônea herbácea, anual com ciclo determinado ou indeterminado, dependendo da cultivar. Esta espécie é subdividida em duas subespécies, *A. hypogaea* L. subespécie *hypogaea*, cujos genótipos pertencem ao grupo Virgínia e *A. hypogaea* L. subespécie *fastigiata*, com os genótipos pertencentes aos grupos Valência e Spanish (JUDD et al., 1999).

O grupo tipo Virgínia é pertencente a subespécie *hypogaea*, caracterizada pelo hábito de crescimento rasteiro (decumbente), semi-rasteiro e arbustivo, ciclo longo variando de 120 a 140 dias, ausência de flores na haste principal e vagens com duas sementes. Já os grupos tipo Valência e “Spanish” pertencem as subespécies *fastigiata*. Ambas possuem hábito de crescimento ereto ou semi-ereto, ciclo curto (90 a 100 dias) e haste principal com flores. As vagens do grupo “Spanish” apresentam duas sementes de tamanho pequeno a médio; e a pertencente ao grupo Valência contêm entre duas a quatro sementes por vagem (GODOY et al., 2005).

3.1.2 Origem e época de plantio.

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma espécie originária da América do Sul, que integra o gênero *Arachis*, juntamente com mais 80 espécies silvestres e anuais e perenes, que ocorrem no Brasil, no Paraguai, na Bolívia, na Argentina e no Uruguai (FREITAS et al., 2003). Os indígenas difundiram a cultura para as diversas regiões da América Latina, Central e México. Na época das colônias americanas, foi introduzido na Europa no decorrer do século XVIII.

O amendoim pode ser plantado em duas épocas diferentes, o amendoim de primeira safra e o amendoim de segunda safra. No estado de São Paulo, o amendoim é plantado entre outubro e novembro, prioritariamente em áreas de

reforma de canaviais, normalmente após o quinto corte da cana e, tem sua colheita entre março e abril, quando alcança sua plena maturação. Aproximadamente, 70% do amendoim produzido é destinado para a exportação, uma vez que o restante é consumido internamente pelas fabricas de doces, que demandam uma produção considerável do produto na fabricação de seus doces (CONAB, 2018).

A temperatura exerce um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento da cultura. As temperaturas ótimas para o crescimento vegetativo e reprodutivo do amendoim situam-se entre 25°C a 35°C (NOGUEIRA & TÁVORA, 2005). Temperaturas abaixo do ótimo prolongam o estágio vegetativo o que acarreta em maiores gastos com tratamentos culturais devido ao alongamento do ciclo da cultura. Temperaturas noturnas de 25°C e diurnas de 35°C aumentam a translocação de N, P, K e carboidratos para os frutos, reduzem a respiração, aumentam a taxa fotossintética, promovem maior acúmulo de carboidratos e a senescência das folhas será mais lenta. Por outro lado, diferenças acima de 20°C entre as temperaturas diurnas e noturnas reduzem drasticamente a formação de flores (ARMANDO JÚNIOR, 1990). A baixa temperatura noturna tem sido considerada o principal fator climático responsável pela insuficiente formação de vagens (CATO et al., 2008).

No entanto, temperaturas acima de 35° C podem reduzir drasticamente o número de vagens por planta, conforme relatado por Vara Prasad et al., (1999), quando houve aumento na temperatura de 28 °C para 38 °C. Desta forma, o aumento da temperatura causou redução no número de vagens de 60 para 33, devido à diminuição da porcentagem de flores que formaram ginóforos.

3.1.3 Ciclo Fenológico

A identificação dos diversos estádios de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo fundamenta-se na observação dos nós vegetativos sucessivamente formados sobre o caule ou haste principal da planta de amendoim, iniciando-se a observação a partir da emergência da plântula.

As etapas de crescimento e desenvolvimento reprodutivo do amendoim são semelhantes àquelas descritas por Fehr & Caviness (1977) para a soja, com exceção do estágio R2, que se refere à formação e crescimento dos ginóforos.

A caracterização dos estádios reprodutivos da semente de amendoim, começou desde o estágio R1 até R9, conforme a tabela 1. E a classificação dos

estádios reprodutivos utilizados durante o desenvolvimento do projeto, R5 até R9, estão na figura 1.

Tabela 1. Caracterização dos estádios fenológicos reprodutivos da planta e sementes de amendoim segundo Boote (1982) com adaptações:

Estádios Reprodutivos	Denominação	Características
R1	Estádio fenológico reprodutivo do início do florescimento.	Presença de flor aberta em qualquer nó da planta.
R2	Início da formação do primeiro ginóforo	Presença do ginóforo
R3	Início da formação da primeira vagem	Formação do ovário com pelo menos o dobro do tamanho do ginóforo
R4	Vagem completamente formada	Uma vagem completamente formada
R5	Início da granação ou da formação inicial da semente.	Uma vagem totalmente expandida na qual é visível o crescimento da semente quando segmentada
R6	Semente completamente formada	Uma vagem com cavidade aparentemente preenchida pelas sementes quando frescas
R7	Início da maturidade fisiológica	Uma vagem com coloração natural visível ou mancha do pericarpo interno ou testa.
R8	Maturidade de colheita	Dois terços a três quartos de todas as vagens desenvolvidas têm coloração de testa ou pericarpo.
R9	Maturidade avançada de campo.	Uma vagem não danificada que mostra a coloração laranja-bronzeada da testa

Figura 1: Classificação dos estádios reprodutivos de amendoim das sementes de amendoim da cultivar IAC 505 produzidas na safra agrícola de 2017/2018. Barra representa 2 cm.



3.1.4 Importância econômica do amendoim

O amendoim é utilizado principalmente em grãos, sejam eles torrados ou cozidos. Seus subprodutos também são amplamente utilizados: farinha, óleo e farelo, por ser uma fonte de alto teor de proteína. As propriedades benéficas à saúde são um grande atrativo para o seu consumo, como por exemplo, sua grande concentração de vitamina E, poderoso antioxidante.

Os maiores produtores de amendoim são China, Índia e Estados Unidos, o Brasil é o 14º produtor mundial, com uma produção de aproximadamente 461 mil toneladas, proveniente de uma área de 127 mil hectares, com uma produtividade média de 3219 kg/ha. (AGRIANUAL, 2018). A grande importância do amendoim para os centros industriais e de consumo deriva do fato de suas sementes poderem ser transformadas em subprodutos. Esse, de elevado valor calórico, é largamente utilizado na alimentação humana, tanto em países desenvolvidos quanto nos subdesenvolvidos (CASTRO, 2010). Entretanto, o consumo per capita de amendoim é ainda baixo no Brasil, aproximadamente 0,65 kg/habitante/ano. Todavia, nos Estados Unidos, o consumo de amendoim é de 3 kg/habitante/ano. (ZEPPER, 2006).

3.2 Caracterização das cultivares estudadas

No Instituto Agronômico de Campinas (IAC), os primeiros cruzamentos que utilizaram o germoplasma “alto oleico” datam de 2000 (GODOY, et al., 2005). O ácido oleico é um ácido graxo monoinsaturado, componente do óleo contido nos grãos de amendoim, e é relacionado com a durabilidade do produto e sua qualidade nutricional. O programa IAC vem desenvolvendo uma série de cultivares com essa característica, buscando inovar no mercado de amendoim quanto à qualidade, bem como atender à demanda dos produtores quanto ao comportamento agronômico nas diversas regiões e sistemas de produção (GODOY et al., 2009; GODOY et al., 2014; GODOY et al., 2017). Os cultivares: IAC OL3 e IAC 505 usadas no presente trabalho possuem essa determinada característica, óleo de alta relação oleico/linoleico o que aumentaria o tempo de prateleira.

Segundo Godoy et al., (2018) a cultivar IAC 505 apresenta hábito de crescimento rasteiro com moderada resistência a doenças foliares, principalmente mancha preta e ferrugem. Também possui crescimento vegetativo indeterminado e

plantas vigorosas. Seu ciclo é de 130 a 140 dias, porém não se estende tanto quanto o do cultivar IAC 505. Também se destaca pela estabilidade de produção, apresentando excelente desempenho produtivo na média de vários plantios. Sua produtividade média é de 4.500 kg ha⁻¹, com potencial para 6.000 kg ha⁻¹. O cultivar IAC 505 apresenta teor de óleo nos grãos um pouco acima dos de outros cultivar (49%-50%), e seu teor de ácido oleico é de 70% a 80%. É indicado também para o mercado de confeitaria devido ao tamanho dos grãos do padrão “runner”. As variedades consideradas ‘runner’ têm predominância de grãos com calibre de 40/50 grãos/onça (mais adequado para confeitaria). Pelo seu maior teor de óleo, essa cultivar é especialmente interessante para projetos focados na produção de óleo comestível (usado em culinária), tendo a característica “alto oleico” sendo um diferencial em relação aos outros óleos.

A cultivar IAC OL 3 apresenta hábito de crescimento rasteiro e crescimento vegetativo mais rápido e determinado do que os da cultivar anterior, ou seja, uma vez formada a frutificação, as plantas praticamente cessam seu crescimento vegetativo e priorizam o enchimento das vagens. Em consequência, o ciclo desta cultivar é marcadamente mais próximo de 130 dias, podendo ser reduzido em alguns dias, dependendo das condições do ambiente, fazendo com que essa cultivar seja mais adequada para as áreas de renovação de cana-de-açúcar, onde o ciclo muito longo prejudica o cronograma de atividades de plantio. Como essa cultivar tem ciclo mais determinado e é suscetível a doenças foliares, as plantas ficam mais vulneráveis a estresses, requerendo eficiente proteção com fungicidas. A média de produtividade esperada para essa cultivar é de 4.500 kg ha⁻¹, mas seu potencial produtivo pode ultrapassar 7.000 kg ha⁻¹. Os grãos da IAC OL 3 são de formato que tende para arredondado, mas com tamanho médio um pouco maior do que de outros do padrão “runner”, com predominância dos calibres 38/42 e 40/50. O teor de óleo é moderado (na escala de teores para amendoim), ou seja, varia entre 46% e 47%, e os grãos também são de “alto oleico” (70%-80%).

3.3 Desenvolvimento e maturação da semente

O desenvolvimento de sementes é um processo complexo que pode ser dividido em três fases parcialmente sobrepostas: embriogênese, maturação (enchimento de sementes) e maturação tardia (BEWLEY et. al. 2013). Esse

processo envolve a interação de uma rede de muitos processos de desenvolvimento e vias metabólicas, juntamente com suas interações com o meio ambiente (BEWLEY et al., 2013). Indução de floração e a diferenciação de partes de flores são considerados os pontos de partida para a formação de sementes. Em amendoim, o início da floração ocorre após 31 dias do plantio das sementes (BOOTE, 1982).

3.3.1 Embriogênese

A primeira fase é iniciada na fertilização e dominado pela histodiferenciação e expansão celular precoce. É um período de ativa divisão celular caracterizada por um rápido aumento no teor de água com pouco acúmulo do peso seco (BEWLEY e BLACK, 1994). No início do desenvolvimento, as sementes possuem elevado teor de água e onde ocorrem inúmeras divisões celulares. Nas sementes que têm endosperma, o desenvolvimento deste tecido ocorre em paralelo ao desenvolvimento embrionário. A divisão do endosperma começa a avançar e ocorre mais rapidamente do que a divisão do zigoto. Isso acontece porque o embrião pode usar o tecido endospermático para sua formação durante a maturação e subsequente estágio de germinação / crescimento (MARCOS FILHO, 2005; BEWLEY et al., 2013). Na maioria das sementes dicotiledóneas, o endosperma é quase completamente consumido durante o desenvolvimento do embrião. Nestas sementes, as reservas são armazenadas nos cotilédones (MARCOS FILHO, 2005). Nas sementes de amendoim o principal tecido de reserva são os cotilédones.

O ácido abscísico (ABA) atua em diferentes estádios ao longo da formação e maturação da semente. No estágio inicial da embriogênese, o ABA produzido pelo tecido materno, previne a viviparidade (germinação precoce dos embriões imaturos).

3.3.2 Fase maturação-enchimento de sementes

A maturação é caracterizada pelo enchimento da semente, envolvendo uma rápida deposição de compostos de armazenamento (proteínas, lipídios e carboidratos) e expansão celular. Estas reservas nutritivas apoiam subsequentemente o crescimento do eixo embrionário durante a germinação e estabelecimento de plântulas (BAUD et al., 2002).

Após a histodiferenciação e antes da secagem na maturação, as sementes adquirem a habilidade para germinar e tolerar a dessecação (PAMMENTER et al., 1994). Com a deposição de reservas a massa seca aumenta e as sementes iniciam a perda de água (BEWLEY et al., 2013).

As fases iniciais e intermediárias da maturação são dominadas através da ação do ABA, inicialmente sintetizada nos tecidos maternos e posteriormente no embrião e endosperma, embora a um nível inferior no embrião e endosperma (NAMBARA e MARION-POLL, 2003). Subsequentemente, os níveis de ácido abscísico (ABA) diminuem durante maturação.

Durante a maturação, esse hormônio é produzido pelo tecido embrionário, permitindo a síntese de reservas protéicas e lipídicas. O ABA controla a transição da dormência para a germinação em sementes; germinação é precedida pela diminuição do seu conteúdo endógeno e da dormência, mantendo as sementes maduras (KERMODE, 2005; KUCERA et al., 2005).

3.3.3 Maturação tardia

O final da fase chamada, maturação tardia ou secagem, começa quando a semente atingiu o seu peso seco máximo e começa a passar pelo processo de secagem de maturação em preparação para o estado quiescente e / ou dormente (BEWLEY e BLACK, 1994).

Nas sementes ortodoxas esta fase é, principalmente, representada pela perda de água levando ao estado quiescente após o enchimento de sementes. Essa fase é caracterizada, principalmente, pelo acúmulo e síntese de moléculas protetoras, tais como proteínas abundantes da embriogênese tardia (LEAs) (HUNDERTMARK et al., 2011; CHATELAIN et al., 2012), proteínas de choque térmico (HSP) (PRIETO-DAPENA et al., 2006), açúcares não redutores (RFO's) (HOEKSTRA et al., 2001), e várias outras proteínas de estresse (SUGLIANI et al., 2009).

As proteínas LEA e as sHSPs (small heat shock proteins) podem promover a formação vítrea, talvez em conjunto com os açúcares (BEWLEY et al., 2013). Esses mecanismos são responsáveis pela sobrevivência da semente no estado seco, tendo, portanto, relação direta com a longevidade de sementes (SANO et al., 2016).

