

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

QUALIDADE DOS GRÃOS, DO ÓLEO E DE COMPOSTOS BIOATIVOS DO
AMENDOIM EM GRÃOS COM CASCA E SEM CASCA EM TEMPERATURAS
DE ARMAZENAMENTO

Rafael de Freitas Floriano
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Fitotecnia
Área de Concentração: Sistemas de Produção Vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil
Abril de 2022

CIP - Catalogação na Publicação

Floriano, Rafael de Freitas

Qualidade dos grãos, do óleo e de compostos
biocativos do amendoim em grãos com casca e sem casca
em temperaturas de armazenamento / Rafael de Freitas
Floriano. -- 2022.

87 f.

Orientador: Rafael Gomes Dionello.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2022.

1. Amendoim. 2. Armazenagem. 3. Produto. 4.
Alimento. I. Dionello, Rafael Gomes, orient. II.
Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

RAFAEL DE FREITAS FLORIANO
Engenheiro(a) Agrônomo(a) - UFRGS

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de
MESTRE EM FITOTECNIA
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em:(29/04/2022)
Pela Banca Examinadora

CARLA ANDRÉA DELATORRE
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

Dr. RAFAEL GOMES DIONELLO
Orientador - UFRGS

Dr. LAURI LOURENCO RADUNZ
Instituição: UFRGS

Dr. VALMOR ZIEGLER
Instituição: UNISINOS

Dr. CRISTIANO DIETRICH FERREIRA
Instituição: UNISINOS

CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

DEDICO a meus pais, Cleber Tonetto Floriano e Claire Rosangela de Freitas Floriano, a minha esposa Karine Rabaiolli, e a meu filho Enrico Rabaiolli Floriano.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que ultrapassa as barreiras das ciências, à Faculdade de Agronomia, ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

À minha família, filho e esposa, pelo amor e suporte na interminável luta pela realização pessoal e profissional.

Ao professor Rafael Gomes Dionello, pela amizade, acolhida e orientação.

Ao professor Valmor Ziegler, pelo apoio.

Ao professor Lauri L. Radunz, pelos auxílios.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento.

A Unisinos e em especial ao ITT Nutrifor, pela cedência dos laboratórios.

Ao Doutorando Maurício Albertoni Scariot, pelos auxílios.

Ao bolsista de graduação Vinícius Alexsander, pelo apoio nos experimentos.

Ao Engenheiro Agrônomo Guilherme Salis, da cooperativa Coplana-SP, pelo fornecimento dos grãos para realização dos estudos.

QUALIDADE DOS GRÃOS, DO ÓLEO E DE COMPOSTOS BIOATIVOS DO AMENDOIM, EM GRÃOS COM CASCA E SEM CASCA, EM TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO¹

Autor: Rafael de Freitas Floriano

Orientador: Prof. Dr. Rafael Gomes Dionello

RESUMO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é um grão de alto valor agregado, principalmente pela sua composição rica em lipídios insaturados e proteína, o que permite a sua utilização em diversos produtos alimentícios, com excelente composição de óleo, proteínas e vitaminas. A qualidade do produto a ser industrializado é diretamente influenciada pelo armazenamento e processamento, responsáveis pela maioria das alterações químicas, físicas e biológicas desses grãos. Portanto, o trabalho teve como objetivo avaliar efeitos do processamento e da temperatura de armazenamento sobre parâmetros de qualidade dos grãos e do óleo. A armazenagem desses grãos foi em sistema não hermético, em câmara incubadora tipo BOD (determinação de demanda bioquímica de oxigênio), para posterior análise dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Os grãos processados (descascados) e não processados (não descascados), com umidade de 8%, foram armazenados nas temperaturas de 18 e 25±1 °C, foto fase de 12 horas, com monitoramento da umidade relativa do ar. As avaliações foram realizadas no início do armazenamento, tempo zero, aos 60, aos 120 e aos 180 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em parcelas sub-subdivididas, na configuração 4x2x2 (tempo de armazenamento) x (temperaturas de armazenamento) x (com casca e sem casca), com duas repetições para cada tratamento, sem reposição. Foram implantados blocos ao acaso, ou seja, 2 pacotes de 3kg para cada tratamento. As diferentes temperaturas dos grãos e o processamento ao longo do armazenamento provocaram reduções na qualidade dos grãos e do óleo. Assim, concluiu-se que, quanto maior a temperatura de armazenagem, menor foi a umidade de equilíbrio dos grãos de amendoim durante a armazenagem. O perfil colorimétrico dos grãos tendeu ao escurecimento. A incidência do fungo *Aspergillus spp* diminuiu durante os 180 dias de armazenagem. O fungo *Fusarium spp* aumentou em ambos os tratamentos e com crescimento exponencial até os 180 dias de armazenagem. Quando se analisou o óleo, os amendoins armazenados com casca mantiveram níveis de acidez lipídicas ideais por até 180 dias de armazenagem. O beta caroteno e os tocoferóis diminuíram no decorrer do tempo de armazenagem para todos os tratamentos. Ocorreu elevação dos produtos primários (K232) e secundários (K270) da oxidação para os tratamentos, exceto para os grãos sem a casca para os produtos secundários da oxidação.

Palavras-chave: amendoim; armazenagem; produto; alimento.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (87 f.) Abril, 2022.

QUALITY OF PEANUTS GRAINS, OIL AND BIOACTIVE COMPOUNDS IN SHELLED AND UNSHELLED GRAINS AT STORAGE TEMPERATURES¹

Author: Rafael de Freitas Floriano
Advisor: Prof. Rafael Gomes Dionello

ABSTRACT

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is a grain of high added value, mainly due to its composition rich in unsaturated lipids and protein, which allows its use in various food products, with excellent composition of oil, proteins and vitamins. The quality of the product to be industrialized is directly influenced by storage and processing, which are responsible for most of the chemical, physical and biological changes in these grains. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effects of processing and storage temperature on grain and oil quality parameters. These grains were stored in a non-hermetic system, in a BOD-type incubator chamber (biochemical oxygen demand determination), for further analysis of physical, chemical and microbiological parameters. The processed (hulled) and unprocessed (not hulled) grains, with humidity of 8%, were stored at temperatures of 18 and 25±1 °C, 12-hour photophase, with monitoring of relative air humidity. The evaluations were carried out at the beginning of storage, time zero, at 60, 120 and 180 days. The experimental design was completely randomized, in sub-divided plots, in the configuration 4x2x2 (storage time) x (storage temperatures) x (with bark and without bark), with two replications for each treatment, without replacement. Blocks were implanted at random, that is, 2 packages of 3kg for each treatment. Different grain temperatures and processing during storage caused reductions in grain and oil quality. Thus, it was concluded that the higher the storage temperature, the lower the equilibrium moisture content of peanut grains during storage. The colorimetric profile of the grains tended to darken. The incidence of the *Aspergillus* spp fungus decreased during the 180 days of storage. The fungus *Fusarium* spp increased in both treatments and with exponential growth up to 180 days of storage. When analyzed for oil, peanuts stored in their shells maintain optimal lipid acidity levels for up to 180 days of storage. Beta carotene and tocopherols decreased over time of storage for all treatments. There was an increase in primary (K232) and secondary (K270) oxidation products for the treatments, except for grains without husk for secondary oxidation products.

Keywords: peanut; storage; product; food.

