

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA SOJA TORRADA PARA FINS DE NOVAS
APLICAÇÕES ALIMENTÍCIAS**

**EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE SOJA TOSTADA CON FINES DE NUEVAS
APLICACIONES ALIMENTARIAS**

**PHYSICOCHEMICAL EVALUATION OF TOASTED SOYBEANS FOR THE
PURPOSES OF NEW FOOD APPLICATIONS**

Gustavo Henrique Daniel Santos Silva¹; Elisandra Rabêlo da Silva²; Maria Vitória Lima Costa Donato³;
Suzana Pedroza da Silva⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0154>

RESUMO

A soja é uma das principais *commodities* do Brasil, destacando-se devido a sua composição química, juntamente as grandes quantidades produzidas. A soja é amplamente utilizada na produção de alimentos em geral como o óleo, o *shoyu*, rações de animais, entre outros produtos. A soja torrada ainda é pouco aplicada na produção de alimentos no Brasil, assim como na produção de *tofu*, um substituto popular na China e Japão, da carne de soja. As características físico-químicas dos alimentos é de grande interesse para a indústria alimentícia e química, sendo necessário a composição centesimal do alimento algo necessário antes da utilização do mesmo como matéria prima no processamento. Durante o processo de torrefação em alimento, diversas reações químicas ocorrem simultaneamente, bem como as reações de Maillard e de Caramelização. A soja contém um alto percentual de proteínas e um percentual de açúcares, o qual é de fundamental importância na hora da torrefação dos grãos. Assim, esse trabalho teve como objetivo caracterizar a soja torrada a partir da soja crua produzida no Nordeste do Brasil. Os grãos de soja foram torrados a 150 °C por 30 minutos; após atingir a temperatura ambiente, foi moído e realizadas as análises (umidade, cinzas, pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis totais, atividade de água cor, acidez total titulável, açúcares redutores e lipídeos) e comparadas ao grão de soja cru. Todas as análises foram feitas triplicata e seguindo o Instituto Adolfo Lutz. De acordo com as análises estatísticas os parâmetros de cinzas, pH, atividade de água (*A_w*), luminosidade (*L**) e açúcares redutores não apresentaram diferença estatística significativa enquanto que, os outros parâmetros deram diferenças significativas. Ainda assim, todos os resultados demonstraram que a soja torrada é rica em nutrientes, com características diferentes da crua, podendo ser utilizada na aplicação do desenvolvimento de novos produtos alimentícios com sabor e segurança alimentar.

Palavras-Chave: Análise de Alimentos; ANOVA; Novos Produtos; Torrada.

RESUMEN

La soja es uno de los principales *commodities* de Brasil, destacándose por su composición química, junto con las grandes cantidades producidas. La soya es ampliamente utilizada en la producción de alimentos en general, como aceite, salsa de soya, alimento para animales, entre otros productos. La soya tostada todavía se usa poco en la producción de alimentos en Brasil, así como en la producción de *tofu*, un sustituto popular de la carne de soya en China y Japón. Las características físicoquímicas de los alimentos son de gran interés para la industria química y alimentaria, requiriendo la composición

¹ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, gd30440@gmail.com

² Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, rabeloelisandra1@gmail.com

³ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, vitoriadonato57@gmail.com

⁴ Dra Enga Química, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, suzana.pedroza@ufape.edu.br

química del alimento, algo necesario antes de utilizarlo como materia prima en su elaboración. Durante el proceso de tostado de alimentos, ocurren varias reacciones químicas simultáneamente, así como las reacciones de Maillard y Caramelización. La soja contiene un alto porcentaje de proteínas y un porcentaje de azúcares, lo cual es de fundamental importancia a la hora de tostar los granos. Así, este trabajo tuvo como objetivo caracterizar la soja tostada a partir de soja cruda producida en el Nordeste de Brasil. La soja se tostó a 150 °C durante 30 minutos; luego de alcanzar temperatura ambiente, se molió y se realizaron análisis (humedad, cenizas, pH, conductividad eléctrica, sólidos solubles totales, actividad de agua de color, acidez total titulable, azúcares reductores y lípidos) y se comparó con soja cruda. Todos los análisis se realizaron por triplicado y siguiendo el Instituto Adolfo Lutz. De acuerdo con los análisis estadísticos, los parámetros de ceniza, pH, actividad de agua (A_w), luminosidad (L^*) y azúcares reductores no mostraron diferencia estadísticamente significativa, mientras que los demás parámetros mostraron diferencias significativas. Aun así, todos los resultados mostraron que la soja tostada es rica en nutrientes, con características diferentes a la cruda, y puede ser utilizada en la aplicación del desarrollo de nuevos productos alimenticios con sabor y seguridad alimentaria.