3.3.4 Maturidade fisiológica

Segundo Harrington (1972), a maturidade fisiológica ocorre quando há o máximo acúmulo de matéria seca. Para Marco Filho (2005) a maturidade fisiológica identifica o momento em que cessa a transferência de matéria seca da planta para as sementes; nesta ocasião, as sementes apresentam potencial fisiológico elevado, senão máximo. Portanto, seria natural a decisão de efetuar a colheita dos campos de produção de sementes quando a população de plantas atingisse a maturidade fisiológica.

O momento de colheita deveria ser aquele em que a semente atingiu a maturidade fisiológica, pois que, após aquele ponto, de maneira geral, o único fato significativo que ocorre na vida da semente é sua rápida desidratação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

O atraso da colheita, a partir do ponto em que as sementes tornam-se independentes da planta-mãe, acarreta sérios inconvenientes, determinados pela exposição relativamente prolongada das sementes a condições menos favoráveis do ambiente (MARCOS FILHO, 2005).

O momento adequado da colheita de sementes de amendoim ocorre quando há o amarelecimento geral das folhas, manchas escuras nas faces internas das “cascas” e com tegumento da semente com a cor característica do cultivar (GODOY et al., 1982). Todavia, ainda não se tem informações se nesta fase as sementes apresentam o máximo acúmulo de peso seco e máxima qualidade fisiológica.

Entretanto, em algumas espécies, nem sempre na maturidade fisiológica, ocorre o máximo de qualidade fisiológica das sementes, como por exemplo, no caso da soja (LIMA, 2016). Carvalho e Nakagawa (2012) relatam que a maturidade fisiológica, em cada espécie, pode variar em relação ao momento em que ocorre, dependendo da cultivar e das condições ambientais.

Devido a essa disparidade, Ellis e Pieta-Filho (1992) adotaram o termo ‘maturidade de massa’ com sendo o ponto de máximo acúmulo de massa seca, pois segundo os autores, a máxima qualidade fisiológica ocorre para algumas espécies após a máxima maturidade fisiológica.

3.4 Qualidade de Semente

A qualidade de sementes é o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade (POPINIGIS, 1977). A qualidade das sementes na produção agrícola é um dos principais fatores a ser considerado na implantação da cultura. Sementes de alta qualidade resultam em plântulas fortes, vigorosas, bem desenvolvidas e que se estabelecem nas diferentes condições edafoclimáticas, com maior velocidade de emergência e de desenvolvimento das plantas (FRANÇA-NETO et al., 2010). Sementes de alta qualidade são responsáveis por possibilitar maior uniformidade de emergência e vigor das plântulas e maior produtividade final, constituindo, portanto, fator básico para o sucesso de uma lavoura comercial. (FREITAS et al., 2008).

O componente fisiológico compreende a capacidade de germinação, vigor e longevidade da semente. A qualidade fisiológica de sementes está associada a germinação rápida e uniforme, alto vigor e capacidade de armazenamento (longevidade) (POPINIGIS, 1977). Porém, na realidade, ocorre uma interação de seus componentes, que, em conjunto determinam os seus atributos (FRANÇA-NETO et al., 2016).

A qualidade fisiológica das sementes é adquirida durante o processo de desenvolvimento das sementes. De acordo com Delouche (1971), o desenvolvimento da semente compreende uma série de alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais que ocorrem a partir da fertilização do óvulo, prosseguindo até o momento em que as sementes estão em condições para a colheita.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), durante o processo de formação e maturação das sementes, são verificadas alterações na massa da matéria seca, grau de umidade, tamanho, germinação e vigor, sendo a maior qualidade fisiológica observada no ponto denominado maturidade fisiológica. Sendo um processo controlado geneticamente, a maturação das sementes engloba um conjunto de etapas sucessivas de preparação para o sucesso da germinação. Tal processo é caracterizado pela síntese e acúmulo de reservas, as quais são posteriormente mobilizadas durante a germinação, sendo responsáveis pelo fornecimento de

nutrientes e energia necessários para a manifestação das funções vitais das sementes. (GUTIERREZ et al., 2007; MARCOS FILHO, 2005).

3.5 Aquisição da germinação

Durante o desenvolvimento de sementes, as diferentes características de qualidade fisiológica não são adquiridos ao mesmo tempo. Durante o processo de formação da semente, de forma geral, após a desidratação, a capacidade da semente para germinar se desenvolve antes do máximo peso seco, seguido pelo desenvolvimento da tolerância à dessecação, vigor e longevidade (BEWLEY et al., 2013).

Em tecnologia de sementes, a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, originando uma plântula normal sob condições ambientais favoráveis (BRASIL, 2009). O conceito tecnológico inclui o desenvolvimento da estrutura embrionária e a formação de uma plântula em que sejam evidentes as suas partes constituintes (MARCOS FILHO, 2005).

Sementes ortodoxas podem ser submetidas a algum grau de secagem ou de dessecação característico em função de um declínio rápido do conteúdo de água e da diminuição do peso fresco (BEWLEY E BLACK, 1994). Essa redução gradual no metabolismo da semente, o embrião passa por um estado de metabolismo mínimo ou estado quiescente, nesse estado a semente pode sobreviver aos estresses ambientais e, a menos que esteja dormente, recomeçará a atividade metabólica, o crescimento e o desenvolvimento quando as circunstâncias condutoras à germinação e ao crescimento forem fornecidas (CASTRO et al., 2004).

As sementes recalcitrantes não toleram o processo de secagem e a redução do teor de água e, portanto, são dispersas com alto teor de água, prontas para que a germinação ocorra (BRADFORD, 1995). Segundo Castro (2004) as sementes recalcitrantes, nas formas mais extremas, como nas espécies que ocorrem nos mangues, o desenvolvimento da semente prossegue diretamente da maturação para a germinação, escapando da fase de desidratação; o que dificulta o armazenamento das sementes e ocasiona sérios problemas para a conservação da espécie em longo prazo.

A partir da embebição de água pela semente, há a reativação do metabolismo, reparos e síntese de DNA, RNA e proteínas, aumento da atividade

respiratória, digestão de reservas (para suprir o crescimento do embrião), mudanças na expressão gênica, alongamento celular e atuação de promotores químicos, que juntos permitirão que ocorra o desenvolvimento de uma plântula normal (BEWLEY et al., 2013).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012) existem fatores que afetam a germinação, que podem ser tanto fatores internos com fatores externos. Nos internos onde atuam a longevidade, a viabilidade que é influenciada pelos seguintes parâmetros: características genéticas e vigor da planta genitora, grau de injúria mecânica, condições de armazenamento, outras operações e condições climáticas. Nos fatores externos; o clima predominante durante a maturação das sementes exerce uma influência muito grande sobre o período de viabilidade, principalmente em decorrência do regime hídrico. Em dois momentos a disponibilidade hídrica exerce influência sobre as sementes. Uma é na fase em que a semente está acumulando matéria seca, caso contrário formam-se sementes de menor densidade ou, até mesmo, chochas. E a outra fase é quando a semente está fisiologicamente madura para que a mesma sofra o mínimo de deterioração no campo.

Os fatores externos são compostos por: temperatura, luz, água, oxigênio e promotores químicos. (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1979; POPINIGIS, 1985; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; KIGEL; GALILI, 1995).

3.6 Aquisição da tolerância à dessecação

A tolerância à dessecação (DT) é a capacidade que determinados organismos tem de lidar com a perda extrema de água a níveis abaixo de 0,1g H₂O por grama de peso seco e recuperar completamente a função metabólica após a reidratação (LEPRINCE e BUITINK, 2010; FARRANT et al., 2007). Nas sementes ortodoxas, a aquisição da DT é iniciada concomitantemente com o acúmulo de reservas e é estabelecida antes do fim da maturação da semente (PAMMENTER e BERJAK, 1999; BEWLEY et al., 2013).

A tolerância à dessecação é um fenômeno multifatorial no qual muitos componentes atuam em sinergia (HOEKSTRA et al., 2001; LEPRINCE e BUITINK, 2010). Eles incluem mecanismos de proteção que podem ser agrupados em três categorias, a saber:

1) proteção por estabilização de membranas e proteínas por açúcares não redutores como a sacarose e oligossacarídeos da família rafinose, proteínas do final da embriogênese (LEAs) e proteínas de choque térmico (HSP).

2) proteção contra oxidação, danos e produção de ROS (espécies reativas de oxigênio), por uma gama de compostos antioxidantes incluindo tocoferóis, glutatona, juntamente com uma resposta coordenada do metabolismo durante a secagem.

3) proteção contra estresses estruturais impostos pela secagem, como a modificação da parede celular, reorganização de endomembranas e citoesqueleto, vacuolização e cromatina condensação.

Os carboidratos, proteínas e lipídios correspondem ao tipo principal de reservas de sementes, e as suas proporções dependem de cada espécie e da fase de desenvolvimento das sementes. Os açúcares solúveis correspondem a uma pequena parte entre os carboidratos nas sementes, destacando-se a glicose, a frutose, a manose, a galactose, a sacarose e os oligossacarídeos da família da rafinose. Além disso, os açúcares solúveis correspondem a uma importante proteção às sementes, limitando os danos causados pela dessecação de sementes maduras (BUCKERIDGE et al. 2000).

O acúmulo de oligossacarídeos da família da rafinose pode ocorrer devido à conversão de monossacarídeos, diminuindo a disponibilidade de substrato respiratório e, conseqüentemente, diminuindo a atividade metabólica durante os estágios de dessecação e armazenamento (PAMMENTER e BERJAK 1999). Segundo Hoekstra et al. (1994), os açúcares solúveis podem prevenir os efeitos prejudiciais dessecação das membranas celulares durante o período de desidratação. Hoekstra et al. (1994) também relata que sementes intolerantes à dessecação têm açúcares solúveis em suas composição, no entanto, as formas que são depositadas durante a desidratação não resulta em proteção.

Além disso, algumas proteínas específicas têm sido associados à tolerância à dessecação ou à longevidade das sementes. Neste caso as proteínas LEAs (proteínas abundante do final da embriogênese) e proteínas de choque térmico (HSPs). Proteínas LEAs são amplamente comuns entre espécies de plantas e podem ser agrupadas em diversas famílias de homólogos (WISE, 2004). As LEAs são compostas por aminoácidos hidrofílicos, resultando em alta solubilidade e alta resistência à desnaturação (WANG et al., 2003). As LEAs podem proteger a estrutura celular, membranas e outras proteínas, uma vez que atuam como tampão

de hidratação, sequestrando íons e de reidratação de proteínas (TUNNACLIFFE e WISE 2007). Segundo Blackman et al. (1991), as LEAs são responsáveis pela aquisição de tolerância à dessecação em sementes de soja. O nível de LEAs foi correlacionado com tolerância à dessecação, tanto na fase de desenvolvimento como na fase de germinação, aumentando com a dessecação e diminuindo durante a embebição. Embora exista evidências de que as LEAs desempenham algum papel na tolerância à dessecação, sua função durante o desenvolvimento da sementes ainda precisa ser melhor compreendido (BEWLEY et al., 2013).

As proteínas de choque térmico (HSP), ou proteínas de estresse, também referidas como chaperones moleculares, desempenham um papel importante na estabilização de proteínas, como a montagem de complexo multi-proteína, dobrar ou desdobrar, transporte ou classificação de proteínas em correta. Compartimentos a nível sub-celular, controle de ciclo celular e sinalização, bem como proteção contra estresse ou apoptose (LINDQUIST e CRAIG, 1988). Nas plantas, já foram relatadas mais de 30 famílias de HSPs, que são altamente preservadas (WALTERS, 2013), e sintetizadas durante o desenvolvimento embrionário e maturação dos frutos (KALEMBA et al., 2012). Segundo Vertucci e Farrant (1995), o papel das HSPs está relacionado à conservação e reparo da estrutura macromolecular durante a desidratação e hidratação. Embora as HSPs sejam sintetizados em organismos como uma resposta ao calor, o equilíbrio de proteínas sintetizadas e a importância relativa das famílias de HSPs para tolerância ao estresse são muito diferentes entre as espécies (QUEITSCH et al., 2000). A expressão gênica para HSPs durante o desenvolvimento de sementes geralmente ocorrem como o mesmo tempo de expressão gênica para LEAs, e ambos tem uma resposta positiva ao ABA.

3.7 Aquisição do vigor

O comitê de vigor da International Seed Testing Association (ISTA, 2015) define vigor como: “conjunto de propriedades que determinam a atividade e o desempenho de lotes de sementes com germinação aceitável, sob ampla variação de condições do ambiente”.

Para a AOSA (2002), “vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o

desenvolvimento de plântulas normais, sob uma ampla diversidade de condições ambientais, incluindo condições ótimas e sob estresse”.

Os testes de vigor têm por finalidade distinguir os níveis de qualidade fisiológica que as sementes possuem o que não é possível detectar no teste de germinação em virtude de que seu resultado limita-se apenas ao relato do percentual de plântulas normais, sem estabelecer critérios de classificação para plântulas normais quanto ao seu desenvolvimento (KRZYZANOWSKI E FRANÇA NETO, 2001)

As sementes de baixo vigor restringem a habilidade da planta em expressar seu potencial genético para atingir a máxima produção (DORNBOS JÚNIOR, 1995 citado por VANZOLINI, 2002). Hampton (2002) considera inegável que o vigor das sementes exerce profunda influência na produção econômica de várias espécies, mediante seu estabelecimento do estande, o desenvolvimento das plantas e a produção final.

Segundo, Krzyzanowski e França Neto (2001), o vigor de sementes é o inverso da deterioração, isto é, quanto maior o vigor, menor será a deterioração da semente e vice-versa; os mesmos autores enfatizaram que no processo de germinação as alterações fisiológicas decorrentes de reduzido vigor são facilmente caracterizadas, refletidas por decréscimo do percentual de germinação das sementes, crescimento lento das plântulas e produção de plântulas anormais.

O processo de deterioração ainda não é perfeitamente compreendido, mas são pacíficas a caracterização de seu início a partir da maturidade fisiológica e a relação direta entre a aceleração da deterioração e o decréscimo do vigor das sementes. Diante do exposto, há necessidade de conduzir o campo de produção, a colheita e o manejo com a utilização de procedimentos dirigidos à obtenção de sementes vigorosas, tais como: desenvolvimento de novas cultivars de alta estabilidade de produção e qualidade diferenciada, sobre diferentes condições de ambiente; práticas agronômicas adequadas nos campos de produção para minimizar a severidade de possíveis estresses; diversificação da produção em diferentes áreas agrícolas, diminuindo o risco de acidentes climáticos e por último, adotar a prática de irrigação, se possível (MARCOS FILHO, 2005). Além, dos cuidados com as condições climáticas, deve-se tomar cuidado também com a ocorrência de patógenos, controle de pragas e doenças, e nutrição com a planta mãe.