¹ Master Dissertation in Plant Science, Faculty of Agronomy, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (87 p.). April, 2022.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Constituição dos grãos	3
2.2 Cultivo do amendoim no Brasil	3
2.3 Característica da planta cultivada	16
2.4 Tratos culturais dos grãos.....	6
2.5 Armazenamento.....	7
2.6 Qualidade de grãos de amendoim	9
2.6.1 Características físicas dos grãos.....	9
2.6.2 Características sanitárias e toxigênicas dos grãos.....	11
2.6.3 Características químicas dos grãos	12
2.6.4 Referências	15
3 ARTIGO 1	23
3.1 Introdução	25
3.2 Material e métodos	26
3.2.1 Semeadura.....	26
3.2.2 Enleiramento e colheita.....	27
3.2.3 Secagem dos grãos	27
3.2.4 Análise de toxinas e envase	27
3.2.5 Transporte	28
3.2.6 Armazenamento.....	28
3.3 Avaliações e análises.....	28
3.4 Análises físicas	28
3.4.1 Umidade	28
3.4.2 Peso hectolítrico.....	29
3.4.3 Perfil colorimétrico	29
3.5 Análise sanitária.....	29

	Página
3.6 Delineamento experimental e análise estatística	30
3.7 Resultados e discussão	30
3.8 Teor de água	31
3.9 Peso hectolitro	33
3.10 Perfil colorimétrico	36
3.11 Análise sanitária.....	39
3.12 Conclusão	47
3.13 Referências.....	47
4 ARTIGO 2	52
4.1 Introdução.....	53
4.2 Material e métodos	55
4.2.1 Semeadura.....	55
4.2.2 Enleiramento e colheita.....	56
4.2.3 Secagem dos grãos	56
4.2.4 Análise de toxinas e envase	56
4.2.5 Transporte	57
4.2.6 Armazenamento.....	57
4.2.7 Avaliações e análises.....	57
4.3 Análises físicas	57
4.3.1 Umidade	57
4.4 Análises químicas	58
4.4.1 Produtos primários (K ₂₃₂) e secundários (K ₂₇₀) de oxidação lipídica.....	58
4.4.2 Índice de acidez lipídica	58
4.4.3 Tocoferóis	58
4.4.4 Carotenóides	59
4.5 Delineamento experimental e análise estatística	59
4.6 Resultados e discussão	60
4.7 Teor de água	60
4.8 Índice de acidez lipídica	63
4.9 Carotenóides	65
4.10 Tocoferol.....	67
4.11 Produtos primários (K ₂₃₂) e secundários (K ₂₇₀) de oxidação lipídica.....	68
4.12 Conclusões	71
4.13 Referências.....	71
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
ARTIGO 1	
1. Análise de variância dos dados estatísticos.....	30
ARTIGO 2	
2. Análise de variância dos dados estatísticos.....	60

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
1. Produção total de amendoim nas regiões do Brasil.	4
ARTIGO 1	
1. Teor de água (%) dos grãos de amendoim durante o armazenamento mantido sob duas temperaturas (TA18 = 18 °C e TA25 = 25 °C).....	31
2. Peso hectolitro (PH) dos grãos de amendoim durante o armazenamento em função de duas temperaturas (18 e 25 °C) de manutenção (a) e do processamento (b)	34
3. Valor de L* (a), a* (b) e b* (c e d), dos grãos de amendoim em função dos tratamentos processamento (SC = sem casca e CC = com casca), duas temperaturas (18 e 25 °C) de manutenção e do tempo de armazenamento por 180 dias	37
4. Incidência de fungos <i>Aspergillus niger</i> (%) nos dois tipos de processamento dos grãos de amendoim (SC = sem casca e CC = com casca), durante o armazenamento	40
5. Incidência do fungo <i>Aspergillus spp</i> (%) para os dois tipos de processamento dos grãos (a) e para as duas temperaturas (b) durante o armazenamento dos grãos de amendoim	42
6. Incidência do fungo <i>Penicillium spp</i> (%) durante 180 dias de armazenamento	44
7. Incidência do fungo <i>Fusarium spp</i> (%) em dois tipos de processamento (SC = sem casca e CC = com casca) (a), e em duas temperaturas (T18= 18 °C e T25= 25 °C) (b), durante o armazenamento dos grãos	45
ARTIGO 2	
1. Teor de água (%) dos grãos de amendoim durante o armazenamento mantido sob duas temperaturas (TA18 = 18 °C e TA25 = 25 °C).....	61
2. Acidez do óleo (mg NaOH.g-1) de grãos de amendoim submetidos a dois tipos de processamento (SC = sem casca; CC = com casca) e armazenados em duas temperaturas (TA18 = 18 °C; TA25 = 25 °C), durante 180 dias	63

3. Beta caroteno (mg de B. 100.g ⁻¹) do óleo extraído dos grãos de amendoim submetidos a dois tipos de processamento (SC = sem casca; CC = com casca) e armazenados em duas temperaturas (TA18 = 18 °C; TA25 = 25 °C), durante 180 dias	65
4 a e b. Tocoferóis gama (γ) e alfa (α) do óleo extraído dos grãos de amendoim submetidos a dois tipos de processamento (SC = sem casca; CC = com casca) e armazenados durante 180 dias	67
5 a e b. Coeficientes de extinção específica (K232 e K270), do óleo extraído de grãos de amendoim submetidos a dois tipos de processamento (SC = sem casca; CC = com casca) e armazenados em duas temperaturas (TA18 = 18 °C; TA25 = 25 °C), durante 180 dias	69

1 INTRODUÇÃO

O grão do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é um alimento rico em lipídios insaturados e proteínas de alto valor, o que permite a sua utilização em diversos produtos alimentícios (Win *et al.*, 2011). A planta do amendoim é originária da América do Sul, em especial de países como Brasil, Paraguai e Argentina. Sua confirmação de origem se dá pela grande quantidade de espécies encontradas nessas regiões, que produzem forragens e grãos. Existiram provavelmente duas rotas de dispersão do amendoim pelo mundo: uma via Portugal, sendo introduzido na África (período da escravidão) e outra via Espanha, quando foi enviado para China e Índia. Nos EUA, só ocorreu a entrada do grão e posterior cultivo com a comercialização dos escravos vindos da África (Fávero e Veiga, 2008). Os maiores produtores mundiais de amendoim são: China (40%), Índia (15%), Nigéria (7%), Estados Unidos (7%). O Brasil fornece 1% da produção mundial, e o Estado de São Paulo é responsável por 94% (543 mil/t) da produção nacional, somando 145,4 mil/ha cultivados. O RS rende apenas 2,0 %, da produção nacional (CONAB, 2020 e USDA, 2017).

A cultura do amendoim e sua industrialização têm um papel muito importante na economia mundial. Seu consumo faz parte da cadeia alimentar de muitos países. Seus derivados, presentes em diversos produtos, têm fundamental importância na sociedade de consumo e emprego. O agronegócio da cadeia do amendoim tem crescido muito em países como EUA, China e Índia. No caso da China, sua contribuição para o comércio internacional é enorme, com um expressivo volume de exportação do grão e seus derivados. Na parte social, o amendoim e seus derivados tornam-se alimentos imprescindíveis na dieta alimentar de populações carentes e de baixo poder econômico como a África,

onde a conjuntura nutricional da população é extremamente deficitária (Sabes e Alves, 2007).