Palabras Clave: análisis de alimentos; ANOVA; Nuevos productos; Asado.

ABSTRACT

Soy is one of the main commodities in Brazil, standing out due to its chemical composition, together with the large quantities produced. Soy is widely used in the production of food in general, such as oil, soy sauce, animal feed, among other products. Roasted soy is still little used in food production in Brazil, as well as in the production of tofu, a popular substitute for soy meat in China and Japan. The physicochemical characteristics of foods are of great interest to the food and chemical industry, requiring the chemical composition of the food, something necessary before using it as raw material in processing. During the food roasting process, several chemical reactions occur simultaneously, as well as the Maillard and Caramelization reactions. Soy contains a high percentage of proteins and a percentage of sugars, which is of fundamental importance when roasting the beans. Thus, this work aimed to characterize roasted soybeans from raw soybeans produced in Northeast Brazil. The soybeans were roasted at 150°C for 30 minutes; after reaching room temperature, it was ground and analyzes were carried out (moisture, ash, pH, electrical conductivity, total soluble solids, color water activity, total titratable acidity, reducing sugars and lipids) and compared to raw soybeans. All analyzes were performed in triplicate and following the Instituto Adolfo Lutz. According to the statistical analyses, the parameters of ash, pH, water activity (A_w), luminosity (L^*) and reducing sugars did not show statistically significant difference, while the other parameters showed significant differences. Even so, all the results showed that roasted soy is rich in nutrients, with characteristics different from the raw one, and can be used in the application of the development of new food products with flavor and food safety.

Keywords: Food Analysis; ANOVA; New products; roasted.

INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o segundo maior produtor de soja do mundo, onde o único país a ultrapassa-lo é o USA. A região brasileira com maior destaque em produtividade é a Centro-Oeste e, baseado neste cenário, o Brasil tem uma responsabilidade com a avaliação da qualidade da soja produzida no país, onde a determinação da qualidade é de extrema importância para determinar e distribuir os grãos de soja.

O grão de soja é basicamente constituído por proteína, lipídeos, água, fibras e minerais, além de outros compostos químicos importantes como as isoflavonas. A torrefação, a partir do binômio tempo e temperatura, pode alterar a composição química presente no alimento, levando

a alterações sensoriais na soja processada. Devido a soja apresentar uma composição química diversificada ela é bastante utilizada para produção de alimentos, biocombustíveis e ração animal, porém ainda não se tem uma popularidade de utilizar a soja torrada pra fins de produção alimentícia.

Portanto, este trabalho teve como objetivo de caracterizar a soja torrada a partir da soja crua produzida no Nordeste brasileiro para fins de aplicação no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

REFERENCIAL TEÓRICO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das *commodities* de maior importância econômica no mundo, sendo hoje um dos principais produtos na cadeia do agronegócio (RIGO *et al.*, 2015). Devido a sua versatilidade, sendo base de muitos produtos e seus derivados, acaba gerando interesse em sua utilização pela agroindústria, indústria química, de rações e de alimentos, contribuindo para o aumento do Produto Interno Bruto brasileiro (LAZZAROTTO & HIRAKURI, 2010; IBGE, 2014).

O Brasil é destaque no mundo, onde o único país a ultrapassá-lo é o USA, por ser um grande exportador da oleaginosa, onde na safra de 2022/2023, o Brasil foi responsável por 151,4 milhões de toneladas de grãos de soja (CONAB, 2023). Em caráter nacional, os principais estados brasileiros que se destaca na produção de soja é a região Centro-Oeste nos estados: Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, com respectivamente, 35,885 milhões de toneladas, 21,598 milhões de toneladas e 11,444 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2020, CONAB, 2021).

A Instrução Normativa 11, de 16 de maio de 2007, instrui que os grãos de soja são classificados em grupos, baseado no uso designado para o grão (consumo *in natura*; destinada a outros usos), em classe baseado na coloração (amarela; misturada) e tipos caracterizados pelos defeitos dos grãos (BRASIL, 2007).