Segundo Marcos Filho (2005) a ocorrência de temperaturas elevadas durante a maturação também provoca a redução da translocação de fotossintatos para as sementes, especialmente em períodos com baixos índices pluviométricos. Nessas condições, a maturação é “forçada”, sendo produzidas sementes de baixo vigor (FRANÇA NETO et al., 1993) porque não se verifica a deposição natural de carboidratos, lipídeos e proteínas. No entanto, se a deficiência hídrica ocorre durante o florescimento ou início da formação das sementes, verifica-se a redução do número de sementes produzidas, sem afetar significativamente o potencial fisiológico (DORNBOS JR. 1995).

Entre os testes utilizados para a avaliação do vigor das sementes, de acordo com Carvalho e Nakagawa (2012) existem testes diretos, como por exemplo: teste de frio, velocidade de emergência no campo, população inicial peso da matéria verde, peso da matéria seca, crescimento de plântulas. E os indiretos: teste de tetrazólio, teste de condutividade elétrica (testes bioquímicos); primeira contagem, velocidade de germinação, crescimento da raiz e da plântula, transferência de matéria seca (testes fisiológicos, em condições favoráveis).

Os testes de vigor, através de medições diretas ou indiretas, estimam o comportamento provável da semente, decorrido o processo de deterioração, ou em função do estado atual da maquinaria metabólica, ou de partes constituintes da semente. Além disso, tais testes estimam também qual o provável desempenho das sementes quando posta para germinar e emergir, que é a função fundamental que uma semente deve desempenhar para a reprodução da espécie e produção de alimentos (KRZYZANOWSKI e FRANÇA NETO, 2001).

3.8 Aquisição da longevidade

A aquisição da longevidade ocorre após a aquisição da tolerância à dessecação. Mecanismos envolvidos para proteger as sementes durante a dessecação também estão envolvidos na manutenção da viabilidade durante o armazenamento (SANO et al., 2016)

A longevidade é conferida pela capacidade de estabilizar o sistema biológico por longos períodos de tempo, suspendendo a sua atividade metabólica e formando uma matriz amorfa altamente viscosa (isto é, um estado vítreo) que retarda severamente as reações de deterioração (BUIKINK e LEPRINCE, 2004; CHATELAIN

et al., 2012), sendo a longevidade uma das últimas características a ser adquirida (BEWLEY et al., 2013). A longevidade é definida como a capacidade das sementes de permanecer viável durante o armazenamento no estado seco (BUIKINK e LEPRINCE 2004; CHATELAIN et al., 2012). É adquirido progressivamente durante a fase tardia da maturação das sementes, mas isso não foi caracterizada extensivamente.

A longevidade das sementes é atribuída a duas estratégias principais: proteção e reparo (SANO et al., 2016; RAJJOU e DEBEAUJOU, 2008, BUIKINK e LEPRINCE, 2008). De acordo, com Sano (2016) o mecanismo de proteção inclui a formação de citoplasma vítreo para reduzir as atividades metabólicas celulares e a produção de antioxidantes que impedem acumulação de macromoléculas oxidadas durante o armazenamento de sementes. A formação do estado vítreo é favorecida pela substituição da água pelos oligossacarídeos (sacarose e oligossacarídeos da família rafinose (RFO) (KOSTER e LEOPOLD 1988, citado por SANO et al., 2016). No estado vítreo, esses oligossacarídeos seriam particularmente eficazes na proteção contra danos na membrana devido à desidratação, impedindo a fusão de vesículas adjacentes durante a secagem e mantendo os lipídios em fase fluida durante a fase de dessecação (CROWE et al. 1987).

Outros compostos protetores incluem proteínas LEA (HUNDERTMARK et al., 2011; CHATELAIN et al., 2012), proteínas de choque térmico (HSPs) (PRIETO-DAPENA et al., 2006) e um conjunto de defesas contra o estresse oxidativo, como glutathione, tocoferóis e flavonóides presentes na testa (DEBEAUJON et al., 2000; SANO et al., 2016).

Estresse oxidativo é um dos maiores fatores que reduzem a longevidade das sementes. As sementes secas são equipadas com vários mecanismos de proteção contra o estresse, entretanto após um prolongado período de armazenamento, o dano acumula-se gradualmente no DNA, RNA e proteínas que são necessárias para a germinação de sementes (SANO, 2016).

O sistema de reparo remove os danos acumulados DNA, RNA e proteínas durante a embebição de sementes através de enzimas como DNA glicosilase e metionina sulfóxido redutase. (SANO et al., 2016).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido nas áreas de produção de sementes da empresa Copercana, localizada no município de Sertãozinho-SP. As avaliações da qualidade de sementes foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal (DPMV), pertencente à UNESP, Campus de Botucatu-SP. O experimento foi realizado em duas safras consecutivas, safra 2016/2017 e 2017/2018, com duas cultivares diferentes de sementes de amendoim, IAC 505 e IAC OL3.

4.1 Localização e caracterização da área experimental

As coordenadas geográficas da área são: 21° 9' 47" de Latitude Sul, 47° 59'5" de Longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 601 metros. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região de Sertãozinho SP é do tipo Aw : Clima tropical chuvoso, com inverno seco (LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1994). Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco).

Os dados climáticos de precipitação pluvial, de temperaturas máximas, mínima e média de temperaturas diárias durante o período de realização do experimento estão apresentados na Figura 2 para a safra 2016/2017 e Figura 3, para a safra 2017 e 2018, respectivamente.

Figura 2 - Médias mensais de precipitação pluvial, temperaturas máxima, média e mínima no município de Sertãozinho no período de outubro/2016 a março/2017.

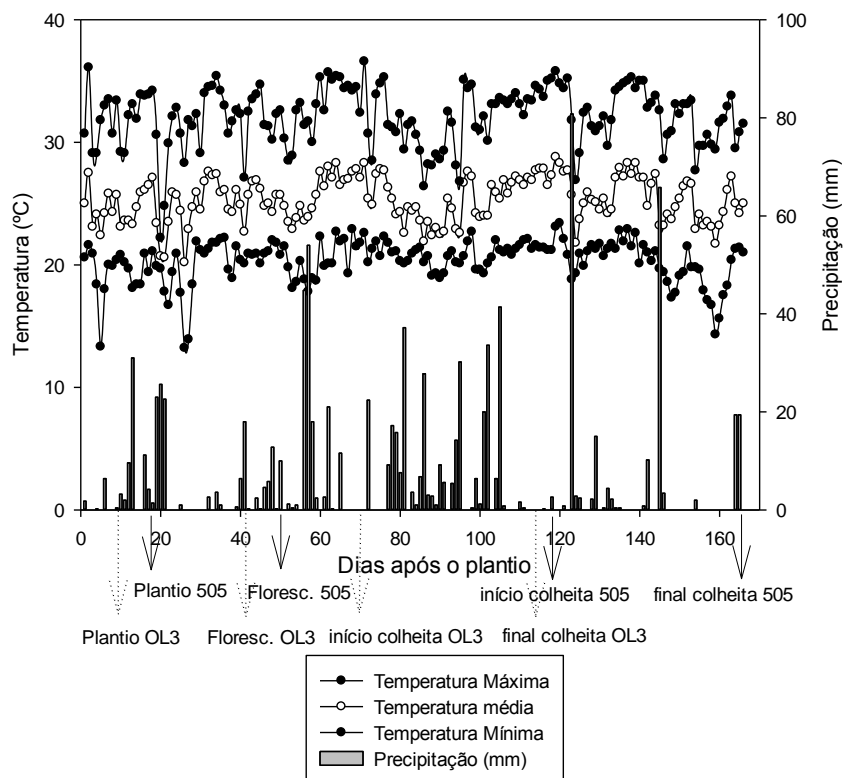
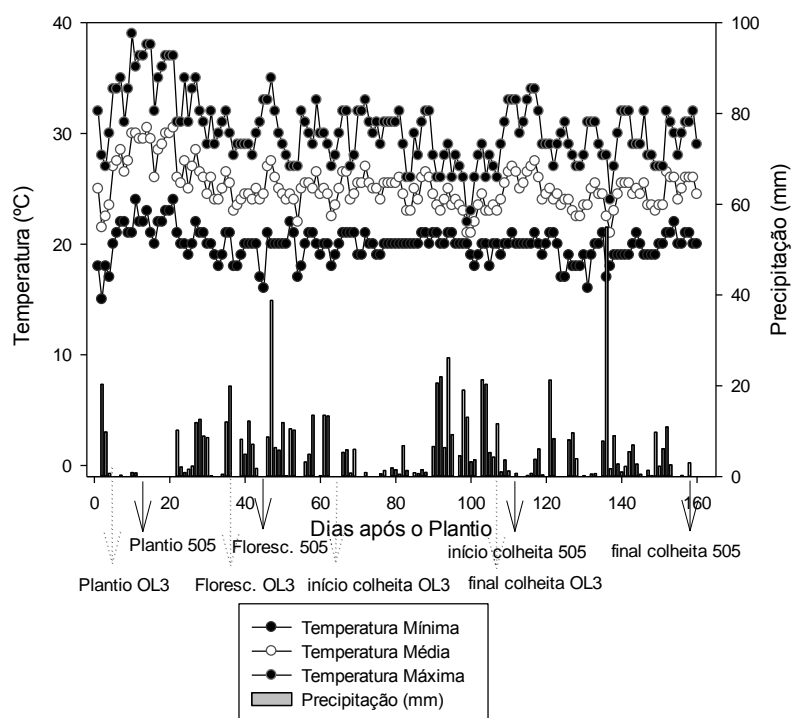


Figura 3 - Médias mensais de precipitação pluvial, temperaturas máxima, média e mínima no município de Sertãozinho no período de outubro/2017 a março/2018.



4.2 Caracterização dos estádios reprodutivos

A caracterização dos estádios reprodutivos foi realizada tendo como base o trabalho de Boote (1982) avaliando diferentes estádios de crescimento de amendoim.

Para a cultivar IAC OL3 o início da floração e surgimento dos primeiros botões florais ocorreu 30 dias após o plantio. Para a cultivar IAC 505 a floração começou com 28 dias após o plantio, Em amendoim, o início da floração ocorre após 31 dias após o plantio das sementes (BOOTE, 1982).

Para a determinação desse período, na primeira safra, logo após o surgimento dos primeiros botões florais, os mesmos foram marcados com fitas de cetim de coloração laranja para identificação do início da floração e acompanhamento do número de dias após a floração (DAF) (Figuras 4 A e B).

Figura 4 – Flor do amendoim. A) Abertura do botão floral B) Fita de coloração laranja para identificar o início da abertura da flor .



Foto : Okada, M.H. (2017)

A colheita foi realizada manualmente evitando qualquer tipo de danos aos frutos ou perdas. Posteriormente, os frutos foram rapidamente lavados em água corrente e secos a temperatura ambiente.

No laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, as vagens foram abertas e as sementes separadas e classificadas manualmente de acordo com cada estágio reprodutivo, desde R5 até R9, conforme Figura 5. As seguintes avaliações foram realizadas:

Figura 5 - Classificação dos estádios reprodutivos de R5 até R9 com representação das sementes e frutos da cultivar IAC 505. Barra representa 2 cm.

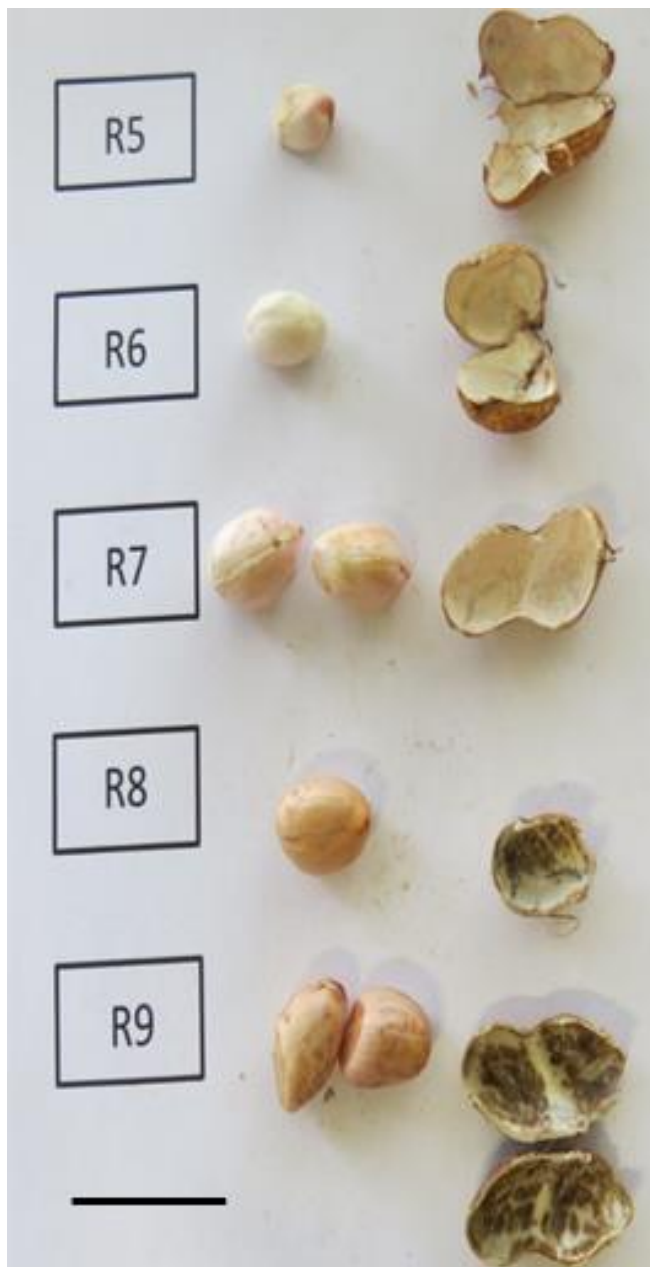


Foto : Okada, M.H. (2017)

Qualidade Fisiológica

4.3 Teor de água na semente

Para determinação do teor de água o método utilizado foi o da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, empregando-se quatro repetições de 20 sementes, sendo os dados expressos em porcentagem, em base úmida, conforme metodologia

descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem, em base úmida.