Atualmente no Brasil o grão do amendoim apresenta importante papel no mercado alimentício em função do uso na produção de óleos, pastas, suplementos alimentares, e até mesmo, como matéria prima para outros produtos nas agroindústrias, tornando-se uma das oleaginosas com crescimento em produção e produtividade (Costa *et al.*, 2017).

Em relação aos grãos do amendoim, poucos trabalhos relacionados ao armazenamento têm sido desenvolvidos, necessitando de mais estudos que mostrem a influência da temperatura, teor de água dos grãos e do tempo de armazenamento, sobre as propriedades físico-químicas e microbiológicas desses grãos. A distância do centro de produção, que está centralizada no estado de São Paulo, dificulta a logística do sistema de transporte e armazenamento dos grãos de amendoim, tornando isso importante para atender às necessidades das agroindústrias familiares do Estado do Rio Grande do Sul e da logística atual dos meios de transportes, onde os grãos do amendoim ficam armazenados em locais impróprios, até chegar no destino final. Por isso, nesse trabalho foram avaliados a qualidade dos grãos, do óleo e de compostos bioativos do amendoim em grãos com casca e sem casca, em temperaturas de armazenamento, por período de até 180 dias.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Constituição dos grãos

É um grão que possui elevados percentuais de óleo, vitaminas e proteínas, sendo fonte de energia e de aminoácidos. Algumas variedades contêm cerca de 49% de óleo em peso (granoleico), sendo desse percentual, 14% de ácidos graxos saturados e 76% de ácidos graxos insaturados, que são divididos em: 51% de ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs), principalmente ácido oleico, e 33% são ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs), ácido linoleico (Floriano *et al.*, 2020). Além do óleo, apresenta 16% de carboidratos, 2,5% de fibras, 2,5% de cinzas e 28% de proteínas (Puzzi, 1986). Por ter essa estrutura química com elevado percentual de óleo, possui menor facilidade de formar pontes de hidrogênios, com isso acarretando maior liberação de ácidos graxos, pela facilidade de hidrolisar e por ser um éster em que a água é menos absorvida em sua constituição. Assim, promove uma maior rancificação do óleo, formando produtos primários e secundários da oxidação lipídica (ésteres e aldeídos), e perdendo mais água, por ter menor afinidade com o óleo, em função da sua baixa polaridade (Elias *et al.*, 2017).

2.2 Cultivo do amendoim no Brasil

No Brasil a planta do amendoim é cultivada em dois períodos que estão relacionados à época de semeadura. No primeiro, que é chamado safra das águas, a semeadura é realizada em novembro (época de maior precipitação) nas regiões do Sudeste, em especial, no estado de São Paulo. No segundo período, chamado safra das secas, a semeadura é iniciada em março, principalmente nas regiões do Nordeste brasileiro. Na região Paulista o cultivo do amendoinzeiro se

estabelece na entressafra da cultura da cana de açúcar, aportando maior produtividade para a cultura de gramínea, em função do maior aporte de nitrogênio ao solo. Já no Nordeste e demais regiões, como o Rio Grande do Sul, o cultivo dessa planta é realizado na rotação com cultivos de milho e/ou culturas de inverno.

O cultivo do amendoim no estado de São Paulo, e principalmente no Oeste paulista, na região da Alta Mogiana, é mais tecnicificado, quando comparado aos cultivos do Nordeste, cuja produção é feita por agricultores familiares para a subsistência, sem assistência técnica e sem seguir as recomendações agronômicas de cultivo, como o uso de sementes selecionadas (CONAB, 2020).

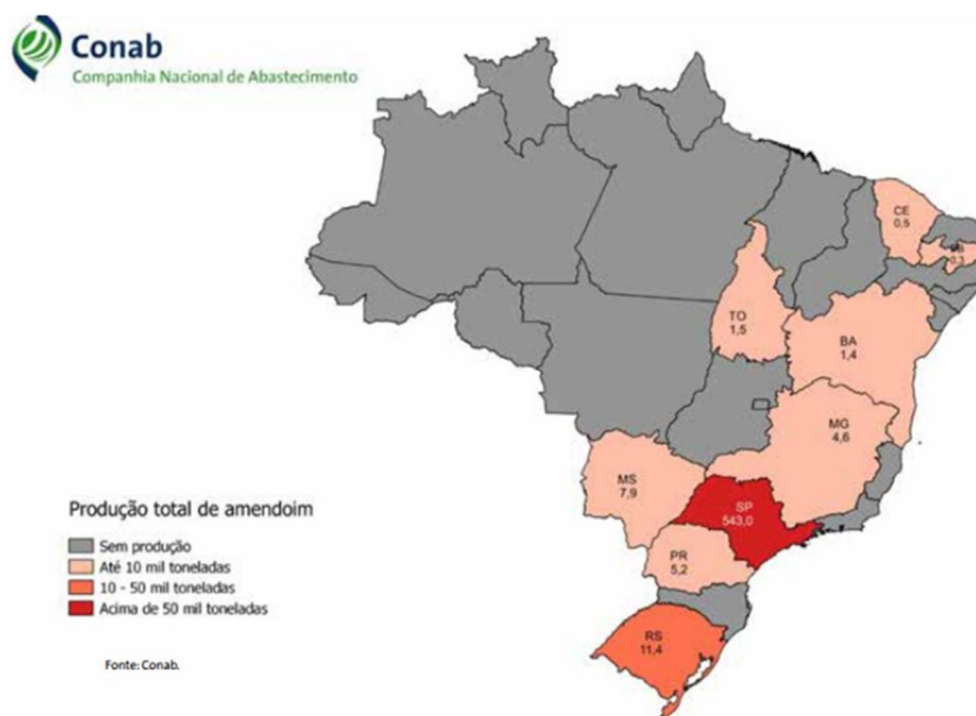


FIGURA 1. Produção total de amendoim nas regiões do Brasil.

Fonte: CONAB (2020, p. 31).

2.3 Característica da planta cultivada

O gênero *Arachis* inclui mais de 80 espécies selvagens, as quais são consideradas parentes mais próximos do amendoim. Elas estão presentes ainda hoje em estado nativo numa ampla zona da América do Sul, que vai dos Andes até os campos dos Pampas da América do Sul. Algumas dessas espécies (*Arachis stenosperma* e *Arachis villosulicarpa*) foram ou são ainda cultivadas por diferentes povos indígenas locais (Freitas *et al.*, 2003).

O amendoim tem como característica ser uma planta herbácea, de pequeno porte, só as suas flores amareladas podem chamar a atenção de quem o observa a campo, sobretudo porque a floração perdura bastante ao longo do cultivo. O que faz desta planta um caso especial é seu tipo de frutificação, designado por geocarpia. As flores são férteis, hermafroditas (em cada flor há órgãos masculinos e femininos), autógamas (a polinização pode ocorrer entre flores da mesma planta) e com baixa porcentagem de cruzamentos naturais (menos de 1%). Após a fecundação, ocorre o crescimento de uma estrutura designada por ginóforo, que leva a que o fruto não se desenvolva na parte aérea da planta, mas sim debaixo da terra, indo até uma profundidade de 10 cm. Assim surge um fruto subterrâneo a partir de uma flor aérea (Nascimento, 2021).