A composição química dos grãos de soja varia de 40 a 45% de proteínas, 30 a 34% de carboidratos e 18 a 20% de lipídeos, dentre os lipídeos 58% é de ácidos graxos poli-insaturados, 15% saturados e 23% monoinsaturados (SILVA *et al.*, 2006). A soja tem compostos químicos como as isoflavonas que tem características de proliferação, crescimento e também maturação

das células, possuem também propriedades de caráter antioxidante, devido a presença de agliconas genisteína e daidzeína, que em sua característica protegem as células dos efeitos de radicais livres (SILVA, 2013). As frações de proteína e de lipídeos, estimam cerca de 60% do total da massa seca da semente, este tipo de porcentagem está associado ao controle genético o qual constitui o fator primário que define as frações proteicas e lipídicas presentes no grão e, é amplamente influenciado pela flutuação no ambiente (PÍPOLO, 2002). Devido a sua abrangente composição química, pode-se aplicar diferentes métodos de processamento, inclusive o processo de torrefação, para aumentar as características sensoriais do grão de soja (CAI *et al.*, 2020).

A torrefação utiliza-se de dois parâmetros fundamentais os quais são: tempo e temperatura, e esse processo pode alterar os aspectos visuais como também as suas características químicas presentes no alimento. Essas reações que ocorrem durante o processo de torrefação são induzidas pela reação de Maillard e Caramelização no decorrer da torrefação (CAI *et al.*, 2020). Ao iniciar o processo de torrefação, há alterações sensoriais na soja, como por exemplo: álcoois alifáticos de cadeia curta, cetonas e aldeídos, estão associados a sabores específicos, os quais se formam devido a oxidação e decomposição dos ácidos graxos que são induzidos diretamente pela peroxidase e lipoxigenase durante a torrefação do grão de soja (MATSUI *et al.*, 2018).

Há vários métodos de torrefação utilizados no cotidiano das indústrias, como por exemplo: tambor rotativo, chapa aquecida e até mesmo torrefação em leito salino. A temperatura definida no torrefador, vai ser baseada no produto final que se deseja encontrar, onde, durante o processo de torrefação é necessário ir adequando os parâmetros tempo e temperatura. É necessário entender que a amostra durante o processo de torrefação está sujeita a permanência de atributos sensoriais indesejáveis, como por exemplo o cheiro ou gosto de queimado, assim como atributos físico-químicos e físicos (ALBANI, 2018).

Existem vários produtos alimentícios derivados da soja para consumo humano, os mais comuns são *shoyu*, *miso*, *natto* e *tofu*, esses produtos são comumente consumidos no continente asiático. Atualmente tem se dado ênfase a criação de proteína texturizada de soja, leite tipo soja, concentrados e isolados proteicos, que tem grande impacto na sociedade, como também impacto e potencial para serem utilizados como aditivos e/ou ingredientes em formulações de produtos alimentícios para consumo humano (MEDIC; ATKINSON; HURBURGH, 2014; DANTAS, 2009; PEREIRA *et al.*, 2011).

Sendo o resíduo proveniente da soja (farelo, torta, óleos e casca dos grãos) destinado ao consumo animal para rações devido ao seu alto teor proteico e energético, ainda sendo capaz de fornecer nutrientes considerados fundamentais para o desenvolvimento metabólico do animal. Baseado nisso têm-se uma variedade de processos que a soja pode ser submetido, os quais podem ocorrer reações e transformações químicas, como por exemplo: torrefação, submersão de grãos em água para o preparo do tofu (GOMES, 2021).

Diante disso, os derivados de soja têm-se apresentado como uma nova potência no mercado e de consumo, devido ao entendimento da sociedade e uma busca por produtos considerados mais saudáveis e ainda proporciona a redução de doenças cardiovasculares (Buckley; Lin, 2019).

METODOLOGIA

As amostras de soja foram coletadas na cidade de Barreiras, interior do Estado da Bahia, a qual tem uma altitude de 452 m, safra 2020/2021 e mantidas sob refrigeração até o momento das análises. A torra foi realizada a 150 °C por 30 minutos, conforme a metodologia de Dantas *et al.* (2010), em chapas aquecedoras onde para o controle da temperatura, utilizou-se um termômetro digital infravermelho IFINY, modelo GM400.

Após 24 horas do processo de torrefação, as amostras de soja crua e torrada foram moídas em moedores convencionais e realizadas as análises de umidade pelo método de secagem em estufa, cinzas em mufla a 550 °C, pH com o phmetro digital (pH), condutividade elétrica (Cond) com o condutivímetro digital, sólidos solúveis totais (SST) por refratometria, atividade de água (Aw) com o Aqualab, cor (L^* e ΔE) com o colorímetro digital, acidez total titulável (ATT) por titulometria, açúcares redutores (AR) pelo método espectrométrico do DNSA e lipídeos por soxhlet e, comparadas ao grão de soja cru como amostra controle. Todas as análises foram feitas triplicata e seguindo o Instituto Adolfo Lutz.