4.4 Determinação da massa de matéria fresca e massa de matéria seca das sementes.

As sementes foram pesadas em balança de precisão de 0,001g para obtenção de massa fresca, utilizando quatro repetições de 20 sementes. Em seguida as mesmas foram colocadas em estufas de circulação de ar a 60°C por 72 horas, obtendo a massa seca dessas sementes. Os resultados foram expressos em gramas.

4.5 Germinação

a) Plântulas Normais:

O teste de germinação, considerando a formação de plântulas normais, foi realizado com quatro amostras de 25 sementes, sem a película que reveste a semente, dispostas em substrato de papel toalha do tipo germitest, umedecido com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos confeccionados permaneceram acondicionados dentro de sacos plásticos (fechados, mantidos em um germinador regulado à temperatura de 25°C e sem fotoperíodo. As avaliações foram efetuadas ao quinto e décimo dia após a semeadura, computando-se as porcentagens de plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

b) Protrusão Raiz:

Considerando a protrusão radicular, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes distribuídas uniformemente em placas de Petri contendo três folhas de papel do tipo germitest e umedecidas com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Em seguida, as placas de Petri foram colocadas em um germinador regulado à temperatura de 25°C e sem fotoperíodo. As leituras foram realizadas diariamente, utilizando como critério a protrusão da radícula com 2 mm de comprimento até o décimo dia de avaliação. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.6 Primeira contagem da germinação (PC)

A primeira contagem de germinação (PC), considerada um teste de vigor, foi realizada junto com o teste de germinação, considerando a formação de plântulas normais. Para isso foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, umedecido com 2,5 vezes o seu peso com água deionizada na forma de rolo e depois mantidas em germinador, em posição vertical, a uma temperatura de 25°C e sem fotoperíodo. No 5º dia após a instalação do teste foram realizadas a contagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

4.7 Tempo médio para ocorrência de 50% de germinação (T50)

O T50 também foi realizado em paralelo ao teste de germinação. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada estágio de desenvolvimento, distribuídas uniformemente em placas de Petri contendo três folhas do tipo germitest e umedecidas com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As avaliações foram realizadas a cada doze horas, sendo computado o número de sementes que apresentaram protrusão radicular com 2 mm de comprimento. O tempo requerido para germinação de 50% das sementes viáveis (T50) foi calculado por meio da análise de dados de germinação acumulada usando o módulo de ajuste de curva do software Germinator (JOOSEN et al., 2010) e os resultados expressos em horas.

4.8 Determinação do Comprimento de Plântula e Massa Seca de Plântulas

Foram utilizadas quatro repetições de 10 sementes por estágio reprodutivo. As sementes foram mantidas em substratos de papel de filtro umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes foram dispostas sobre linha traçada longitudinalmente no terço superior do papel substrato previamente umedecidos e mantidos como rolos, similar ao teste de germinação, a uma temperatura de 25°C e sem fotoperíodo. A leitura foi realizada a

partir do comprimento médio da parte aérea e da raiz primária das plântulas normais após o décimo dia da semeadura. Os resultados foram expressos em centímetros. Após a mensuração do comprimento, tanto a parte aérea como as raízes foram segmentados e separados com o auxílio de um bisturi, acondicionados e mantidos em estufa de circulação de ar, a temperatura de 60 °C por 72 horas. Após esse processo, foi realizada a pesagem do material em balança de precisão, com balança (0,0001 g) resultando no peso médio em gramas de matéria seca.

4.9 Aquisição de tolerância à dessecação

Quatro repetições de 25 sementes de cada estágio reprodutivo foram submetidas a secagem em atmosfera controlada, em caixas plásticas gerbox (11cm x 11 cm x 3,5 cm) com tela de alumínio, que impedia o contato das sementes com a solução, solução salina de carbonato de potássio (K_2CO_3) a 42% UR e 25° C. Esta secagem permite que as sementes atinjam cerca de 10% de umidade (base úmida) lentamente. Em seguida foi determinado o teor de água para confirmar a a umidade das sementes durante a secagem. Para avaliação da tolerância a dessecação, após a secagem as sementes foram pré-umidificadas em gerbox com tela contendo 15 ml de água destilada por 24 horas, seguido pelo teste de germinação para verificar a capacidade ou não de sobreviverem ao processo de dessecação sem sofrerem danos. As sementes foram consideradas tolerantes à dessecação quando germinaram (capacidade de formar plântulas normais) após a secagem.

4.10 Estudo da aquisição da longevidade

O estudo da longevidade foi conduzido com sementes secas, que passaram por dois tipos de secagem; uma rápida em gerbox (11cm x 11 cm x 3,5 cm) na presença de sílica gel e outra mais lenta na presença de solução salina de carbonato de potássio (K_2CO_3). Para ambos os tipos de secagem as sementes foram secadas até atingirem o teor de água a 10% (base úmida). Para o estudo da longevidade, quatro repetições de 25 sementes secas foram dispostas sobre tela de alumínio, em caixas tipo gerbox contendo solução salina (NaCl), de modo a não se sobreporem e fiquem em ambiente controlado com 75% de UR e 35°C por

intervalos de tempos definidos, a cada sete dias. Após estes períodos, a porcentagem de germinação foi avaliada considerando a formação de plantulas normais, foi realizada conforme descrito acima. Os resultados da longevidade foram expressos em P50 (que representa o tempo necessário para que 50% das sementes percam a viabilidade durante o armazenamento). A equação de probit proposta por Ellis e Roberts (1980), foi utilizada para o cálculo de P50.

4.11 Cálculo de Graus-Dias

Para o cálculo de graus dias foi aplicado a formula de OMETTO (1981). Segundo o autor existe uma temperatura mínima para acionar os dispositivos metabólicos da planta, que é denominada de temperatura basal inferior (Tb). Somente acima desta temperatura a planta pode se desenvolver. O mesmo autor ressalta, contudo, que a planta também possui uma temperatura basal superior (TB), acima da qual há um estancamento das atividades metabólicas, prejudicando seu desenvolvimento. Utilizou-se com temperatura-base inferior (Tb) 10°C, a qual é adotada para a maioria das culturas, e a temperatura-base superior (TB) 33°C (PRELA E RIBEIRO, 2000). Utilizando a seguinte fórmula: TM: temperatura máxima do dia e Tm: temperatura mínima do dia (°C):

$$GD = \frac{TM - Tm}{2} + (Tm - Tb)$$

Nos dias em que $Tm > Tb$ e $TM < TB$, sendo TB a temperatura-base superior

$$GD = \frac{(TM - Tb)^2}{2(TM - Tm)}$$

Quando $Tm < Tb$ e $TM < TB$.

4.12 Análise estatística

As sementes de amendoim foram classificadas conforme os estádios reprodutivos propostos por Boote (1982) e modificações e, posteriormente, foram analisados, com relação aos parâmetros de massa de matéria fresca e seca, teor de água, germinação (plântulas normais, anormais e mortas), vigor (primeira contagem

de germinação, crescimento de raiz e parte aérea e massa de matéria seca de raiz e parte aérea e T50), aquisição da tolerância a dessecação e longevidade (P50).

Foi avaliada a normalidade e homocedasticidade dos dados para cada variável estudada. As variáveis foram analisadas em duas safras consecutivas 2016/2017 e 2017/2018, os resultados submetidos a análise conjunta, para cada cultivar separadamente. Quando a interação foi significativa indica que o estágio reprodutivo, em média, apresenta comportamento. Nesse caso é preciso avaliar a necessidade de selecionar os estádios em função de cada período. Os dados dos testes de teor de água, massa fresca e massa seca, de germinação, primeira contagem da germinação (PC), tempo médio de ocorrência de 50% de germinação (T50), comprimento de plântula e massa seca de plântulas, de porcentagem de sementes que adquiriram a tolerância à dessecação e da longevidade (P50) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e suas médias comparadas entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico do software Minitab 16.

5. RESULTADOS

A contagem de dias após o florescimento (DAF) foi realizada de acordo com a marcação do botão floral recém-aberto e os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Dias após a floração (DAF) em diferentes estádios fenológicos das sementes de amendoim para as cultivares IAC OL3 e IAC 505 na safra 2016/2017.

Dias após florescimento (DAF)		
Estádio	IAC OL3	IAC 505
R5	28	69
R6	35	84
R7	43	91
R8	57	105
R9	76	115

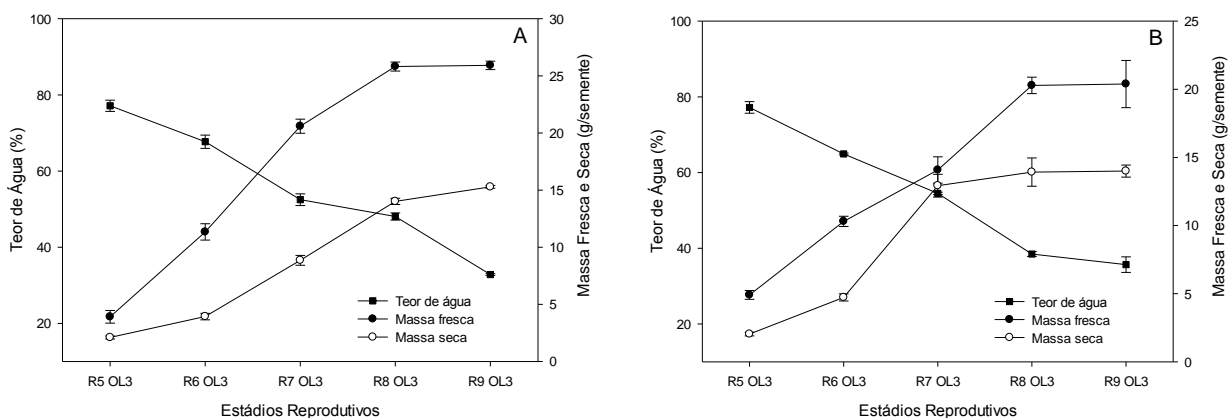
5.1 IAC OL3

A partir da análise conjunta dos dados houve interação significativa entre os anos, portanto, as safras de 2016/2017 e 2017/2018, foram discutidas separadamente.

Na Figura 6, a cultivar OL3, na safra 2016/2017, o teor inicial de água é elevado e ao longo do desenvolvimento das sementes ocorre decréscimo dos valores até atingir os menores valores no estágio R9. Comportamento semelhante ocorreu na safra 2017/2018 onde o teor inicial decresceu gradativamente de R5 até R9.

A matéria seca, no ano 2016/2017, iniciou o acúmulo em R5 (2,10 gramas) até atingir seu máximo no estágio reprodutivo R9 (15,29 gramas) diferindo estatisticamente entre si. No ano de 2017/2018, a matéria seca, da mesma cultivar, o acúmulo iniciou também em R5 (2,03 gramas) e atingiu seu máximo em R8 (13,92 gramas) (Figura 6).

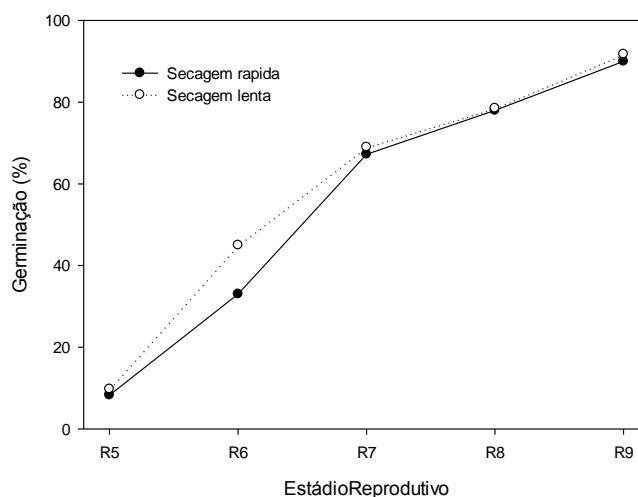
Figura 6- Alterações na massa fresca e massa seca (grama/semente) e no conteúdo de água (gramas de H₂O/gramas de peso seco) na cultivar IAC OL3. A) safra 2016/2017; B) safra 2017/2018.



As sementes em diferentes estádios reprodutivos das sementes foram submetidas a dois tipos de secagem, a secagem lenta, utilizando Carbonato de potássio (K₂CO₃), 45% de umidade relativa (U.R.) e a secagem rápida com a utilização da sílica (Silica), com 19% U.R, ambos a 25°C. As sementes foram secadas até atingirem 10% de umidade, conferidos pelo método padrão de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009).

Na safra 2016/2017, como não houve diferença na porcentagem de germinação das sementes, quando submetidas a dois tipos de secagem, a secagem rápida (sílica) e a secagem lenta (K₂CO₃) em diferentes estádios reprodutivos (Figura 7); na safra 2017/2018 foi adotada somente a secagem lenta com Carbonato de potássio (K₂CO₃).

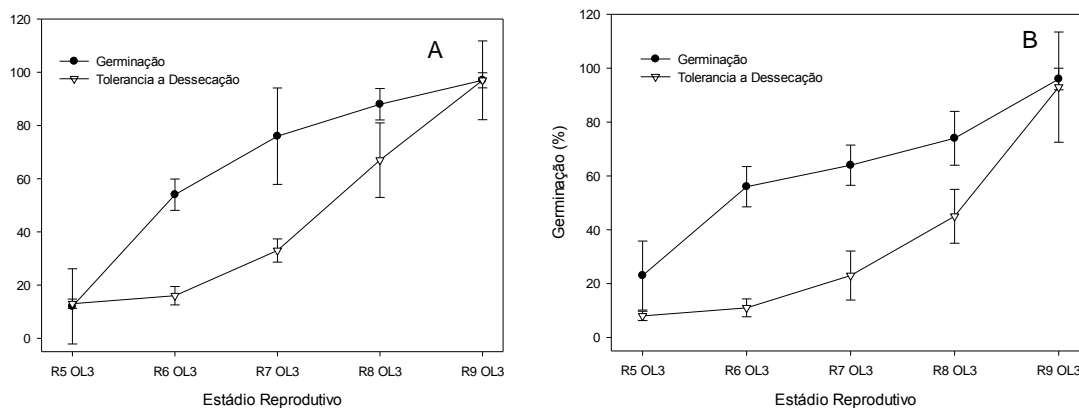
Figura 7- Diferença na germinação, após dois tipos de secagem, secagem rápida (sílica) e secagem lenta (K_2CO_3) em diferentes estádios reprodutivos da cultivar OL3, na safra 2016/2017.