Na verdade, menos de 15% das flores se transformam em fruto, as mais próximas ao solo. As últimas flores desenvolvem-se na parte superior da planta e na maior parte dos casos não chegam frutificar. Uma técnica usada é a amontoa que se costuma fazer nesta cultura, deitando terra sobre a base da planta, ajudando, assim, o enterramento do ovário da flor fecundada e o aumento da frutificação. As plantas de amendoim podem ser de crescimento ereto ou prostrado. Algumas cultivares têm 4 bagos por vagem, enquanto outras não têm mais de dois bagos (Krapovickas e Gregory, 1994).

Os principais grupos morfológicos do amendoim são a Virgínia, Valência e a Spanish. O grupo Virgínia possui uma arquitetura de planta de porte prostrada e bastante ramificada, ramos longos e pendentes. O florescimento não ocorre na haste principal, com ramos e gemas floríferos e alternados aos pares. Possui frutos e sementes grandes, medindo de dois a cinco centímetros, com duas a três sementes por vagem. O ciclo é tardio, de 120 a 140 dias. Devido ao grande número de ramos e flores, a planta é considerada altamente produtiva.

Possui uma característica de dormência nas sementes, e as principais cultivares são as do IAC503, OL3, Runner IAC 886. Os grupos Valência e Spanish são semelhantes vegetativamente, ocorre florescimento em todos os ramos e de forma aleatória, e na haste principal. A sua frutificação se concentra na base da planta. A diferença entre as duas é que a Valência possui frutos longos, podendo conter até seis sementes por vagem. As principais cultivares são a Tatu vermelho e a IAC Tupã. A Spanish possui frutos menores e com duas sementes por vagem. As cultivares conhecidas são a IAC 22 e BRS Havana. Ambas possuem ciclo curto, de 95 a 110 dias, e com a característica de ausência de dormência (Conagin, 1955 e Godoy *et al.*, 2018).

2.4 Tratos culturais dos grãos

O período de colheita é uma das fases de maior importância no cultivo do amendoim, pois é um período de difícil controle para o produtor, por diversos fatores, como climáticos (precipitações, umidade relativa e temperatura) e fisiológicos de cada cultivar, principalmente por dificuldade de visualização dos frutos para saber o momento da colheita.

Uma técnica empregada para avaliar o ponto de colheita é a coloração mais escura da vagem, que é um bom indicativo da maturidade. As vagens podem ser colhidas próximo ao final de cada ciclo (curto/longo) do cultivo do amendoim. O teor de água das vagens nesse período fica em torno de 45%, período esse anterior ao arranquio, seguido do enleiramento e posterior cura a campo, que é a secagem das vagens após a inversão da planta e a exposição ao sol por até dois dias. Após colhidos, os frutos sofrem despencamento nas próprias colhedoras a campo (Jannat *et al.*, 2022).

Os frutos são transportados das áreas de cultivo para as empresas beneficiadoras, onde as vagens são pesadas e retiradas amostras para envio aos laboratórios, vinculados às unidades armazenadoras, para posterior análise de qualidade, através de testes rápidos, usando o método de Elisa. Ainda a campo são avaliados os teores de umidade (que devem estar em torno de 19%) e secos a umidades de equilíbrio na faixa de 10% a 8%, em secadores estacionários, na forma de carretões, usando ar aquecido (32°C) com gás GLP.

Após as etapas supracitadas, os frutos são destinados à limpeza prévia, eliminando as impurezas vindas do campo, usando sistema vibratório com peneiras de vários calibres (Cedeao, 2016).

O processo da descasque dos grãos se faz em local próprio e isolado dos locais de carga e descarga, para evitar contaminação cruzada e seguindo normativas da ANVISA, que é o órgão que regula a sanidade desse alimento, juntamente com normas do MAPA (Brasil, 2016).

Os grãos de amendoim sem a vagem são colocados em um forno industrial para a secagem complementar (temperaturas na faixa de 95°C a 107°C), em que o teor de água do grão atinge percentuais próximos a 6%, passando em seguida pelo processo chamado de blanchamento, retirada da película (Sobolev e Cole, 2004). Essa prática somente ocorre em agroindústrias e não em agricultores familiares, que retiram a casca quando somente para o momento do consumo. No armazenamento dos grãos sem a vagem, a temperatura de 13 °C e umidade relativa entre 50-70% tende ajudar na conservação (Wilhelm, Suther e Brusewitz, 2004; Butts *et al.*, 2017), garantindo maior estabilidade no armazenamento, reduzindo a proliferação de fungos e bactérias e mantendo a qualidade nutricional. Após, os grãos são embalados em sacos de 50 kg e armazenados por até 6 meses, em condições de temperatura e umidade relativa do ar muitas vezes impróprias até seu destino final, que é o processamento para a produção de diversos alimentos (Assis, 2014).

2.5 Armazenamento

No período de armazenagem dos grãos, em especial das oleaginosas, os principais fatores que interferem na qualidade são a temperatura, a umidade relativa do ar e o teor de água dos produtos (grãos-sementes). Esses fatores, associados à grande quantidade de óleo que os grãos de amendoim contêm, facilitam o início de uma série de reações fisiológicas, bioquímicas e metabólicas, pelas quais reservas armazenadas no tecido de sustentação são desdobradas, ressintetizadas e muitas vezes transportadas, via eixo embrionário (Santos, Menezes e Villela, 2004; Pérez-Garcia e González-Benito, 2006; Aguiar *et al.*, 2012).

O tempo de armazenamento influencia diretamente a qualidade (física, química e fisiológica) dos grãos de amendoim para o armazenamento, como amendoins armazenados por períodos mais longos, de 120 a 290 dias. Entretanto, nas condições de acondicionamento adotadas, as embalagens não herméticas permitiram a troca facilitada de vapor d'água (%UR) e temperatura do produto com o ambiente, durante o tempo de armazenagem, permitindo os processos oxidativos nos grãos (Sá *et al.*, 2021). Em grãos de canola, semelhantes aos do amendoim, quando se observa o fator temperaturas, nas faixas de 17 e 27°C, e o teor de água de 12 e 14%, durante 180 dias de armazenamento, constata-se que isso resulta em maiores reduções nos parâmetros de qualidade física e microbiológicas, como perda de peso e aumento da incidência de grãos fungados (Nunes *et al.*, 2021).

A qualidade dos grãos de amendoim na armazenagem está relacionada diretamente aos altos níveis de ácidos graxos insaturados. Isso os torna mais suscetíveis à oxidação lipídica, o que pode levar a uma importante perda de qualidade, formação de metabólitos primários e secundários da oxidação, muitas vezes tóxicos para animais e humanos (Davis *et al.*, 2016). O amendoim armazenado sem a casca fica suscetível e pode ser impactado por fatores externos, como: tipo de embalagem, temperatura, disponibilidade de oxigênio, exposição à luminosidade e à umidade relativa do ar. O controle da temperatura, do teor de água dos grãos e o tipo de material em que esses grãos são armazenados são fundamentais para manter e preservar a estabilidade nutricional e oxidativa dos grãos de amendoim (Calhoun, 2013).

Um estudo sobre a armazenagem em embalagens herméticas sob vácuo e não herméticas, nas temperaturas de 25 e 10 °C, em um tempo de dois anos, mostrou que a temperatura desencadeia a liberação de ácidos graxos livres. Isso demonstra que a temperatura tem maior influência na decomposição lipídica do que qualquer forma de embalagens. Analisando a armazenagem a 25 °C, pelo período prolongado (2 anos), em embalagens herméticas e não herméticas, foi constatado que o conteúdo lipídico se decompôs onde ocorre maior troca de gases com o ambiente externo, ou seja, nas embalagens não herméticas (Martín *et al.*, 2018).