Em seguida os resultados foram submetidos a análise estatística da ANOVA, para fins de comparação entre os parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade dos grãos de soja é diretamente influenciado pela altitude da região de colheita (TURRA *et al.*, 2018). Para este parâmetro, obtiveram-se médias de valores dentro do estabelecido na legislação para soja crua e torrada, no qual apresentaram diferenças significativas estatisticamente (Tabela 01), sendo esse parâmetro muito importante para indicação e manutenção da qualidade de grãos, uma vez que quando armazenados com valores de umidade acima de 14,5% resultam no desenvolvimento microbiológico indesejável, na perda e em danos mecânicos nos grãos (MARTINS, 2002). Além disso, valores elevados de umidade favorecem a atividade enzimática (BARROS, 2020), e ao fato do tipo de transporte poder interferir nesse parâmetro do grão, uma vez que ele tende a absorver umidade devido a sua natureza hidrocópica e se manter estável com o ambiente.

Tabela 01: Caracterização físico-química dos grãos de soja crus e torrados em comparação a legislação vigente IN nº 11/2007.

Parâmetros	Grãos crus e moídos	Grãos torrados e moídos	Legislação
Umidade (%)	10,37±0,55 ^A	0,94±0,33 ^B	≤ 12,0%
Cinzas (%)	5,59±0,16 ^A	4,28±0,51 ^A	≤ 5,0%
pH	6,08±0,025 ^A	6,40±0,005 ^A	—
Cond. (µ.s/cm)	732,65±2,54 ^B	1992,0±1,0 ^A	—
SST (°Brix)	0,433±0,05 ^B	1,10±0,17 ^A	—
Aw	0,678±0,004 ^A	0,289±0,08 ^A	—
L*	18,73±1,62 ^A	10,8667±0,20 ^A	—
ΔE	11,52±2,14 ^A	12,453±2,17 ^B	—
ATT (%)	0,062±0,009 ^B	0,105±0,01 ^A	—
AR (mg/ml)	0,146±0,004 ^A	0,126±0,001 ^B	—
Lipídeos (%)	16,86±0,83 ^B	21,22±1,87 ^A	—

Parâmetros com a mesma letra não há diferença estatística; Parâmetros com letras diferentes há diferença estatística; ΔE: valor total na diferença de cor; L*: luminosidade; (ATT) Acidez Total Titulável; Cond.: Condutividade elétrica; (SST): Sólidos Solúveis Totais; (Aw): Atividade de água;

Fonte: Própria (2023)

Para os valores de pH, os grãos de soja crus e torrados apresentaram uma faixa de valores sem diferença significativa e dentro do esperado. Segundo Eicholz *et al.* (2020), o valor de pH de referência para a soja crua é de 6,0. Este parâmetro é uma medida direta da acidez influenciada pelo desenvolvimento da planta de acordo com o tipo de manejo agrônomico (BROCH; RANNO, 2012) e exerce forte influência sobre a funcionalidade das proteínas presentes no grão, uma vez que o estado funcional proteico depende do estado de ionização da molécula (TORREZAN e CRISTIANINI, 2005).

O teor de cinzas em grãos de soja implica diretamente em seu valor nutricional, pois é possível determinar a presença de certos minerais, como fósforo, magnésio, potássio e ferro, implicando em seu valor nutricional (ZAMBIAZI, 2007). As médias de valores obtidos para este parâmetro encontraram-se dentro do estabelecido na legislação para soja crua e torrada (BRASIL, 2007) e dos níveis de minerais esperados e próximo ao nível de confiança do valor mínimo de nutrientes preconizado pela TACO (2011). Dessa forma, as amostras de soja apresentam um bom valor nutricional, o que gera uma segurança alimentar para os subprodutos gerados.

Com a análise de condutividade elétrica, é possível relacionar com o vigor dos grãos de soja, onde quanto maior o índice de condutividade elétrica, menor será o vigor dos grãos de soja. Esse tipo de análise é comumente utilizado para testes de vigor em diferentes lotes (COLETE *et al.*, 2007). O parâmetro de condutividade elétrica para os grãos crus e torrados, apresentou valores dentro do padrão de qualidade citado por Vieira e Krzyzanowski (1999), medindo a intensidade da corrente elétrica e quantificando os íons liberados durante a absorção de líquido por sólido poroso, estando relacionada com a integridade das membranas celulares dos grãos (AGNOLETTI, 2015) e, ao nível de vigor da amostra de sementes, sendo de fundamental importância para o controle de qualidade rotineiro (MARCOS-FILHO, 2015).