A habilidade de germinação foi adquirida de forma progressiva durante o desenvolvimento das sementes de amendoim. Na cultivar OL3 em ambas as safras, a germinação no estágio R5 foi menor em relação aos demais estádios, atingindo o máximo de germinação no estágio R9, tanto na safra 2016/2017 (Figura 8 A) como na safra 2017/2018 (Figura 8 B).

A tolerância à dessecação, definida como a capacidade da semente em germinar após a secagem, na cultivar IAC OL3, foi adquirida ao longo do desenvolvimento das sementes, onde os estádios iniciais, R5, R6 e R7, apresentaram a menor capacidade de tolerar a dessecação (T.D.), e o estágio R9 apresentou a máxima capacidade de tolerância a dessecação (Figura 8). Nessa cultivar, levaram aproximadamente 76 dias após o florescimento (DAF) para atingir o estágio R9.

Figura 8- Aquisição da germinação das sementes frescas e da tolerância à dessecação (T.D.) em sementes de amendoim, cultivar IAC OL3, safra 2017/2018, em função de diferentes estádios reprodutivos. A tolerância a dessecação (T.D.) foi determinada pela porcentagem de germinação após secagem lenta, utilizando K_2CO_3 (carbonato de potássio) até 10% de umidade. A) Safra 2016/2017 B) Safra 2017/2018.



O vigor, na cultivar IAC OL3, foi avaliado pelos seguintes testes: T50, ou seja, tempo médio para que ocorra 50% de germinação (protrusão da radícula); 1ª contagem de plântulas normais, comprimento de raiz e parte aérea e massa de matéria seca (MMS) da raiz e da parte aérea, safra 2016/2017 (Tabela 3) e safra 2017/2018 (Tabela 4).

Tabela 3– Avaliações de vigor da cultivar IAC OL3, safra 2016/2017 (1ª contagem de germinação, T50, comprimento de raiz e da parte aérea e massa de matéria seca (MMS) de raiz e da parte aérea.

Estádio	1ª contagem (%)	T50 (hrs)	Comprimento Raiz (cm)	Comprimento Parte Aérea (cm)	MMS Raiz (g)	MMS Parte Aérea (g)
R5	13,0 c	0,0 a	0,0 b	0,00 a	0,0000 b	0,0000 b
R6	16,0 c	62,75 a	1,02 ab	0,50 a	0,3698 b	0,3224 b
R7	46,0 b	91,78 a	0,62 b	0,75 a	0,2743 b	0,3631 b
R8	47,0 b	78,02 a	6,82 ab	4,29 a	3,0293 a	2,9908 a
R9	83,0 a	66,75 a	8,55 a	4,75 a	2,6662 a	3,0387 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 4 – Avaliações de vigor da cultivar IAC OL3, safra 2017/2018 (1ª contagem de germinação, T50, comprimento de raiz e da parte aérea e massa de matéria seca (MMS) de raiz e da parte aérea.

Estádio	1ª contagem (%)	T50 (hrs)	Comprimento Raiz (cm)	Comprimento Parte Aérea (cm)	MMS Raiz (g)	MMS Parte Aérea (g)
R5	29,0 a	0,0 b	4,07 c	2,55 d	0,9872 b	1,0979 b
R6	25,0 a	0,0 b	5,58 c	3,22 cd	1,0423 b	1,2647 ab
R7	40,0 a	187,82 a	7,86 b	4,17 bc	1,0338 b	1,2948 ab
R8	37,0 a	183,95 a	8,73 b	4,62 b	1,0752 b	1,3163 ab
R9	34,0 a	122,41 ab	14,29 a	8,41 a	1,4302 a	1,5214 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na cultivar IAC OL3, considerando o parâmetro de T50, não houve diferença estatística entre os estádios reprodutivos (Tabela 3), entretanto na safra 2018 (Tabela 4) os estádios R7, R8 e R9 apresentaram os melhores resultados onde R9 apresentou menor tempo para atingir 50% de germinação (122 horas). Os valores com T50 igual a zero, corresponde a estádios onde as sementes não atingiram 50% de sementes profundidas ao final do período de avaliação, em nenhuma das repetições.

Com relação a primeira contagem de germinação, o estádio R9, diferiu estatisticamente dos demais estádios, enquanto que R8 e R9 apresentaram os melhores resultados para os parâmetros de: massa matéria de seca (MMS) de raiz e massa matéria de seca (MMS) de parte aérea para a safra 2016/2017 (Tabela 3).

Para a safra 2017/2018, na cultivar OL3, o estádio R9 diferiu estatisticamente para os parâmetros de: comprimento de raiz, comprimento de parte aérea e massa matéria de seca (MMS) de raiz (Tabela 4).

O comportamento da longevidade dos diferentes estádios reprodutivos em sementes de amendoim indicou que os estádios iniciais, R5, R6 e R7 não toleram o armazenamento por longos períodos. Onde a maior capacidade de tolerar o armazenamento foi observada nos estádios R8 e R9 das sementes. Como não houve diferença entre os métodos de secagem, seja rápida (sílica) ou lenta

(carbonato de potássio- K_2CO_3), foi adotado somente o método de secagem com carbonato de potássio (K_2CO_3). O comportamento sigmoide da longevidade, na cultivar IAC OL3, está representado a seguir para a safra 2016/2017(Figura 9) e safra 2017/2018 (Figura 10).

Figura 9: Comportamento na porcentagem germinação de sementes nos diferentes estádios reprodutivos na cultivar IAC OL3, durante o armazenamento safra 2016/2017. O armazenamento sob condições controladas a 35°C e 75% U.R.

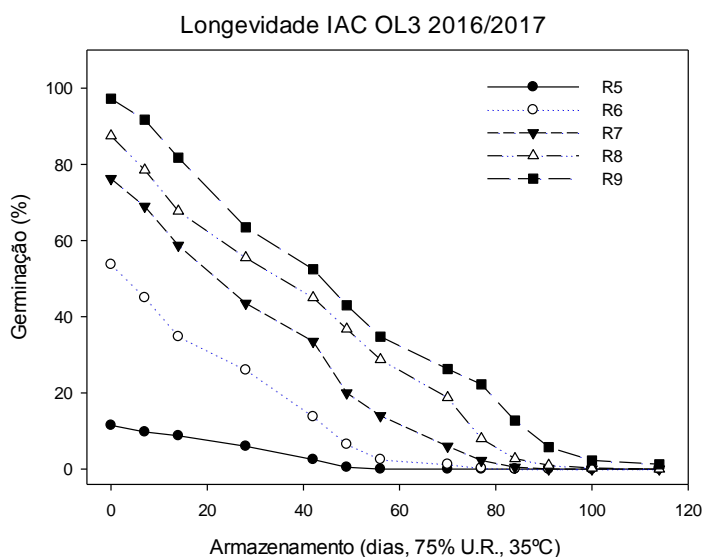
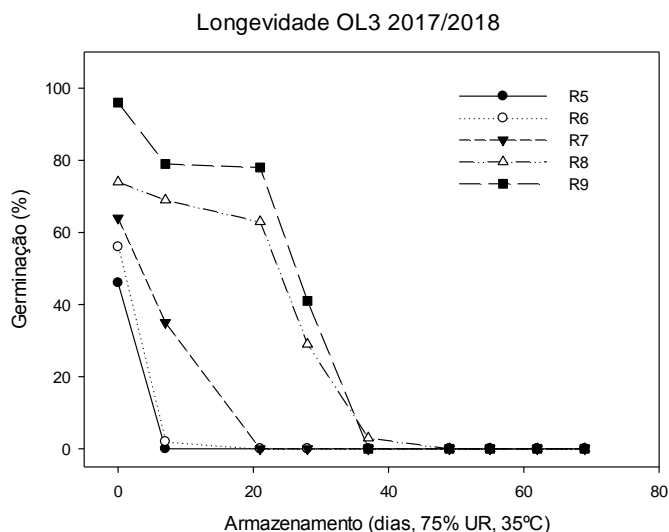
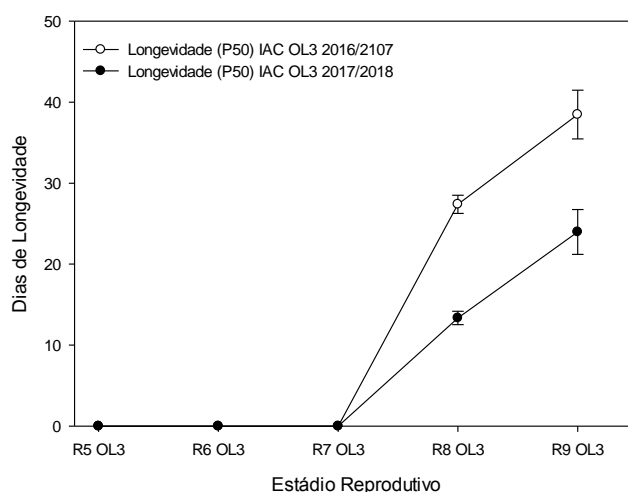


Figura 10: Comportamento na porcentagem germinação de sementes nos diferentes estádios reprodutivos na cultivar IAC OL3, durante o armazenamento, safra 2017/2018. O armazenamento sob condições controladas a 35°C e 75% U.R



Na cultivar IAC OL3, a longevidade das sementes de amendoim é adquirida nos estádio finais do desenvolvimento das sementes e atinge seu máximo no estádio R9 onde apresenta maior capacidade de armazenamento em relação aos demais estádios (Figura 11). Esse comportamento condiz com a literatura, enquanto a DT (tolerância a dessecação) é adquirido durante o enchimento da semente (VERDIER et al., 2013), a longevidade aumenta progressivamente durante a fase final da maturação das sementes (PROBERT et. al., 2009; CHATELAIN et. al., 2012).

Figura 11: Longevidade em sementes de amendoim, cultivar IAC OL3, safra 2016/2017 e 2017/2018, em função de diferentes estádios reprodutivos. Longevidade expressa em P50 (período em dias que a viabilidade da semente reduz para 50%).

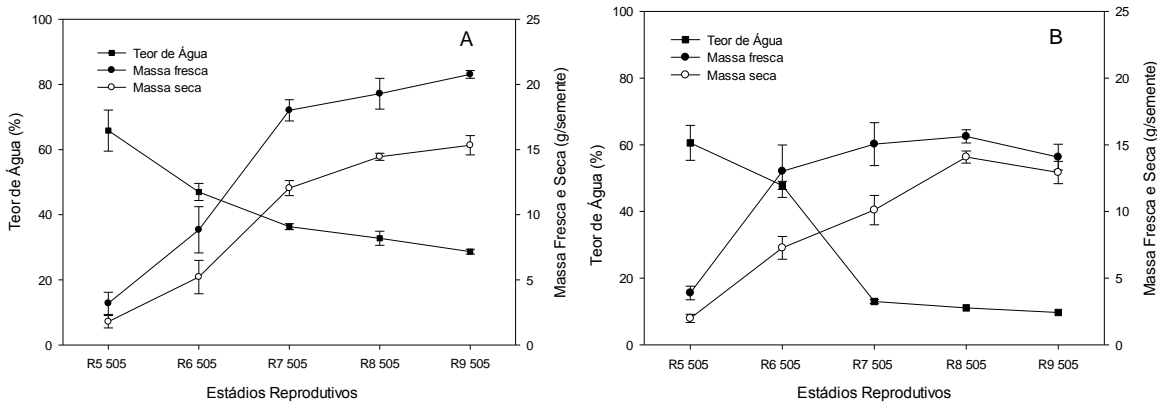


5.2 IAC 505

Na Figura 12, a cultivar IAC 505, na safra 2016/2017 (Figura 12 A), o teor inicial de água é elevado (R5) e ao longo do desenvolvimento das sementes ocorre decréscimo dos valores até atingir os menores valores no estádio R9. Comportamento semelhante ocorreu mesma na cultivar, na safra 2017/2018 (Figura 12 B).

A matéria seca, no ano 2016/2017, começou o acúmulo de R5 (1,78 gramas) até atingir seu máximo no estádio reprodutivo R9 (15,33 gramas) diferindo estatisticamente entre si. No ano de 2017/2018, a matéria seca, da mesma cultivar, o acúmulo começa em R5 (1,98 gramas) e atinge seu máximo em R8 (14,08 gramas) (Figura 12).

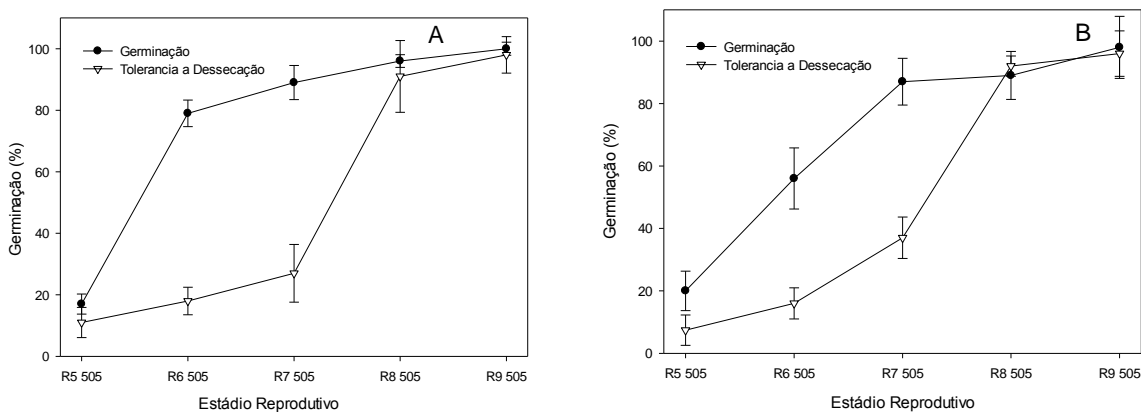
Figura 12- A) Alterações na massa fresca e massa seca (grama/semente) e no conteúdo de água (gramas de H₂O/gramas de peso seco) na cultivar IAC 505 A) safra 2016/2017; B) safra 2017/2018.



Para a cultivar IAC 505 a germinação foi sendo adquirida ao longo dos diferentes estádios reprodutivos, atingindo o máximo de germinação no estágio R9 na safra 2016/2017 (Figura 13 A) como na safra 2017/2018 (Figura 13 B).

Com relação a tolerância a dessecação, na mesma cultivar, no início as sementes de amendoim apresentaram baixa capacidade de tolerar a secagem, porém essa característica é adquirida ao longo do desenvolvimento das sementes, atingindo a máxima capacidade no estágio R9 (Figura 13) em ambas as safras.