Outro aspecto muito relevante é a formação de fungos filamentosos nos grãos armazenados, causando aquecimento e formação de aglomerados de grãos, com formação de pontos de aquecimento. Também, reduz a matéria seca, como peso de mil grãos, afetando os fatores de germinação nas sementes e conseqüentemente uma diminuição do valor nutricional dos grãos. Além disso, pode ocorrer formação de micotoxinas quando da presença de fungos como *Aspergillus* spp, *Fusarium* spp, *Penicillium* spp, que produzem como metabólitos secundários as aflatoxinas (Mills, 1989; Park *et al.*, 2005). Nestes locais muitas vezes não são cumpridas as normas (Brasil, 2016) estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Essa Instrução Normativa estabelece certificação, como validade do produto, sendo para grãos na vagem, de 90 dias e para os grãos descascados, de 60 dias (Brasil, 2016).

2.6 Qualidade de grãos de amendoim

2.6.1 Características físicas dos grãos

O teor de água dos grãos está diretamente relacionado à atividade de água de cada grão. Quanto maior o teor de água dos grãos, maior é a pressão de vapor exercida, que está diretamente relacionada à umidade relativa do ar ambiente. Nessa proporção de perder água para o meio e ganhar água, os grãos tendem a entrar em equilíbrio higroscópico. Por essa razão, na armazenagem, a temperatura, o teor de água dos grãos, a umidade relativa do ar e a própria constituição química são fatores muito relevantes para manter a qualidade dos grãos durante a armazenagem (Elias *et al.*, 2017).

O teor de água influencia significativamente nas propriedades físicas dos grãos de amendoim, como densidade, peso e geometria. Grãos de amendoim armazenados com teor de água elevado podem sofrer alterações em suas propriedades físicas, como no peso de mil grãos e na massa específica ou densidade (Araújo *et al.*, 2015). Por essa razão, grãos com elevados percentuais de óleo tendem a entrar em equilíbrio com o ambiente em percentuais menores, na faixa de 10 a 11%, em função da apolaridade do óleo com a água. Isso ocorre devido ao caráter hidrófobo do óleo (Elias *et al.*, 2017).

Quando se analisa a condutividade elétrica (CE) em grãos de amendoim que passaram por problemas no processo de cura a campo, com oscilação na temperatura de secagem e armazenados com diferentes teores de água, os resultados mostram grandes alterações de líquidos em solução de embebição (Barbosa *et al.*, 2014).

Outro fator físico está relacionado à coloração, que se altera ao longo do tempo de armazenagem. Muitas dessas alterações físico-químicas são decorrentes dos processos de deterioração dos grãos, que estão relacionados aos elevados teores de água dos grãos de amendoim e à temperatura alta de armazenamento. As alterações de cores são identificadas através do perfil colorimétrico, avaliado em colorímetro de cores num sistema tridimensional, avaliando a cor em três eixos: o L* avalia a amostra do preto ao branco; o eixo a*, da cor verde ao vermelho, no caso relacionando à película do amendoim de tons vermelho; e o eixo b*, da cor azul ao amarelo. A cor da película dos grãos de amendoim se altera quando os grãos passam por processos físico-químicos e, durante a armazenagem, se tornam mais escuros. O amendoim que tem a película vermelha tende a valores mais próximos do a* positivo no gráfico das cores, no início do armazenamento, e no decorrer, afasta-se da cor vermelha, mostrando assim uma tendência da alteração da cor da película, com alteração dos pigmentos desde o início do processo (Laureth, 2019).

Outros fatores podem ter interferência nas propriedades físicas dos grãos de amendoim, como o fator genético de cada espécie vegetal, que está relacionado diretamente às dimensões dos grãos e a sua massa específica. O ambiente do plantio e os tratamentos agrônômicos poderão influenciar nos fatores físicos, entre eles: época de semeadura, horas de frio e de luz, temperatura, espaçamento entre plantas, deficiências hídricas, de adubação, época da colheita, fatores de pós-colheita como secagem e armazenagem (Silveira *et al.*, 2019). Uma característica agrônômica muito importante na cultura do amendoim é a época de semeadura. Esse fator influencia mais que a densidade de plantas e/ou o espaçamento utilizado. A época ideal do plantio, que está relacionada ao tipo de cultivar, local, horas de luz e frio, tem relação direta com a qualidade física dos grãos, como tamanho de grãos e vagens, peso, volume e massa.

Amendoins semeados em outubro desenvolvem plantas 30 % mais produtivas e com maior qualidade de grãos (Peixoto *et al.*, 2008).

2.6.2 Características sanitárias e toxigênicas dos grãos

Os grãos de uma maneira geral são fortemente depreciados pela ação dos fungos. São vários os fungos que parasitam e hospedam os grãos do amendoim. O solo é o principal local de reserva dos principais fungos, como do gênero *Aspergillus spp.* Por essa razão, o manejo da cultura a campo e o monitoramento das boas práticas agrícolas e o pós-colheita do amendoim são de extrema importância para a boa sanidade desses grãos. Esses fungos podem gerar metabólitos secundários que são as toxinas, como as aflatoxinas produzidas pelos fungos do gênero *Aspergillus* (Zorzete *et al.*, 2011).

Estudos de Miller (1995) identificaram, principalmente, três tipos de fungos micotoxigênicos que poderão se desenvolver em grãos armazenados, conforme suas necessidades de umidade e temperatura: fungos fitopatogênicos higrofilicos, (umidades mais elevadas), como *Fusarium ssp.* Os fungos saprofiticos e termofílicos (ambientes com matéria orgânica e calor), algumas espécies de *Aspergillus* e os xerofílicos (locais muito secos), são fungos que em baixa atividade de água conseguem se estabelecer, onde algumas espécies de *Penicillium* e *Aspergillus* foram identificadas.

Diversas espécies de fungos podem ser potencialmente toxigênicos, quando produzem toxinas, que são classificadas como fungos de campo e/ou de armazenamento. No campo as temperaturas mais favoráveis para infecção dos fungos do gênero *Aspergillus*, ficam na faixa entre 28 e 34 °C. Já na armazenagem esse mesmo fungo ocorre com maior frequência entre as temperaturas de 15 e 37 °C, sendo o ideal de temperatura e atividade de água, 30 °C e maior que 0,65 respectivamente. Os fungos do gênero *Aspergillus*, como *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* são capazes de produzir micotoxinas, como as aflatoxinas B1, B2, G1 e G2. Essas toxinas são consideradas carcinogênicas, teratogênicas e mutagênicas (Sahab *et al.*, 2013).

Outro gênero de grande importância é *Penicillium ssp.*, na maioria são fungos saprofitos, adaptados a diversas condições físico-químicas, e são

organismos pouco exigentes nutricionalmente. Os teores de água na faixa de 13% a 18%, facilitam seu maior desenvolvimento. Os fungos do gênero *Penicillium* possuem condições ideais para produção da micotoxina, como as ocratoxinas, em temperatura entre 20 e 30°C, atividade de água até 0,8 e pH ótimo entre 6,0 e 7,0 (Lima, 2015; Bretas, 2018).