O parâmetro de sólidos solúveis totais para os grãos de soja crus e torrados apresentou valores próximos a 3,5 °Brix, estando próximo de valores encontrados na literatura (MACHADO, 2007). Verificou-se também que, o calor aplicado nas amostras de soja durante a torrefação proporcionou um aumento no teor de sólidos solúveis totais em relação ao grão cru, como esperado pelas reações enzimáticas que ocorre durante a torrefação, semelhante aos de Bayram *et al.* (2004).

A atividade de água é um parâmetro de grande influência para os alimentos, pois possibilita determinar a estabilidade dos alimentos e seu possível potencial de deterioração (NGUYEN *et al.*, 2004; TUNÇ; DUMAN, 2007). Para os valores de atividade de água da soja crua e torrada, obtiveram valores semelhantes ao de Santos *et al.* (2014), observando que o aumento da temperatura conseqüentemente diminui a atividade de água. Os grãos crus apresentaram valores abaixo de 0,70, enquanto os valores obtidos para os grãos torrados estão abaixo de 0,30, inviabilizando o crescimento microbiano, visto que a maioria dos fungos se desenvolvem em faixas de atividade de água acima de 0,8.

A cor é um fator muito utilizado para avaliação e seleção de alimentos (SPENCE; PIQUERAS-FISZMAN, 2016). Para o parâmetro L^* , luminosidade, observou-se que os grãos crus foram maiores que o da soja torrada, dessa forma conseqüentemente terão uma coloração mais clara, em contrapartida os valores obtidos para o ΔE , o valor total na diferença de cor, foram maiores para a soja torrada. Esse fato é justificado pela reação de Maillard que promove o escurecimento enzimático devido a caramelização dos açúcares presentes nos alimentos durante o aquecimento e armazenamento prolongado (FENNEMA, 2010).

A acidez total titulável está relacionada com a qualidade da matéria prima, devido ao fato de poder haver a decomposição por hidrólise, oxidação ou fermentação e, alterar a concentração dos íons de hidrogênio (CARDOSO *et al.*, 2010), formando ácidos graxos livres cuja a quantidade é expressa em termos de acidez do ácido linoleico, que é o principal componente ácido da soja (IAL, 2008). Para este parâmetro observa-se que os grãos de soja crus possuem menor teor de acidez total titulável, concluindo que possuem menor quantidade de ácido linoleico que os grãos de soja torrados, onde também há uma diferença estatística significativa entre a soja crua e a torrada.

Para o parâmetro de açúcares redutores, observa-se que os grãos de soja torrado apresentaram médias de valores menores que os grãos de soja crua. Isso deve-se ao fato de os grãos torrados terem passado pelo processo de torrefação, ocasionando uma desnaturação térmica nos grãos devido reação de Maillard. Essa diferença de valores na soja torrada e a mudança de coloração entre as amostras deve-se as reações de condensação, fragmentação, desidratação, ciclização e polimerização que ocorrem entre os açúcares redutores e os grupamentos amínicos presentes na amostra (BOURAIS *et al.*, 2006; QUINTAS *et al.*, 2007).

Para o teor de lipídios, observou-se que os grãos torrados apresentaram maiores valores do que em relação aos grãos crus, estando relacionado ao fato de terem sido submetidos a torrefação que, embora não os modifique, libera os ácidos graxos mais voláteis (ANDRADE, 2009). O grão de soja contém quantidade considerável de lipídios, que varia de 18 a 20%, onde 15% destes equivale aos ácidos graxos saturados e 85% destes equivale aos ácidos graxos insaturados, dentre os quais destacam-se os ácidos linoleico e linolênico (PENALVO *et al.*, 2004). É importante ressaltar a relação entre o teor de lipídios e o teor de proteínas que, segundo Moraes *et al.*, (2006), é sempre proporcional, visto que à medida que se aumenta o teor de proteínas, o teor de lipídios é reduzido, havendo diferença estatística significante.

Para as análises estatísticas os parâmetros de cinzas, pH, atividade de água (A_w), luminosidade (L^*) e açúcares redutores não apresentaram diferença estatística significativa. A condutividade elétrica está associada a integridade do grão, e durante o processo de torra as reações que acontecem no interior do grão, especialmente as reações de Maillard e Caramelização interferem diretamente nesse parâmetro, onde pode ser percebido na análise estatística. A caramelização é uma reação que acontece no grão durante o processo de torra devido a presença de açúcares no grão de soja, pode-se notar que na análise estatística indica que há diferença estatística para esse parâmetro onde os grãos de soja torrado e moído obtém o maior percentual de sólido solúveis totais. Com o processo de torra há ainda a mudança de coloração onde os grãos de soja passam de amarelada para um marrom, diferentes estatisticamente para o parâmetro ΔE .