Figura 13- Aquisição da germinação, tolerância a dessecação (T.D.) em sementes de amendoim, cultivar IAC 505, safra 2017/2018, em função de diferentes estádios reprodutivos. A tolerância a dessecação (T.D.) foi determinada pela porcentagem de germinação após secagem lenta, utilizando K₂CO₃ (carbonato de potássio) até 10% de umidade. A) Safra 2016/2017 B) Safra 2017/2018.



O vigor, na cultivar IAC 505, foi avaliado pelos seguintes testes: T50, ou seja, tempo médio para que ocorra 50% de sementes com radícula protundida, 1ª contagem de plântulas normais, comprimento de raiz e parte aérea e massa de matéria seca (MMS) tanto de raiz como parte aérea. Safra 2016/2017 (Tabela 5) e safra 2017/2018 (Tabela 6)

Tabela 5 – Avaliações de vigor da cultivar IAC 505, safra 2016/2017 (1ª contagem de germinação, T50, comprimento de raiz e da parte aérea e massa de matéria seca (MMS) de raiz e da parte aérea.

Estádio	1ª contagem (%)		T50 (hrs)		Comprimento Raiz (cm)		Comprimento Parte Aérea (cm)		MMS raiz (g)		MMS parte Parte Aérea (g)	
R5	1,0	b	6,00	b	1,30	c	2,37	bc	0,4701	b	0,5002	c
R6	2,0	b	47,41	ab	0,51	c	0,25	c	0,4834	b	0,4750	c
R7	9,0	b	155,79	a	7,31	b	9,31	a	1,1074	ab	2,2835	ab
R8	44,0	a	111,00	ab	8,28	ab	5,09	abc	1,6762	ab	1,9785	b
R9	52,0	a	67,78	ab	10,92	a	7,38	ab	1,9926	a	2,9535	a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 6 – Avaliações de vigor da cultivar IAC 505, safra 2017/2018 (1ª contagem de germinação, T50, comprimento de raiz e parte aérea em centímetros e massa de matéria seca (MMS) de raiz e a parte aérea em gramas.

Estádio	1ª contagem (%)	T50 (hrs)	Comprimento Raiz (cm)	Comprimento Parte Aérea (cm)	MMS raiz (g)	MMS parte Parte Aérea (g)
R5	10,0 b	0,00 b	12,82 a	8,68 a	0,9474 b	0,97275 c
R6	33,0 b	187,91 a	14,43 a	8,75 a	1,2339 a	1,3006 bc
R7	72,0 a	137,20 ab	11,12 a	7,32 ab	1,2554 a	2,1050 a
R8	73,0 a	18,73 b	6,31 b	5,01 b	1,0141 b	1,1677 bc
R9	87,0 a	78,49 ab	7,13 b	5,37 ab	1,1075 ab	1,5092 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na cultivar IAC 505, considerando o parâmetro de T50, não houve diferença estatística entre os estádios reprodutivos, com exceção do estado R5, safra 2016/2017 (Tabela 5). Entretanto na safra 2018 os melhores estádios foram R6, R7 e R9; (Tabela 6). Os valores com T50 igual a zero, corresponde a estádios onde as sementes não atingiram 50% de sementes protundidas ao final do período de avaliação.

Com relação a primeira contagem de germinação, na safra 2016/2017, os estádios R8 e R9 diferiram estatisticamente dos demais estádios, para a primeira contagem de germinação e comprimento de raiz. O estádio R7 apresentou melhores resultados, junto com R8 e R9, para o comprimento de parte aérea, massa de matéria seca (MMS) de raiz (Tabela 5).

Essas considerações são validas porque as sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função de apresentarem maior capacidade de transformação e suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987). A determinação do peso de matéria seca da plântula é uma maneira de avaliar o crescimento da planta, onde se consegue determinar, com certa precisão, a

transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário, as amostras que apresentam os maiores pesos médios de matéria seca de plântula são as mais vigorosas, ou seja, são oriundas de sementes mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999).

Na mesma cultivar, safra 2017/2018, os estádios R7,R8 e R9 apresentaram melhores parâmetros de vigor somente para a 1ª contagem de germinação. Entretanto, para as outras avaliações de vigor, os estádios mais avançados (R8 e R9) não diferiram dos demais ou mesmo apresentaram piores resultados (Tabela 6), fato que pode ser justificado pelo fato de ter ocorrido manejo antecipado da área, processo que diferenciou do processo da safra anterior (2016/2017) onde as sementes foram colhidas frescas, secas e armazenadas em condições de laboratório.

Os resultados de longevidade foram expressos em P50, como tempo (em dias) para que as sementes percam 50% da viabilidade durante o armazenamento, conforme Ellis e Roberts (1980). A longevidade para a cultivar IAC 505, atingiu o valor máximo, no estágio R9 (Figura 14).

Figura 14: Comportamento na porcentagem germinação de sementes nos diferentes estádios reprodutivos na cultivar IAC 505, durante o armazenamento safra 2016/2017. O armazenamento sob condições controladas a 35°C e 75% U.R.

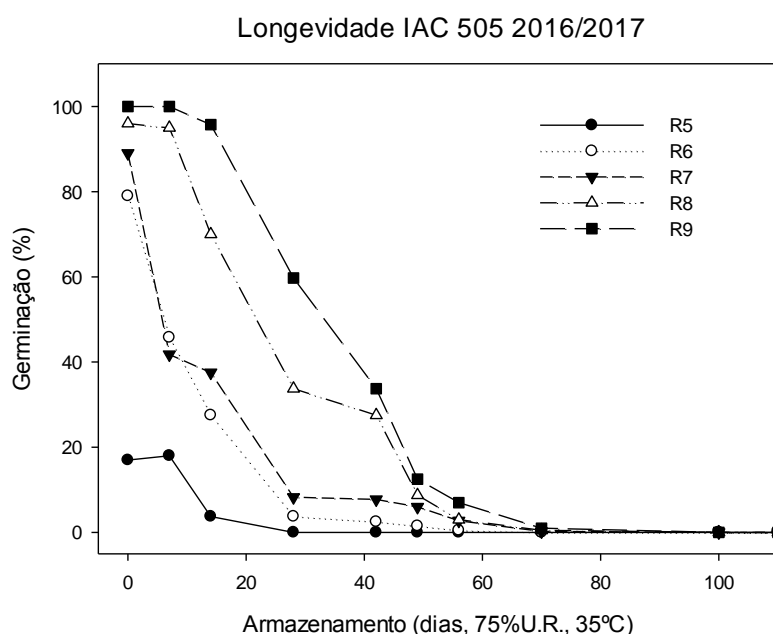


Figura 15: Comportamento na porcentagem germinação de sementes nos diferentes estádios reprodutivos na cultivar IAC 505, durante o armazenamento safra 2017/2018. O armazenamento sob condições controladas a 35°C e 75% U.R.

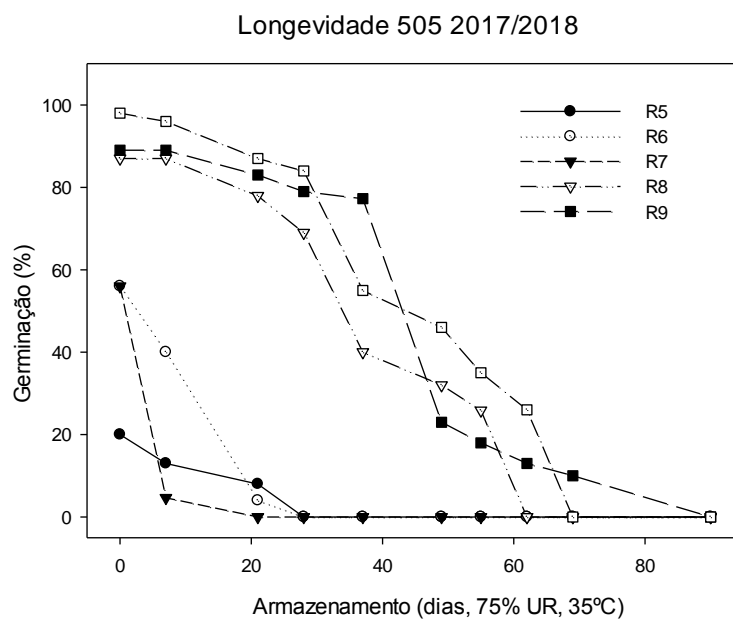
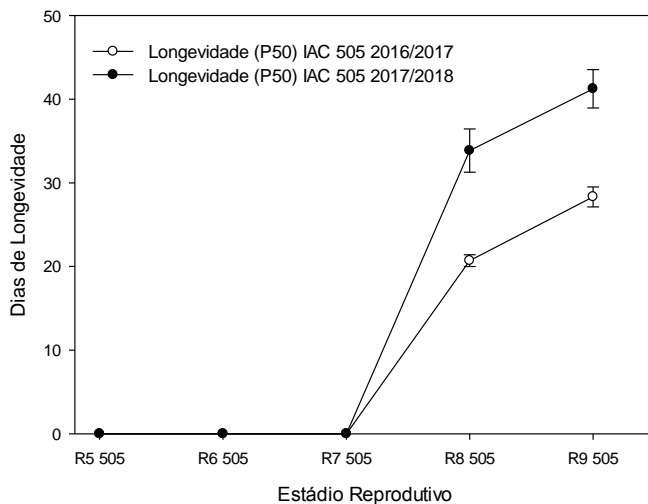


Figura 16: Longevidade em sementes de amendoim, cultivar IAC 505, safra 2017 e 2018 em função de diferentes estádios reprodutivos. Longevidade expressa em P50 (período em dias que a viabilidade da semente reduz para 50%).



5.3 Graus-Dias acumulados

Um dos métodos utilizados para relacionar a temperatura do ar com o desenvolvimento e ou crescimento da planta é da soma térmica ou graus-dias acumulados (NAKAGAWA e ROSOLEM, 2011).

Para o cálculo de graus dias foi aplicado a formula de OMETTO (1981). Segundo o autor existe uma temperatura mínima para acionar os dispositivos metabólicos da planta, que é denominada de temperatura basal inferior (T_b). Somente acima desta temperatura a planta pode se desenvolver. O mesmo autor ressalta, contudo, que a planta também possui uma temperatura basal superior (T_B), acima da qual há um diminuição das atividades metabólicas, prejudicando seu desenvolvimento.

Para a safra 2016/2017, nas cultivars IAC OL3 e IAC 505, o total de graus dias acumulados durante o ciclo total da cultura, desde a semeadura até a colheita, utilizando a fórmula citada, foi de 1949 graus-dia e na safra de 2017/2018 o total foi de 1843 graus-dia, ambos para o período de até 120 dias. Para completar cada período fisiológico as plantas requerem o acúmulo de certa quantidade de calor, expressa comumente pelo índice de graus-dia (BRUNINI et al., 1976). Como isso, essa diferença entre os graus dia entre os diferentes anos, pode ter influenciado a duração de cada período reprodutivo, o que explicaria a diferença de comportamento entre os anos, para os parâmetros de qualidade fisiológica avaliados.

6 DISCUSSÃO

6.1 Conteúdo de Água versus matéria fresca e seca.

Com relação ao conteúdo de água houve redução do conteúdo e concomitantemente, houve acúmulo gradativo da massa fresca e massa seca, em ambas safras, tanto na cultivar IAC OL3 como para a cultivar IAC 505. Estes resultados são semelhantes aos relatados por Coolbear (1994) e Aldana et al. (1972), que descreveram mudanças na massa de matéria fresca e matéria seca e do teor de água das sementes de amendoim cv NC-2, durante o desenvolvimento das sementes.

Coolbear (1994) relata que o desenvolvimento da semente de amendoim é dividido em três estádios, uma fase de crescimento rápido com aumentos concomitantes no peso fresco e seco (estágio I), seguido por um período de acumulação da reserva de alimento, onde a taxa de aumento do peso seco é frequentemente constante mas os índices da umidade da semente começam a cair (estágio II). A semente, em seguida, perde a água na terceira fase, amadurecimento, geralmente com pouca mudança no peso seco (estágio III).

Estes três estádios resumem os diferentes processos morfológicos e fisiológicos que ocorrem durante o desenvolvimento da semente. Durante o estágio I, o crescimento é principalmente por divisão celular. No final desta etapa, todas as estruturas-chave da semente estão presentes, mesmo que não totalmente diferenciadas. O crescimento no estágio II é pelo alargamento da célula enquanto as reservas da semente são estabelecidas. A perda de teor de água reflete a crescente proporção de reservas de alimentos insolúveis no tecido de armazenamento. No final deste período, o peso máximo de matéria seca é atingido. Este ponto foi referido como a maturidade morfológica (Anderson, 1944), funcional (Grabe, 1956) ou maturidade fisiológica (Shaw e Loomis, 1950).

A maturidade fisiológica consiste no “período em que não mais ocorrem alterações significativas da massa de matéria seca” (MARCOS FILHO, 2015). Nesse ponto ocorre o desligamento da semente com a planta mãe e a maturidade fisiológica pode ser um indicador para a realização do ponto de colheita. Este ponto

é o que muitos autores afirmam ser o máximo de acúmulo de matéria seca (BEWLEY e BLACK, 1994).

6.2 Aquisição da Qualidade Fisiológica

A aquisição da qualidade fisiológica em sementes de amendoim seguiu a ordem: aquisição da germinação, tolerância à dessecação e por último a aquisição da longevidade, durante o desenvolvimento de sementes; comportamento esperado em sementes ortodoxas, segundo Bewley et al. (2013).

Durante a maturação, as sementes adquirem características fisiológicas que são cruciais para o sucesso no estabelecimento de plântulas no campo, tais como germinação vigorosa e homogênea. Estes traços mostram a capacidade notável das sementes de serem submetidas à dessecação completa sem a perda de viabilidade (tolerância à dessecação) e a de permanecerem viáveis por longos períodos de tempo, quando armazenadas no estado seco (longevidade) (BUITINK e LEPRINCE, 2010).

Várias mudanças funcionais ocorrem durante a maturação das sementes, incluindo a capacidade de germinar e tolerar a dessecação (BLACKMAN et al., 1991; OBENDORF et al., 1980; BLACKMAN et al. 1992).

Ao longo das fases iniciais do desenvolvimento, as sementes ainda não possuem completa capacidade de germinação e tolerância à dessecação (GRUWEZ et al., 2013), comportamento observado nas sementes de amendoim, onde aquisição da germinação foi adquirida ao longo do desenvolvimento das sementes, onde o estágio inicial, R5, apresentou menor capacidade em relação ao estágio final, R9.