O gênero de fungo bastante disseminado e que se desenvolve com frequência em grãos a campo, são os *Fusarium* spp. São facilmente adaptados em temperatura na faixa de 25 e 35°C. Estes fungos invadem a campo os grãos durante o amadurecimento, com destaque para amendoim e o milho (Bretas, 2018; Prestes *et al.*, 2019). Esses fungos podem produzir as fusariotoxinas: que são as micotoxinas representadas particularmente pela fumonisina, zearalenona e tricotecenos, no período anterior à colheita dos grãos. Todavia, em ambiente de pós-colheita, também são registrados casos em que há elevada umidade dos grãos, no seu armazenamento (Bretas, 2018).

As toxinas têm um efeito negativo sobre a saúde humana, bem como uma perda econômica no valor do produto. Podem causar efeitos cancerígenos, mutagênicos e estrogênicos em humanos (Farahmandfar e Tirgarian, 2020). Dessa forma o monitoramento dos danos e riscos nos grãos relacionado aos fungos, é de extrema importância para a qualidade desse alimento. Locais adequados de armazenamento, monitoramento da umidade, temperatura e testes rápidos de detecção de toxinas, triagens para avaliações de possíveis lotes contaminados por toxinas, são boas práticas na armazenagem desses grãos (Fleurat-Lessard, 2017).

2.6.3 Características químicas dos grãos

Os óleos vegetais são produtos formados por uma molécula de glicerol, que se liga a três moléculas de ácidos graxos para formar os triglicerídeos, cujos ácidos graxos contêm cadeias de 8 a 24 átomos de carbono com diferentes graus de insaturação, e que são afetados por processos oxidativos na armazenagem dos grãos das oleaginosas. Essas derivações na composição química do óleo vegetal são expressas por variações na relação

molar, entre os distintos ácidos graxos presentes na estrutura (Plank e Lorbeer, 1994; Costa Neto e Rossi, 2000).

Durante a deterioração dos óleos vegetais, inclusive do amendoim, é sabido que ocorre a formação de peróxidos e hidroperóxidos, os quais são instáveis e por isso tendem a se decompor e a formar produtos de oxidação, como os elementos conjugados de dienos, em primeira fase. Enquanto produtos de oxidação secundária, como cetonas, aldeídos e álcoois, são formados pela decomposição dos hidroperóxidos nessa fase final da degradação, ocasionando assim, sabor e cheiro desagradáveis aos óleos dos grãos de amendoim. Essa suposta degradação da cadeia lipídica acontece através do ranço-hidrolítico, aumentando o índice de ácidos graxos livres e, conseqüentemente, a acidez, pela ação das enzimas lipases e fosfolipases presentes nos próprios grãos do amendoim ou produzidas pela microflora associada, que também contribui para o rompimento das ligações éster dos triglicerídeos e da oxidação de cadeias carbônicas dos ácidos graxos insaturados (Clodoveo *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 2012).

A maior composição de ácidos graxos do amendoim é denominada de ácidos graxos insaturados (80%), como o ácido oleico (41%) e o ácido linoleico (37%). As mudanças nos diferentes ácidos graxos variam em função do aumento da temperatura. O teor de ácido oleico (18:1) aumenta constantemente com o aumento da temperatura e tempo de armazenamento. Enquanto isso, os conteúdos de ácido linoleico (18:2) e ácido linolênico (18:3), diminuem. Além disso, o armazenamento por 320 dias leva a mudanças estruturais das moléculas no teor total de ácidos graxos insaturados. Esses resultados sugerem que temperatura e tempo de armazenamento afetaram a composição de ácidos graxos do óleo do amendoim, possivelmente por causa da oxidação de triglicerídeos e dos ácidos graxos (Liu, Liu e Chen, 2019).

Os lipídios se degradam de duas formas de rancidez: a hidrolítica e a oxidativa. A forma hidrolítica ocorre através da ação enzimática da lipase, lipogenases e/ou agentes químicos (ácidos e bases), ocorrendo devido à hidrólise (rompimento) da ligação éster na presença de umidade, liberando os ácidos graxos livres do esqueleto de glicerol e aumentando a acidez lipídica. A rancidez oxidativa é causada pela auto-oxidação (redução e oxidação) dos

triglicerídeos, com ácidos graxos insaturados por oxigênio, mudando, dessa forma, o perfil de ácidos graxos, quebrando as insaturações e passando de ácido graxo insaturado para saturado. Os ácidos graxos oxidados podem formar aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois e hidrocarbonetos, identificando o fenômeno da rancidez, que representa importante causa de rejeição dos óleos vegetais (Damodaran *et al.*, 2010).

Estudo semelhante, porém, com outros grãos de oleaginosas, indica que o comportamento de grãos armazenados em temperaturas mais elevadas afeta diretamente a qualidade, no que se refere à decomposição mais acelerada dos perfis lipídicos, com relevância à liberação de ácidos graxos livres e posterior formação de produtos secundários da oxidação (Ajith *et al.*, 2015; Taha *et al.*, 2019).

A oxidação dos lipídios leva os grãos armazenados ao desenvolvimento de sabor e cor indesejáveis. Essa oxidação primeiramente leva à formação de hidroperóxidos, que se formam em produtos secundários, como cetonas e aldeídos (Nepote *et al.*, 2006).

Quando se fala em substâncias que atuam diretamente no processo de impedimento da oxidação lipídica, em grãos das oleaginosas, não podemos esquecer dos tocoferóis, que são conhecidos como vitamina E. Os tocoferóis (α - γ e β - δ) são denominados de metabólitos lipossolúveis naturais capazes de atuar como antioxidantes por interromper a etapa de iniciação ou propagação das reações de oxidação dos lipídeos, devido à formação de complexos e inativação dos radicais livres, melhorando assim a estabilidade oxidativa dos óleos comestíveis (Bhatti *et al.*, 2010).

Estudos realizados com o armazenamento de amendoim cru e sem casca, em ambiente hermético e não hermético, em temperaturas de 10 e 25 °C, apresentaram como resultados uma diminuição significativa no teor de tocoferóis no decorrer de 180 dias. Também, observou-se que os α -tocoferol são os mais estáveis, quanto ao tempo e temperatura de armazenamento em várias condições, como em temperaturas de 25 °C. Os resultados também mostraram que o α -tocoferol tem um papel importante em dificultar os processos de peroxidação lipídica autocatalítica. Em armazenagem mais longa (dois anos), em temperatura controlada de 25 °C (amendoim cru e sem casca), em sacarias

herméticas e com vácuo, os tocoferóis se mantiveram com índices muito pequenos de deterioração (Martín *et al.*, 2018).

Fatores como exposição do óleo dos grãos de amendoim a condições de altas temperaturas e associado a teores de tocoferóis, estão diretamente ligados à estabilidade desse óleo, em função da capacidade de eliminar radicais livres (Schneider, 2005). Por essa razão, é fundamental a preservação dos tocoferóis no grão do amendoim cru e sem casca, porque é fonte de antioxidante natural.