CONCLUSÕES

Através da metodologia aplicada, foi possível relacionar os resultados obtidos para os grãos de soja crus e torrados, e com o auxílio da análise estatística foi observado os parâmetros que diferem estatisticamente entre si. Os parâmetros observados que obtiveram diferenças estatística entre si foram: umidade, condutividade elétrica (cond.) sólidos solúveis totais (SST), cor (parâmetro ΔE), acidez total titulável (ATT), açúcares redutores (AR) e lipídeos. Essas diferenças estatísticas se dão devido a torrefação pelo qual o grão de soja foi submetido e as reações químicas desencadeadas durante o processo, como por exemplo: reação de Maillard e caramelização.

Observou-se que os resultados obtidos para o teor de umidade, pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis totais e atividade de água apresentaram valores dentro do esperado e são adequados aos estabelecidos na legislação vigente. Ressaltando que o parâmetro de umidade é fundamental para indicação e manutenção da qualidade de grãos, além de influenciar em sua atividade enzimática. Já o teor de cinzas tanto para os grãos de soja crus e os torrados, estão dentro do parâmetro estabelecido pela legislação (5%), bem como o teor de lipídeos que é semelhante aos encontrados com a literatura, com os níveis de acidez total titulável estabelecidos, e por serem relativamente baixos, é um indicativo que tanto a soja crua quanto a torrada, indica uma boa qualidade aos grãos e alto valor nutricional, gerando segurança alimentar para os subprodutos gerados, como por exemplo, a soja torrada pode ser utilizada na

forma farinha onde seria aplicada em massas de biscoitos entre outros, já a soja crua podendo ser utilizada para a produção de *tofu* e *shoyu*, condimentos comumente utilizados na cozinha asiática.

REFERÊNCIAS

AGNOLETTI, B. Z. Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (*Coffea arabica*) e conillon (*Coffea canephora*) classificados quanto a qualidade da bebida. **Dissertação de Mestrado - Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Universidade Federal do Espírito Santo. Porto Alegre- ES, 2015. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11322>. Acesso em: 22 abr. 2022.

ALBANI, A. P. D. **Impacto da umidade do farelo de soja no resultado final da proteína bruta**. 2018. 24 f. Monografia (Especialização em Engenharia da Qualidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa-PR, 2018.

AL-MUHTASEB, A. H.; McMINN, W. A. M.; MAGEE, T. R. A. Moisture sorption isotherm characteristics of food products: a review. *Trans IChemE*, v. 80, parte C, 2002.

ANDRADE, A.P.S. **Análise química e avaliação do potencial alelopático da casca do café (*Coffea arabica*)**. Dissertação de Mestrado em Química. Instituto de Química- Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2009.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4ª Ed. Viçosa: Editora UFV, 2008, 596 p.

BARROS, L.D. Avaliação das características físicas, físico-químicas e tecnológicas de diferentes variedades de soja cultivadas no sudoeste do estado de São Paulo. TCC – Bacharelado em Engenharia de Alimentos. **Centro de Ciências da Natureza – CCN**. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Buri-SP, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13525>. Acesso em 22 abr. 2022

BAYRAM, M.; KAYA, A.; ONER, M.D. Influence of soaking on the dimensions and colour of soybean for bulgur production. **Journal of Food Engineering**, v.61, n.3, p. 331-339. Oxford, 2004.

BEZERRA, M. A. *et al.* Application of mixture design in analytical chemistry. **Microchemical Journal**, v. 152, p. 104336, 2020.