A tolerância à dessecação e a capacidade de germinação não são características expressas em todos os estágios de desenvolvimento das sementes, mas adquiridas após a histodiferenciação, em que há aumento na massa fresca e deposição de reservas, e antes da fase de secagem na maturação (BEWLEY et al., 2013; KERMODE, 1997; VEIGA et al., 2007).

A aquisição da tolerância a dessecação, nas sementes de amendoim, foi adquirida progressivamente durante o desenvolvimento das sementes, fato observado nas sementes de amendoim avaliadas, tanto na cultivar IAC 505 como IAC OL3, onde o estágio de desenvolvimento inicial, R5, apresentou menor

capacidade de tolerar a dessecação, em relação ao estágio final de desenvolvimento, estágio R9. Lima et al.,(2017) estudando a tolerância à dessecação de sementes de soja, relata que as sementes de apresentam aumento do nível de tolerância à dessecação com o avanço do desenvolvimento, ao passo que sementes colhidas no estágio mais precoce apresentam maior sensibilidade à dessecação.

No estágio final de desenvolvimento das sementes de amendoim, R9, além de apresentarem o máximo de tolerância a dessecação (DT), nesses estádios também, é onde ocorreram também os maiores acúmulos de massa de matéria seca, fato observado nas cultivares IAC 505 e IAC OL3, safra 2016/2017, onde a maturidade fisiológica também ocorreu no estágio R9. Nas sementes ortodoxas, a aquisição da DT é iniciada concomitantemente com o acúmulo de reservas e é estabelecido antes do fim da maturação da semente (PAMMENTER e BERJAK, 1999; BEWLEY et al., 2013).

Para a aquisição da longevidade, o estágio final de desenvolvimento das sementes, R9, também apresentou os maiores valores de P50 (período em dias em que a viabilidade da semente se reduz para 50%), em comparação aos demais estádios de desenvolvimento. Verdier et al. (2013) relataram em seu estudo com sementes de *Medicago truncatula* que durante a maturação fisiológica, a semente adquire a tolerância a dessecação, e conseguinte a longevidade. Portanto, a longevidade também está associada ao comportamento em relação a tolerância à dessecação das sementes (ABREU et al., 2014).

Sendo assim, a longevidade é conferida pela capacidade de estabilizar o sistema biológico por longos períodos de tempo, suspendendo a sua atividade metabólica e formando uma matriz amorfa altamente viscosa (isto é, um estado vítreo) que retarda severamente as reações de deterioração (BUITINK e LEPRINCE, 2004; CHATELAIN et al., 2012), sendo a última característica a ser adquirida durante o desenvolvimento da semente (BEWLEY et al., 2013).

Conhecer o comportamento da aquisição da qualidade fisiológica das sementes de amendoim é de extrema importância pois o entendimento de quando cada parâmetro de qualidade fisiológica é adquirido possibilita a obtenção de sementes com alta qualidade com o máximo de germinação, vigor, tolerância a dessecação e longevidade, características fundamentais para garantir o bom desempenho das sementes. Garantindo assim, a colheita mais uniforme das

sementes, obtendo os estádios finais do desenvolvimento, com a máxima qualidade fisiológica das sementes.

6.3 Secagem

Para a cultura do amendoim, o processo de secagem ou cura pode ser realizado natural ou de modo artificial. Para grandes quantidades de sementes, é imprescindível a utilização de secagem artificial, cujos custos de operação estão diretamente relacionados com o volume, a velocidade de secagem e a temperatura do ar (GARCIA et al., 2004). Sementes recém-colhidas, vindas do campo, podem muitas vezes apresentar um teor de água inadequado para serem armazenadas com segurança, portanto necessitam ser secadas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Segundo Amaro (2017) a secagem também reduz o teor de água a níveis que diminuem o efeito ou o ataque dos insetos e dos microrganismos e reduzem a taxa de deterioração das sementes durante o armazenamento.

Avaliando-se dois tipos de secagem nas sementes de amendoim e posteriormente avaliando o efeito na germinação, foram utilizados dois métodos de secagem, uma rápida e a outra lenta, foi possível observar que não houve diferença entre os métodos de secagem ao longo dos diferentes estádios reprodutivos. Lima (2017) estudando diferentes métodos de secagem (secagem lenta consistiu de tratamento de secagem a 45% UR a 25°C e secagem rápida a 40% UR a 30 °C) em sementes de soja, também observou não haver diferença do efeito da germinação entre os métodos de secagem utilizados.

6.4 Graus-dias acumulados

Utilizando a formula de OMETTO (1981), para o cálculo de graus dias, o total de dias acumulados em que a temperatura ultrapassou a temperatura ideal (30°C), na safra 2017, foi de 127 dias e precipitação pluvial total acumulada no ciclo foi de 898,2 milímetros (mm). Já na safra 2018, o total de dias com temperaturas acima de 30° C foi de 90 dias e precipitação pluvial acumulada no ciclo foi de 736,96 mm.

Considerando o parâmetro de qualidade fisiológica, a safra 2016/2017 produziu sementes de melhor qualidade em relação a safra 2017/2018.

Essa diferença de dias onde a temperatura manteve-se acima do ideal para a cultura, entre as duas safras, pode ter influenciado o comportamento da aquisição da qualidade fisiológica, o acúmulo de reservas, acúmulo de proteínas, açúcares não redutores e outros mecanismos de proteção que influenciam diretamente na resposta à qualidade fisiológica das sementes.

Segundo Renato et. al., (2013), tanto para o milho quanto para o feijão, cálculo de graus-dias, utilizando o método de Ometto (1981) é o mais indicado para as simulações principalmente, em cenários de mudanças climáticas.

Prela e Ribeiro (2000) observou o total de graus dia acumulados da semeadura até a maturação em amendoimzeiro, na cultivar Tatu, utilizando a fórmula de Ometto (1981), para o cálculo de graus dias, obteve valores desde 1370 até 1621 dias na cidade de Mariluz (PR) e de 1076 até 1455 na cidade de Centenario do Sul (PR), considerando a duração do ciclo desde 88 até 118 dias. Conclui também que a soma total de graus dia para o amendoimzeiro varia devido a deficiência hídrica corrida durante o período.

Medeiros et. al., (2000), estudando o crescimento vegetativo em feijão relacionado com graus-dias acumulados, concluíram que as fases de desenvolvimento da cultura não são afetadas pelo manejo de água e densidade de plantio, demonstrando a efetividade do uso de graus-dia para a predição dos estádios fenológicos da cultura em diferentes ambientes.

Sabe-se que as condições ambientais influenciam desde a formação da flor, fertilização, desenvolvimento da semente e maturação, afetando a qualidade fisiológica das futuras sementes (MARCOS FILHO, 2015), sendo os períodos mais críticos para a produção de sementes de alta qualidade as fases de enchimento de grãos e maturação, ou seja, são mais evidentes durante o crescimento reprodutivo em relação ao crescimento vegetativo das plantas (BAKER et al., 1989).

Além disso, o regime de temperaturas durante a fase de desenvolvimento das sementes pode afetar a composição das reservas, cujo efeito pode ser explicado pela variação ocasionada no tamanho das sementes ou na maturação delas (NAKAGAWA e ROSOLEM, 2011).

7 CONCLUSÃO

A qualidade fisiológica é adquirida ao longo do desenvolvimento das sementes de amendoim.

A germinação, adquirida a partir do estágio R5, atingiu seu valor máximo no estágio final R9, independente da cultivar.

A tolerância a dessecação é adquirida ao longo da maturação das sementes com a máxima capacidade de tolerância no estágio R9, independente da cultivar.

O vigor foi progressivamente adquirido atingindo o máximo no estágio R9.

A longevidade apresentou a máxima capacidade no estágio R9.

A melhor safra, para a obtenção de sementes de amendoim com qualidade fisiológica superior, foi a safra 2016/2017.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. A. de S. et al. Behavior of coffee seeds to desiccation tolerance and storage. **Journal. Seed Science.**, Londrina , v. 36, n. 4, p. 399-406, Dec. 2014.
- ALDANA, ANGELINA B.; FITES, ROGER C.; PATTEE, HAROLD E. Changes in nucleic acids, protein and ribonuclease activity during maturation of peanut seeds. **Plant and cell physiology**, v. 13, n. 3, p. 515-521, 1972.
- AMARO, H. T. R. **Maturação, secagem e armazenamento na qualidade de sementes de crambe**. 2017. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.
- AMENDOIM. **AGRIANUAL 2018**: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. p. 455-490.
- ANDERSON, J.C. The effect of nitrogen fertilisation on the gross morphology of timothy (*Phleum pratense* L.). **Journal of the American Society of Agronomy**, 36, 584-7. 1944.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). **Seed Vigor Testing Handbook**. AOSA, Lincoln, NE, USA. 105 p. 2002.
- ARMANDO JUNIOR, J. **Floração em amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. Campinas: Unicamp, 1990,83p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Campinas, 1990.
- BAKER, J.T. et al. Response of soybean to air temperature and carbon dioxide concentration. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 1, p. 98-105, 1989.
- BAUD, S.; BOUTIN, J.P.; MIQUEL, M.; LEPINIEC, L.; ROCHAT C. An integrated overview of seed development in *Arabidopsis thaliana* ecotype WS. **Plant Physiological Biochemistry**, v.40, p.151-160, 2002.
- BLACKMAN, S. A. et al. Maturation proteins associated with desiccation tolerance in soybean seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v. 96, p. 868-874, 1991.
- BLACKMAN, S. A.; OBENDORF, R. L.; LEOPOLD, A. C. Maturation proteins and sugars in desiccation tolerance of developing soybean seeds. **Plant physiology**, v. 100, n. 1, p. 225-230, 1992.
- BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3 ed. New York: Springer, 2013. 392 p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 445 p. 1994.
- BOOTE, K. J. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Peanut Science**, n. 9, p. 35-40. 1982.

BOLHUIS GG, DE GROOT W. Observations on the effect of varying temperatures on the flowering and fruit set in three varieties of groundnut. **Netherlands Journal of Agricultural Science** p.317–326. 1959.

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In **Seed Development and Germination** (Eds.) J. Kigel and G. Galili. Marcel Dekker, New York, USA. 1995. p. 351-396.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPS/ACS, 2009. 395p.

BRANDAO JUNIOR, D. da S. et al . Desiccation tolerance in coffee seeds (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de sementes**, Londrina , v. 24, n. 2, p. 17-23, 2002 .

BUCKERIDGE, M. S. et al. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes. Estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. especial, 2000.

BRUNINI, O. et al. Temperatura-base para alface cultivar" White Boston", em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**, v. 35, n. 1, p. 213-219, 1976.

BUITINK, J.; LEPRINCE, O. Desiccation tolerance: From genomics to the field. **Plant Science**. 179: 554–564, 2010.

BUITINK, J. ; LEPRINCE, O. Intracellular glasses and seed survival in the dry state. **Comptes Rendus Biologies**, [s.l.], v. 331, n. 10, p.788-795. 2008.

BUITINK, J.; LEPRINCE, O. Glass formation in plant anhydrobiotes: survival in the dry state. **Cryobiology**. 48: 215–228, 2004.

BUITINK, J.; et al. Molecular mobility in the cytoplasm: An approach to describe and predict lifespan of dry germplasm. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, n. 5, p. 2385–2390, 2000.

CÂMARA, G.M.S. Estudo da planta de amendoim. Piracicaba:USP/ESALQ LPV-506: Plantas oleaginosas – **A planta de amendoim**, 2015.

CASTRO, R. S. D. DE. **Avaliação das características organolépticas de grãos e qualidade fisiológica de sementes em função do tempo de armazenamento em amendoim**. 2010.. 46 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2010.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 590 p. 2012.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 588p. 2000.

CASTRO, R. D. et al. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CATO, S. C.; ALBERT, L. H. B.; MONTEIRO, A. C. B. A. Amendoimzeiro. In: CASTRO, P. R. C. **Manual de Fisiologia Vegetal: Fisiologia de Cultivos**. Piracicaba: Editora Ceres, p. 26-35. 2008.

CHATELAIN, E. et al. Temporal profiling of the heat-stable proteome during late maturation of *Medicago truncatula* seeds identifies a restricted subset of late embryogenesis abundant proteins associated with longevity. **Plant, Cell and Environment**, v.35, pags. 1440–1455, 2012.

CHENG WH, et al. A unique short-chain dehydrogenase/reductase in *Arabidopsis* glucose signaling and abscisic acid biosynthesis and functions. **Plant Cell** 14:2723–43. 2002.

CHOLAKY, L. **Etapas de desarrollo del mani (*Arachis hypogaea* L.)**. Rio Cuarto: Universidad Nacional De Rio Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Departamento de Producción Vegetal. 8 p. 1985. (Mimeografado).

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO . **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, sétimo levantamento, abril 2015. Brasília, DF: Conab, 2015.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos** – v. 6 - Safra 2018/19, n. 1 - Segundo levantamento, novembro – 2018.

COOLBEAR, P. Reproductive biology and development. In: **The Groundnut Crop**. Springer, Dordrecht, p. 138-172. 1994.

CROWE, J. H. et al. Stabilization of dry phospholipid bilayers and proteins by sugars. **Biochemical Journal**, v. 242, n. 1, p. 1, 1987.

CUNHA R.; V.W.D. CASALI. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de alface. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. p. 121-132. 1989.

DAN, E. L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

DEBEAUJON, I. et al. Influence of the testa on seed dormancy, germination, and longevity in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**. 122: 403–414; 2000.

DELOUCHE, J. C. Seed maturation. In: **Handbook of seed technology**. Mississippi: Mississippi State University. p. 17-21. 1971.

DIAS, D.C.F.S. Maturação de sementes. **Revista Seed News**. Edição V. Novembro 2001.

DORNBOS, D. L. Jr. Production environment and seed quality. In: BASRA, A. S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press. p. 119-152. 1995.

ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. Towards a rational basis for testing seed quality. **Seed production**, p. 605-635, 1980.

ELLIS R.H.; PIETA-FILHO, C. Seed development and cereal seed longevity. **Seed Science Research**. v.2, p.9-15, 1992.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de segurança e qualidade para a cultura de amendoim**. Brasília: Embrapa, 2004. 44p.

FAIT, A. et al. Arabidopsis seed development and germination is associated with temporally distinct metabolic switches. **Plant Physiology**, v.142, p.839-854, 2006.

FARRANT, J.M. Mechanisms of desiccation tolerance in angiosperm resurrection plants. **Plant Desiccation Tolerance** 51-90. 2007.