Outro antioxidante de relevância são os carotenóides, que são pigmentos que dão a coloração aos vegetais nos tons vermelho amarelado e, também, alguns são responsáveis por determinados aromas vegetais. Essas substâncias possuem características apolares, são hidrofóbicos (Rodriguez-Amaya, 2001), e por isso, são encontrados quase que na totalidade no óleo vegetal. As funções dos carotenoides nos vegetais, em especial na fotossíntese, são: pigmento para absorção de luz e fotoprotetores contra danos oxidativos. No decorrer da secagem e armazenagem dos vegetais (grãos), começa a surgir a coloração amarelada-avermelhada, subsequente à degradação de clorofila. Essa coloração indica a presença dos efeitos das enzimas degradadoras de carotenoides, onde dois tipos de enzimas são responsáveis pela oxigenação e degradação dos carotenoides: lipoxigenases e peroxidases (Weeks, 1986).

2.6.4 Referências

AGUIAR, R. W. S. *et al.* Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e micoflora associada. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 554-560, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000300019>. Acesso em: 19 mar. 2021.

AJITH, S. *et al.* Effect of storage temperatures and humidity on proximate composition, peroxide value and iodine value of raw cashew nuts. **Journal of Food Science and Technology**, New Delhi, v. 52, n. 7, p. 4631-4636, 2015. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4486559/pdf/13197_2014_Article_1476.pdf. Acesso em: 19 mar. 2021.

ARAÚJO, W. D. *et al.* Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 279–286, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000300006>. Acesso em: 5 abr. 2021.

- ASSIS, L. **Alimentos seguros**: ferramentas para gestão e controle da produção e distribuição. 2. ed. Brasília, DF: SENAC, 2014.
- BARBOSA, R. M. *et al.* Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim durante o processo de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 12, p. 977-985, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014001200008>. Acesso em: 5 maio 2021.
- BHATTI, I. A. *et al.* Quality index of oils extracted from γ -irradiated peanuts (*Arachis hypogaea* L.) of the golden and bari varieties. **Applied Radiation and Isotopes**, Oxford, v. 68, n. 12, p. 2197-2201, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2010.05.017>. Acesso em: 19 mar. 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 32, de 24 de agosto de 2016. **Diário Oficial da União: Seção 1**, Brasília, DF, 25 ago. 2016. Disponível em: <https://alimentusconsultoria.com.br/instrucao-normativa-no-32-2016-mapa/>. Acesso em: 10 maio 2021.
- BRETAS, A. A. Inclusión of mycotoxin adsorbents for piglets. **CES Medicina Veterinaria y Zootecnia**, Medellín, v. 13, n. 1, p. 80-95, abr. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21615/cesmvz.13.1.6>. Acesso em: 8 maio 2021.
- BUTTS, C. L. *et al.* Alternative storage environments for shelled peanuts. **Peanut Science**, Tifton v. 44, n. 2, p. 111-119, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3146/PS17-2.1>. Acesso em: 28 set. 2021.
- CALHOUN, S. Improving the quality and safety of peanuts. *In*: HARRIS, L. J. (ed.). **Improving the safety and quality of nuts**. Cambridge: Woodhead, 2013. cap. 14, p. 330-349. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857092663500145>. Acesso em: 28 set. 2021.
- CEDEAO - COMUNIDADE ECONÓMICA DOS ESTADOS DA ÁFRICA OCIDENTAL. **ECOSTAND 031**: 2016: código de boas práticas para a prevenção da contaminação de aflatoxina em amendoim. [Lagos]: CEDEAO, 2016. Disponível em: https://www.unodc.org/documents/westandcentralafrica//UNODC_Programa_regional_para_a_Africa_Ocidental_2016-2020.pdf. Acesso em: 16 jun. 2021.
- CLODOVEO, M. L. *et al.* Effect of different temperatures and storage atmospheres on Coratina olive oil quality. **Food Chemistry**, London, v. 102, n. 3, p. 571-576, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.035>. Acesso em: 8 ago. 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra 2019/20: quarto levantamento. **Acompanhamento da safra Brasileira: Grãos**, Brasília, DF, v. 7, n. 4, p. 1-106, jan. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=30>. Acesso em: 3 ago. 2021.

CONAGIN, C. H. T. M. Morfologia da flor e formação do fruto no amendoim cultivado (*Arachis hypogaea*, L.). **Bragantia**, Campinas, v. 14, n. 24, p. 259-266, 1955. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/JzfbR3chvQNPmjGNCsWbtYg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 jun. 2021.

COSTA, T. B. *et al.* Response to fertilization of two peanut cultivars in two sowing systems. **Agrarian Academy**, Goiânia, v. 4, n. 8, p. 240-248, 2017. Disponível em: https://meridian.allenpress.com/peanut-science/article-pdf/44/2/111/2380824/ps17-2_1.pdf. Acesso em: 27 set. 2021.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 531-537, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000400017>. Acesso em: 10 out. 2021.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAVIS, J. P. *et al.* Peanut oil stability and physical properties across a range of industrially relevant oleic acid/linoleic acid ratios. **Peanut Science**, Tifton, v. 43, n. 1, p. 1-11, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3146/PS14-17.1>. Acesso em: 28 set. 2021.

ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N. L. **Tecnologias de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos**. Pelotas: Ed. Universidade Federal de Pelotas, 2017. Disponível em: <http://labgraos.com.br/manager/uploads/arquivo/material---prova-1.pdf>. Acesso em: 21 maio 2021.

FARAHMANDFAR, R.; TIRGARIAN, B. Degradation of aflatoxins and tocopherols in peanut (*Arachis hypogaea*): effect of aflatoxin type, time and temperature of roasting. **Drying Technology**, New York, v. 38, n. 16, p. 2182-2189, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1687513>. Acesso em: 5 maio 2021.

FÁVERO, A. P.; VEIGA, R. F. A. Amendoim: domesticação pelos indígenas. *In*: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. (org.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 121-148. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/122244>. Acesso em: 16 jun. 2021.

FLEURAT-LESSARD, F. Integrated risk management of stored grain spoilage by seed-borne fungus and mycotoxin contamination from storage fungus: an update. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 71, p. 22-40. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022474X16300911>. Acesso em: 16 jun. 2021.

FLORIANO, R. *et al.* Tecnologia e industrialização de grãos de canola, girassol, linhaça, algodão, amendoim, sorgo, milho pipoca, lentilha e ervilha: tecnologia e industrialização de grãos de amendoim. *In*: FERREIRA, Cristiano Dietrich; OLIVEIRA, Mauricio de; ZIEGLER, Valmor (org.). **Tecnologia industrial de grãos e derivados**. Curitiba: CRV, 2020. v. 1, cap. 9, p. 225-277.

FREITAS, F. O.; PEÑALOZA, A. P.; VALLS, J. F. M. **O amendoim contador de história**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CENARGEN/24701/1/doc107.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

GODOY, I. J. *et al.* Cultivares de amendoim alto oleicos: uma inovação para o mercado produtor e consumidor brasileiros. **O Agrônomo**, Campinas, v. 70, 8 abr. 2018. Disponível em: <http://oagronomico.iac.sp.gov.br/?p=1148>. Acesso em: 5 maio 2021.

JANNAT, S. *et al.* Genetic improvement of peanut (*Arachis hypogea* L.) genotypes by developing short duration hybrids. **Saudi Journal of Biological Sciences**, Riyadh, v. 29, n. 4, p. 3033-3039, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.01.032>. Acesso em: 16 mar. 2022.

KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, W. C. Taxonomía del género *Arachis*. **Bonplandia**, Corrientes, v. 8, n. 1/4, p. 1-186, 1994. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.30972/bon.81-43559>. Acesso em: 25 maio 2021.