BOURAI, I.; AMINE, A.; MOSCONI, D.; PALESCHI, G. **Investigation of glycated protein assay for assessing heat treatment effect in food samples and protein-sugar models**. *Food Chemistry*, v. 96, n. 3, p. 485-490, 2006.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio. **Regulamento Técnico da Soja**. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 2007.
- BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilização do solo, adubação e nutrição da cultura da soja. Fundação MS. Tecnologia e Produção: Soja e Milho, 2012.
- BUCKLEY, N. D., CAO, Z., GREEN JOHNSON, J. M., LIN, Q. Bioactivity of soy based fermented foods: A review. **Biotechnology Advances**. v. 37(1), p. 223-238, 2019.
- CAI, J. S. *et al.* Effects of roasting level on physicochemical, sensory, and volatile profiles of soybeans using electronic nose and HS-SPME-GC-MS. **Food Chemistry**, v. 340, p. 127880, 2021.
- CARDOSO, L. G. V.; BARCELOS, M. F. P.; OLIVEIRA, A. F.; PEREIRA, J. A. R.; ABREU, W. C.; PIMENTEL, F. A.; CARDOSO, M. G.; PEREIRA, M. C. A. Características físico-química e perfil de ácidos graxos de azeites obtidos de diferentes variedades de oliveiras introduzidas no Sul de Minas Gerais – Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p. 127-136. Londrina-PR, 2010.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.
- CIABOTTI, S. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, set. /out., 2006.
- COLETE, J. C. F. et al. Condutividade elétrica da solução de embebição de sementes e emergência de plântulas de soja. **Científica**, Jaboticabal, Sp, v. 35, n. 1, p.10-16, jan. 2007.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. 6. ed. Brasília, Df: **Conab**, 2018. 140 p. V. 5. Disponível em: Acesso em: 22 abril. 2022.
- CONAB, **Companhia Nacional de Abastecimento**. Boletim da Safra de Grãos. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 01 abril de 2023.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Produção de grãos tem previsão de aumento de 5,7%, chegando a 271,7 milhões de t. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3989-producao-de-graos-tem-previsao-de-aumento-de-5-7-chegando-a-271-7-milhoes-de-toneladas>. 2021. Acesso em: 15 setembro de 2021.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Produção de grãos tem previsão de aumento de 5,7%, chegando a 271,7 milhões de t**. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3989-producao-de-graos-tem-previsao>. Acesso: 05 de maio de 2022
- DANTAS, M. I. S. Farinhas mistas de trigo e de soja agregam valor nutricional e sensorial em pães. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, p. 209-214, 2009.
- DE ALWIS, A. A. P; HALDEN, K.; FRYER, J. P. Shape and conductivity effects in the ohmic heating of foods. **Chem. Eng. Res. Des.**, v. 67, p. 159-168, 1989.

EICHOLZ, E. D.; BREDEMEIER, C.; BERMUDEZ, F.; MACHADO, J. R. de A.; GARRAFA, M.; BISPO, N. B.; AIRES, R. F. As informações técnicas descritas nesta publicação, objetivam subsidiar o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul do Paraná nas safras 2019/2020 e 2020/2021. **In:** MISOSUL – Reunião Técnica Sul-Brasileira de Pesquisa de Milho e Sorgo. Associação Brasileira de Milho e Sorgo. Sete Lagoas-MG, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Dados econômicos, 2020. Acesso em: 12 out. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>.

FENNEMA, O. R.; SRINIVASAN D.; KIRK, L. P. **Química de Alimentos de Fennema**. Artmed, 900p. Porto Alegre-RS, 2010.

FERREIRA, S.L.C. **Introdução às técnicas de planejamento de experimentos**. 1. ed. Salvador-BA: Editora Vento Leste. 2015.

FONSECA, E.V. Atividade enzimática como indicadora de qualidade do solo. 2021. 42 f., il. **TCC** (Bacharelado em Agronomia) — Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2021.

GOMES, I.S. Produção de soja para uso na alimentação animal : estudo de caso na fazenda São Roberto - PA. 2021. 39 f., **TCC** (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2021.

GONÇALEZ, J. C.; JANIN, G.; SANTORO, A. C. S.; **Colorimetria quantitativa: uma técnica objetiva de determinar a cor da madeira**. Brasil Florestal, Brasília, ano 20, v. 72, p. 47-58, 2001.

IBGE. Pesquisas: Censo Agropecuário. 2014. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pmc/brasil>. Acesso em: 20 abr. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **Instituto Adolfo Lutz**, 1020p. São Paulo-SP, 2008.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja**, n.46. Londrina-PR, 2010.

LE MOS, et al. Agregação de valor na cadeia da soja. **Agroindústria BNDES Setorial**, v. 46, p. 167–217, 2017. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14138>. Acesso em: 05 abr. 2023.

MACHADO, M. R. G. Bebida de soja fermentada com *Lactobacillus acidophilus*: viabilidade celular, avaliação sensorial, armazenamento e resposta funcional. 2007. 101f. **Tese** (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – UFPEL. Pelotas-RS, 2007

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v.72, n.4, p.363-374. Piracicaba-SP, 2015.

MARTINS, R. R. Secagem de Grãos para Propriedade Familiar. **In:** LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. Armazenagem de Grãos. IBR Campinas-SP, 2002.