FEHR, W.R. CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Iowa State University. Special report 80, p. 25-26p, 1977.

FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, (**EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica**, 9). 39p. 1984.

FRANÇA NETO, J.B et al. Soybean seed quality as affected by shiveling due to heat and drought stress during seed filling. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, n.1., p.107-116, 1993.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 1-2, p. 37-38, 2010.

FRANÇA- NETO, J. B. et al. **Tecnologia da Produção de sementes de soja de alta qualidade** – Documentos 380. Londrina: Embrapa Soja, 82p. 2016.

FREITAS, F, O; PEÑALOZA, A.PS., VALLS,; J. F. M. O amendoim contador de história. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2003. 12p.

FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M.; CARVALHO, S. I. **Produção de sementes**. In: RIBEIRO, C. S.; LOPES, A. C.; CARVALHO, S. I.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Eds.). **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. p. 173-187.

FREITAS, S. M. de. et al. Evolução do mercado brasileiro do amendoim. In: SANTOS, R.C. dos. (Ed.) **O Agronegócio do amendoim no Brasil**. Ed. Campina Grande-PB: EMBRAPA, p. 16-44. , 2005.

FREY, A. G. B. et al. Maternal synthesis of abscisic acid controls seed development and yield in *Nicotiana glauca*. **Planta**. 218:958-964. 2004.

GARCIA, D. C. et al. A secagem de sementes. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.603-608. 2004.

GODOY, O. P. et al. **Amendoim: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982.

GODOY, I. J. et al. Cultivares de amendoim alto oleicos: uma inovação para o mercado produtor e consumidor brasileiros. **O agrônomo**. V 70. 2018.

GODOY, I. J. et al. New high oleic runner peanut cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 17: 289-292, 2017.

GODOY I. J. et al. IAC OL3 e IAC OL4: new Brazilian peanut cultivars with the high oleic trait. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 14: 200-203, 2014.

GODOY, I. J. et al. IAC 503 e IAC 505: cultivares de amendoim com a característica “alto oleico”. In: **5º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**, Guarapari-ES, 2009.

GODOY, I. J.; MINOTTI, D.; RESENDE, P. L. Produção de amendoim de qualidade. Viçosa: **Centro de Produções Técnicas**. 168 p. 2005.

GODOY, I. J.; OLIVEIRA, E. J.; CARVALHO, C. R. L. Análise de populações segregantes de amendoim para a característica “Alto Oleico”. **II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**, Varginha, MG, 2005.

GOMES, C.; GALDINO, M. Desempenho de cultivares IAC de amendoim é apresentado em Pindorama. **IAC- Instituto Agrônomo de Campinas**. 2017.

GRABE, D.F. (1956) Maturity in smooth bromegrass. *Agronomy Journal*, 48, 253-6. Halloin, J.M. (1986) Microorganisms and seed deterioration, in **Physiology of Seed Deterioration**, CSSA Special Publication No. 11, Crop Science Society of America, Inc., Madison, pp. 89-99.

GREGORY, W.C.; KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, M. P.; Structure, variation, evolution and classification in *Arachis*. In: BUNTING, S. **Advances in Legume Science**. Kew: London. p. 469-481.0. 1980.

GRUWEZ, R. et al. Critical phases in the seed development of common juniper (*Juniperus communis*). **Plant Biology**, v.15, p.210–219, 2013.

GUTIERREZ, L. et al. Combined networks regulating seed maturation. **Plant Science**, v. 12, n. 7, p. 294-300, 2007.

- HAMPTON, J.G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, v.30, p.1-10, 2002.
- HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. p. 145-245. In Kozłowski, T.T. (ed.) **Seed biology**. Volume III. Academic Press, New York, 1972.
- HOEKSTRA, F.A.; GOLOVINA, E.A.; BUITINK, J. Mechanisms of plant desiccation tolerance. **Trends Plant Science**, v.5, p.431–438, 2001.
- HOEKSTRA, F. A. et al. Changes in soluble sugars in relation to desiccation tolerance in cauliflower seeds. **Seed Science Research**, v. 4, n. 2, p. 143-147, 1994.
- HUNDERTMARK, M. et al. The reduction of seed-specific dehydrins reduces seed longevity in *Arabidopsis thaliana*. **Seed Science**. v. 21, p. 165–173, 2011.
- INFORZATO, R.; TELLA, R. Sistema radicular do amendoim. Campinas: **Bragantia**, n. 19, p. 119-123. 1960. (Nota, n. 24).
- INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 2015. **International Rules for Seed Testing**. Zürich: ISTA, 2015.
- JOOSEN, R.V.L et al. GERMINATOR: a software package for high-throughput scoring and curve fitting of *Arabidopsis* seed germination. **The Plant Journal**, v. 62, n. 1, p. 148-159, 2010.
- JUDD, W. S. et al. **Plant systematics**: a phylogenetic approach. Massachusetts: Sinauer Associates, 1999. 464p.
- JUNIOR, D. da S. B. et al. Tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista brasileira de sementes**, v. 24, n. 2, p. 17-23, 2002.
- KALEMBA, E. M.; JANOWIAK, F.; PUKACKA, S. Association of Protective Proteins with Dehydration and Desiccation of Orthodox and Recalcitrant Category Seeds of Three Acer Genus Species. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 31, p.351–362, 2012.
- KERMODE, A. R. Role of abscisic acid in seed dormancy. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 24, n. 4, p. 319-344, 2005.
- KERMODE, A. R. Approaches to elucidate the basis of desiccation-tolerance in seed. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 7, p. 75-95, 1997.
- KETRING, D. L. Temperature Effects on Vegetative and Reproductive Development of Peanut 1, 2. **Crop Science** 24, no. 5. pg. 877-882. 1984.
- KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. Marcel Dekker Inc, New York. 1995.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm, 1928.

KOSTER, K.L.; LEOPOLD, A.C. Sugars and desiccation tolerance in seeds. **Plant Physiology**. Nov 1;88(3):829-32. 1988.

KRZYZANOSWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.

LEONG, S. K. ; C. K. ONG. The influence of temperature and soil water deficit on the development and morphology of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal of Experimental Botany** 34, no. 11 (1983): 1551-1561. 1983.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. Manual técnico de manejo e conservação de solo e água. Campinas: **CATI**, 1994. v. 2, 168 p.

LOZANO, Mariana Gonçalves. **Amendoim (*Arachis hypogaea* L.): composição centesimal, ácidos graxos, fatores antinutricionais e minerais em cultivares produzidas no Estado de São Paulo**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2016.

LIMA, JULIANA JOICE PEREIRA. **Physiological and molecular studies during acquisition of longevity in soybean (*glycine max (l.) merrill*) seeds**. 2016. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

LINDQUIST, S.; CRAIG, E. The heat-shock proteins. **Annual Reviews Genet.** n. 22, p. 631-677, 1988.. 631-677, 1988.

LEPRINCE O.; BUITINK, J. Desiccation tolerance: from genomics to the field. **Plant Science**, v. 179, p. 554-564, 2010.

LEPRINCE, O. et al. The role of free radicals and radical processing systems in loss of desiccation tolerance in germinating maize (*Zea mays* L.). **New Phytologist** 116: 573-580. 1990.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, v. 2, 168 p. 1994.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 660p., 2015

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 45, Brasília, 13/08/2013.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Pergamon Press, Oxford. 1979.

MEDEIROS, G. A. de et al. Crescimento vegetativo e coeficiente de cultura do feijoeiro relacionados a graus-dia acumulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 35, n. 9. p. 1733-1742, 2000.

MIXON, A.C.; ROGERS, K.M. Peanuts resistant to seed to invasion by *Aspergillus flavus*. **Oleagineux**, Paris, v.28, n.2, p.85-86, 1973.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A. **O amendoim: tecnologia de produção**. Botucatu: Fepaf, 1. Ed. 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999.

NAMBARA, E.; MARION-POLL, A. 2003. ABA action and interactions in seeds. **Trends in Plant Science** p. 213-217. 2003.

NIGAM, S. N.; RAO, M. J. V.; GIBBONS, R. W. Artificial hybridization in groundnut. Índia: **ICRISAT**. v. 29, p.29-35. 1990.

NOGUEIRA, R.J.M.; TÁVORA, F.J.A.F.; Ecofisiologia do amendoim. In: DOS SANTOS, R.C. **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. p.71-122.

OBENDORF, R. L.; ASHWORTH, E. N.; RYTKO, G. T. Influence of Seed Maturation on Germinability in Soybean. **Crop Science**, v. 20, n. 4, p. 483-486, 1980.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: **Agronômica Ceres** 1981. 440p.

ONG, C. K. The influence of temperature and water deficit on the partitioning of dry matter in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal of Experimental Botany**, 35, 746-755. 1984.

PAMMENTER, N. W. et al. Why do stored, hydrated recalcitrant seeds die? **Seed Science Research**, v. 4, n. 2, p. 187-191, 1994.

PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. **Seed Science Research** p. 13-37. 1999.

PATTEE, H. E.; YOUNG, C. T. **Peanut science and technology**. Yoakum: American Peanut Research and Education Society, 1982. 825 p.

PRELA, A.; RIBEIRO, A.M.A. Soma de graus dia para período semeadura-maturação do amendoimzeiro. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.8, n.2, p. 321-324, 2000.

PRIETO-DAPENA, P. et al. Improved resistance to controlled deterioration in transgenic seeds. **Plant Physiology**, v. 142, n. 3, p. 1102-1112, 2006.

POPINIGIS, Flávio. **Fisiologia da semente**. 2. Ed. Brasília: AGIPLAN, 289 p. 1985.

QUEITSCH, C. et al. Heat shock protein 101 plays a crucial role in thermotolerance in *Arabidopsis*. **The Plant Cell**, v. 12, n. 4, p. 479-492, 2000.

PRIETO-DAPENA P. et al. Improved resistance to controlled deterioration in transgenic seeds. **Plant Physiology**, v.142, p.1102-1112, 2006.

PROBERT, R. J., DAWS, M. I.; HAY, F. R. Ecological correlates of ex situ seed longevity: a comparative study on 195 species. **Annals of Botany**, v. 104, n. 1, p. 57–69, 2009.

RAJJOU, L.; DEBEAUJON, I. Seed longevity: Survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. **Comptes Rendus Biologies**, n.331, p.796–805, 2008.

RAMOS, G. A., BARROS, M. A. L. **Sistema de Produção de Amendoim**. Campina Grande– PB: Embrapa Algodão, 2014.

RAO, N. Kameswara; SASTRY, DVSSR; BRAMEL, P. J. Effects of shell and low moisture content on peanut seed longevity. **Peanut science**, v. 29, n. 2, p. 122-125, 2002.

RENATO, NATALIA DOS SANTOS et al . Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de aumento de temperatura para as culturas de milho e feijão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**., São Paulo , v. 28, n. 4, p. 382-388. 2013 .

SANO, N. et al. Staying Alive: Molecular aspects of seed longevity. **Plant Cell Physiology**, v. 57, n. 4, p. 660-674, 2016.

SANTOS, R. C.; GODOY, J. I.; FAVERO, A. P. Melhoramento do amendoim. In: Santos, R.C. (Ed.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande. Embrapa Algodão.2005.

SINNIAH, U.R.; ELLIS, R.H.; JOHN, P. Irrigation and seed quality development in rapid-cycling Brassica: soluble carbohydrates and heat-stable proteins. **Annals of Botany**, v. 82, p. 647–655, 1998.

SHAW, R.H.; LOOMIS, W.E. Basis for the prediction of corn yields. **Plant Physiology**, 25, 225-44. 1950.

SUGLIANI, Matteo et al. Natural modifiers of seed longevity in the Arabidopsis mutants abscisic acid insensitive3-5 (*abi3-5*) and leafy cotyledon1-3 (*lec1-3*). **New Phytologist**, v. 184, n. 4, p. 898-908, 2009.

TUNNACLIFFE, A.; WISE, M.J. The continuing conundrum of the LEA proteins. **Naturwissenschaften** 94, 791–812. 2007

VARA PRASAD, P.V.; CRAUFURD, P.Q; SUMMERFIELD, R.J. Sensitivity of peanut to timing of heat stress during reproductive development. **Crop Science**, v.39, p.1652-1357, 1999.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N. M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 24, n. 1, p. 33- 41, 2002.

VERTUCCI, C.W.; FARRANT, J.M. Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: M.:Dekker, 1995. P. 237-271.

VEIGA, A.D. et al. Desiccation tolerance of soybean seeds. **Ciência Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 773-780, 2007.

VEIGA, A.D. et al. Armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n. 1, p.83-91, 2007.

VERDIER, J. et al. A regulatory network-based approach dissects late maturation processes related to the acquisition of desiccation tolerance and longevity of *Medicago truncatula* seeds. **Plant Physiology**, v. 163, p. 757-774, 2013.

VIEIRA, A.R. et al. Armazenamento de sementes de cafeeiro: ambientes e métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, p.76-82, 2007.

ZAMBETTAKIS, Ch; BOCKELEEE-MORVAN, A. Research on the structure of the groundnut seed coat and its influence on the penetration of *Aspergillus flavus*. **Oleagineux** (France), 1976.

ZANAKIS, G. N.; ELLIST, R. H.; SUMMERFIELD, R. J. A comparison of changes in vigour among three genotypes of soyabean (*Glycine max*) during seed development and maturation in three temperature regimes. **Experimental agriculture**, v. 30, n. 2, p. 157-170, 1994.

ZEPPER, P. O amendoim brasileiro: empresários se organizam, ampliam o consumo no mercado interno e voltam a exportar, ajudados pelo boom da cana. **Revista Dinheiro Rural**, São Paulo, ano 3, edição 019, p. 58-59, mai. 2006.

WALTERS, C. et al. Preservation of recalcitrant seeds. **Science**. v. 339, p. 915-916, 2013.

WALTERS, C.; HILL, L.M.; WHEELER, L.J. Dying while dry: kinetics and mechanisms of deterioration in desiccated organisms. **Integrative and Comparative Biology**, v.45, p. 751–758, 2005.

WANG, W.X.; VINO CUR, B.; ALTMAN, A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. **Planta**. v.218, n.1, p.1-14, 2003

WISE, M. J.; TUNNACLIFFE, A. POPP the question: what do LEA proteins do? **Trends in Plant Science**, v. 9, p. 13-17, 2004.

WRIGHT, F.S.; STEELE, J.L. Potential for direct harvesting of peanuts. **Peanut Science**, Yoakum, v.6, p.37-42, 1979.