LAURETH, J. C. U. **Ozonização em grãos de amendoim com vagem e sem vagem e qualidade após armazenamento**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4743/5/Jessica_Cristina_Urbanski_Laureth_2019.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

LIMA, D. P. **Avaliação do uso do sistema de código de barras de DNA para identificação de fungos potencialmente micotoxigênicos isolados de milho e derivados**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde Concentração Biologia Celular e Molecular) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Centro de Pesquisa René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/23661/Daniela?sequence=2>. Acesso em: 10 out. 2021.

LIU, K.; LIU, Y.; CHEN, F. Effect of storage temperature on lipid oxidation and changes in nutrient contents in peanuts. **Food Science & Nutrition**, Malden, v. 7, n. 7, p. 2280-2290, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6657719/pdf/FSN3-7-2280.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2021.

MARTÍN, M. P. *et al.* Improving quality preservation of raw peanuts stored under different conditions during a long-term storage. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 120, n. 9, p. 1–11, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201800150>. Acesso em: 5 nov. 2021.

MILLER, J. Fungi and mycotoxins in grain: implications for stored product research. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 31, n. 1, p. 1-16, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0022-474X\(94\)00039-V](https://doi.org/10.1016/0022-474X(94)00039-V). Acesso em: 27 ago. 2021.

MILLS, J. T. **Spoilage and heating of stored agricultural products: prevention, detection and control**. Ottawa: Minister of Supply and Services, 1989. Disponível em: <https://www.grainscanada.gc.ca/en/grain-quality/manage/guides/pdf/shsap-depae-eng.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.

NASCIMENTO, Eliza Fabricio de Melo Bellard do. **Organização genômica de genótipos diploides e alotetraploides espontâneos e induzidos de *Arachis L.* revelada por citogenética**. 2021. 126 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/41622>. Acesso em: 5 set. 2021.

NEPOTE, V.; MESTRALLET, M. G.; GROSSO, N. R. Oxidative stability in fried-salted peanuts elaborated with high-oleic and regular peanuts from Argentina. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 41, n. 8, p. 900-909, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01135.x>. Acesso em: 5 maio 2021.

NUNES, C. F. *et al.* Efeitos da temperatura e do teor de água na qualidade de grãos de canola durante o armazenamento. **Revista de Ciência e Inovação**, Farroupilha, v. 6 n. 1, p. 57-67, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.26669/2448-4091271>. Acesso em: 10 out. 2021.

PARK, J. W. *et al.* Fungal mycoflora and mycotoxins in Korean polished rice intended for humans. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 103, n. 3, p. 305-314, 2005. Disponível em: [10.1016/j.ijfoodmicro.2005.02.001](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.02.001). Acesso em: 28 jun. 2021.

PEIXOTO, C. P. *et al.* Características agrônômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no recôncavo baiano. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 673-684, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000300016>. Acesso em: 10 out. 2021.

PÉREZ-GARCIA, F.; GONZÁLEZ-BENITO, M. E. Seed germination of five *Helianthemum* species: effect of temperature and presowing treatments. **Journal of Arid Environments**, London, v. 65, n. 4, p. 688-693, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.10.008>. Acesso em: 5 nov. 2021.

PLANK, C.; LORBEER, E. On-line liquid chromatography—gas chromatography for the analysis of free and esterified sterols in vegetable oil methyl esters used as diesel fuel substitutes. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 683, n. 1, p. 95-104, 1994. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(94\)89106-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(94)89106-0). Acesso em: 8 maio 2021.

PRESTES, I. D. *et al.* Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. **Scientia Agropecuaria**, Trujillo, v. 10, n. 4, p. 559-570, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>. Acesso em: 15 nov. 2021.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 1917 p.

RODRIGUES, N. *et al.* Influence of spike lavender (*Lavandula latifolia* Med.) essential oil in the quality, stability and composition of soybean oil during microwave heating. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 50, n. 8, p. 2894-2901, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.05.020>. Acesso em: 27 set. 2021.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: ILSI Press, 2001. Disponível em: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnacq929.pdf. Acesso em: 27 set. 2021.

SÁ, N. O. *et al.* Quality of peanuts stored in different packaging. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 3, [art.] e24910313287, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13287>. Acesso em: 10 out. 2021.

SABES, J. J. S.; ALVES, A. F. Aspectos do agronegócio do amendoim no mundo. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2007, Maringá. **Anais eletrônicos** [...]. Maringá: CESUMAR, 2007. p. 1–5. Disponível em: https://www.unicesumar.edu.br/epcc-2007/wp-content/uploads/sites/87/2016/07/jair_junior_sanches_sabes1.pdf. Acesso em: 6 out. 2021.

SAHAB, A. F. *et al.* Effect of ozone gaseous on aflatoxin degradation and fat and protein content in peanut seeds. **Journal of Applied Sciences Research**, Faisalabad, v. 9, n. 3, p. 2170-2175, 2013. Disponível em: <http://www.aensiweb.com/old/jasr/jasr/2013/2170-2175.pdf>. Acesso em: 25 maio 2021.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222004000100017>. Acesso em: 27 ago. 2021.

SCHNEIDER, C. Chemistry and biology of vitamin E. **Molecular Nutrition & Food Research**, Weinheim, v. 49, n. 1, p. 7-30, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mnfr.200400049>. Acesso em: 27 ago. 2021.

SILVEIRA, C. *et al.* Características físicas de grãos de feijão-fava rajada (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 14, n. 4, p. 518-523, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7185351.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.

SOBOLEV, V. S.; COLE, R. J. Note on utilisation of peanut seed testa. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 84, n. 1, p. 105-111, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.1593>. Acesso em: 10 out. 2021.

TAHA, M. G. *et al.* Fatty acids and chemical composition of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Al-Azhar Journal of Agricultural Research**, Cairo, v. 44, n. 1, p. 119-127, 2019. Disponível em: https://ajar.journals.ekb.eg/article_59735_a5735b74c634d2fb34ce47b66d35b8f8.pdf. Acesso em: 8 maio 2021.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **China:** oilseeds and products update. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service, 2017. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/83505/whs-17e.pdf?v=9105>. Acesso em: 22 maio 2021.

WEEKS, W. W. Carotenoids, a source of flavor and aroma. *In*: PARLIAMENT, T. H.; CROTEAU, R. (ed.). **Biogenesis of aromas**. Washington DC: American Chemical Society, 1986. cap. 12, p. 157-166. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-1986-0317.ch012?cookieSet=1>. Acesso em: 22 maio 2021.

WILHELM, L. R.; SUTHER, D. A.; BRUSEWITZ, G. H. **Food & process engineering technology**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 2004. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/499482265/Food-and-Process-Engineering-Wilhelm-Et-Al-2004>. Acesso em: 22 maio 2021.

WIN, M. M. *et al.* Effects of roasting on phenolics composition and antioxidant activity of peanut (*Arachis hypogaea* L.) kernel flour. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 233, n. 4, p. 599–608, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-011-1544-3>. Acesso em: 8 maio 2021.

ZORZETE, P. *et al.* Fungi, mycotoxins and phytoalexins in peanut varieties during field plant growth. **Food Chemistry**, Barking, v. 129, n. 3, p. 957–964, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814611007424?via%3Dihub>. Acesso em: 10 out. 2021.