MASUCHI, M. H.; CELEGHINI, M. S.; GONÇAVES, L. A. G.; GRIMALDI, R. Quantificação de TBHQ (tercbutilhidroquinona) e avaliação da estabilidade oxidativa em óleos de girassol comerciais. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1053-1057, 2008.

MATSUI, K. *et al.* 1-Octen-3-ol is formed from its glycoside during processing of soybean (*Glycine max* (L) Merr.) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 66(28), p. 7409-7416, 2018.

MEDIC, J.; ATKINSON, C.; HURBURGH, C. R. Current knowledge in soybean composition. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, p. 363-384, 2014.

MORAES, R. M. A.; JOSÉ, I.C.; RAMOS, F.G.; BARROS, E.G. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesq. Agrop. Brasil.**, v.41, n.5, p.725-729, 2006.

NGUYEN, T. A., VERBOVEN, P., DAUDIN, J. D., NICOLAÏ, B. M. Measurement and modelling of water sorption isotherms of 'Conference' pear flesh tissue in the high humidity range. **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p. 229–241, 2004.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; Al-Said, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technol.** v. 6, p. 36–60, 2013.

PENALVO, J. L.; CASTILHO, M.C.; SILVEIRA, M.I.N.; MATALLANA, M.C. Fatty acid profile of traditional soymilk. **European Food Research Tech.**, v.219, n.3, p.251-253, 2004.

PEREIRA, G. G.; Influence of the partial substitution of skim milk powder for soy extract on ice cream structure and quality. **European Food Research and Technology**, v. 232, p. 1093-1102, 2011.

PÍPOLO, A. E. Influência da temperatura sobre as concentrações de proteínas e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 2002. 128 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

QUINTAS, M. A. C.; BRANDÃO, T. R. S.; SILVA, C. L. M. Modelling colour changes during the caramelisation reaction. **Journal of Food Engineering**, v. 83, n. 4, p. 483-491, 2007

RAIGAR, R. K., MISHRA, H, N. Grinding characteristics, physical, and flow specific properties of roasted maize and soybean flour. **Journal of Food Processing and Preservation**. v. 42(1), p. 1-9, 2018.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RIGO, A.A. Obtenção e Caracterização de Farinhas de Soja das Cultivares BRS 267, BRS 257 E VMAX. 2015. 89 f., **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim-RS, 2015.

RODRIGUES, G.O. **Análise do complexo soja no Brasil a partir de índices de desempenho no período de 2000 à 2020**. 2023. 46 f., TCC (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2023.

SILVA, H. C. D. S.; PRATA, J. N.; REZENDE, L.M. D S., **Efeitos das Isoflavonas de Soja Sobre os Sintomas Climatérios**. UNOPAR, Cuiabá, 2013.

SILVA, M. S.; NAVES, M. M. V.; OLIVEIRA, R. B.; LEITE, O. S. M. Avaliação química e biológica do resíduo de soja. **Ciênc. Tecnol. Alimentos**, v. 26, n. 3, p 571-576, 2006.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – **TACO**. 4ª ed. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas-SP, 2011.

TORREZAN, R.; CRISTIANINI, M. Revisão: efeito do tratamento sob alta pressão sobre as propriedades funcionais da proteína de soja e interação proteína-polissacarídeos. **Boletim do CEPPA**, v. 23, n. 2, p. 201-220. Curitiba-PR, 2005.

TUNÇ, S., DUMAN, O. Thermodynamic properties and moisture adsorption isotherms of cottonseed protein isolate and different forms of cottonseed samples. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 133– 143, 2007.

TURRA, F.V; RUFFATO, S.; HOSCHER, R.H; DE OLIVEIRA, M.S.G. Arquitetura da Planta de Soja: Influência Sobre as Propriedades Físicas dos Grãos. Anais - VII Conferência Brasileira de Pós-Colheita. **Anais - VII Conferência Brasileira de Pós-Colheita**. 2018. Disponível em: http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/910_20181103_02-54-00_853.pdf. Acesso em 22 de abril de 2022.

Vieira, R. D., & Krzyzanowski, F. C. Teste de condutividade elétrica. **In:** Krzyzanowski, F. C, Vieira, R. D., & França Neto, J. B. Vigor de sementes: Conceitos e testes. Londrina-PR, 1999.

ZAIA, D.A.M.; ZIAZ, C.T.B.V.; LICHTIG, J. Determinação de Proteínas Totais via Espectrofotometria: Vantagens e Desvantagens dos Métodos Existentes. **Química Nova**, v. 21, n. 6. São Paulo-SP, 1998.