



**LARYANNE LOPES DE CARVALHO DIAS**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE BROTOS DE  
ALFAFA (*Medicago sativa*) E FENO GREGO (*Trigonella  
foenum-graecum*)**

**LAVRAS-MG**

**2020**

**LARYANNE LOPES DE CARVALHO DIAS**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE BROTOS DE  
ALFAFA (*Medicago sativa*) E FENO GREGO (*Trigonella  
foenum-graecum*)**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elisângela Elena Nunes de Carvalho

Orientadora

Me. Ana Beatriz Silva Araújo

Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da  
Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Dias, Laryanne Lopes de Carvalho.

Caracterização físico-química de brotos de alfafa (*Medicago sativa*) e feno grego (*Trigonella foenum-graecum*) / Laryanne Lopes de Carvalho Dias. - 2020.

44 p.

Orientador(a): Elisângela Elena Nunes de Carvalho.

Coorientador(a): Ana Beatriz Silva Araújo.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. Brotos. 2. *Medicago sativa*. 3. *Trigonella foenum-graecum*. I. Carvalho, Elisângela Elena Nunes de. II. Araújo, Ana Beatriz Silva. III. Título.

**LARYANNE LOPES DE CARVALHO DIAS**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE BROTOS DE  
ALFAFA (*Medicago sativa*) E FENO GREGO (*Trigonella  
foenum-graecum*)**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 14 de agosto de 2020

Prof. Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior

UFLA

Me. Hanna Elisia Araújo de Barros

UFLA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elisângela Elena Nunes de Carvalho

Orientadora

Me. Ana Beatriz Silva Araújo

Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2020**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, aos meus Arcanjos Protetores e ao meu Anjo da Guarda, por terem me protegido nessa minha jornada, iluminado todo meu caminho e pelas pessoas incríveis colocadas em minha jornada, pela sua proteção e amparo nos momentos de tristeza e angústia.

À minha mãe, Silaine, que sempre esteve ao meu lado me ajudando e apoiando ao longo de toda essa trajetória, que me incentivou a nunca desistir do que era importante para mim mesmo nos momentos de maior angústia, pelos abraços que me deram força para levantar a cabeça e seguir em frente mesmo nos momentos de maior fraqueza. Obrigada por sempre me acalantar e me ajudar, pelas suas orações por mim, por vibrar comigo em minhas conquistas e chorar comigo em meus fracassos! Amo muito você, meu “anjinho”!

Ao meu padrasto Francinaldo Alves, que me acolheu e me ajudou em toda essa trajetória e mesmo não tendo vínculos sanguíneos, me fez sentir como se fosse meu pai. Obrigada por todos os conselhos que me passou, a todas as nossas conversas que me acalmavam e, por muitas vezes, tiravam todas as minhas dúvidas das disciplinas. Obrigada por todo carinho ao longo desse caminho. Obrigada por tudo “Mozão”!

Ao meu pai Antônio, por todos os conselhos, por todo o apoio ao longo dessa caminhada, por me dar força quando pensei em desistir. Obrigada por tudo. Te amo!

Aos meus irmãos Alysson e Michael e minha cunhada Letícia, que mesmo distantes estiveram ao meu lado, aconselhando, ajudando e acalmando com suas conversas. Obrigada por todo apoio e confiança em mim, mesmo que muitas vezes eu não tivesse essa confiança. Obrigada por todas as palavras de carinho quando estava mal e pelas broncas quando precisei. Amo todos vocês!

Aos meus amigos, Rafael, Sheila, Karunxo, Maísa, que estiveram comigo nessa jornada, nos conhecemos na UFLA e ao longo desse tempo, rimos e choramos pelos mais diversos motivos juntos, obrigada por ouvirem meus desabafos, pelas nossas conversas divertidas e obrigada por todos nossos momentos divertidos na cantina, afinal, passamos todos com méritos na disciplina de cantinagem I, II e III, não é? Muito obrigada por todo carinho. Amo vocês!

A todo pessoal do Laboratório de Pós Colheita de Frutas e Hortaliças: Rafael, Elídio, Hanna, Caio, Ana Lázara, Rafaela, Daiane e Fatinha. E ao Danilo nosso agregado de Goiás. Obrigada por me acolherem com vocês, por todas nossas conversas, por toda a ajuda por esse caminho, pelas nossas risadas e festividades e, acima de tudo, obrigada por

nossa amizade, que me deu forças a continuar num momento delicado em minha vida. Obrigada a todos vocês.

Aos técnicos do Departamento de Ciência dos Alimentos, Pâmela e Creuza, que sempre estavam dispostas a um tomar um cafezinho e poder conversar um pouco. Obrigada pelas conversas e por toda a disposição em me ajudar sempre que precisei. Muito obrigada por todo apoio e amizade.

À Ana Beatriz, por toda a ajuda durante essa jornada, por todas as conversas e palavras que me animaram a continuar a seguir em frente, por toda a ajuda nessa pesquisa, por todas as risadas durante nossos cafezinhos. Obrigada pelas suculentas que eu amei. E muito obrigada por ter se tornado a irmã que nunca tive. Amo você!

À Professora Elisângela, não tenho palavras para agradecer por tudo o que fez por mim. Obrigada por me acolher e por me apoiar em todo esse caminho. Obrigada pelos conselhos e por toda a ajuda. Obrigada por se tornar um pilar para mim, por me ouvir quando precisei desabafar e por se tornar uma segunda mãe para mim. Obrigada por me ensinar e me inspirar a sempre fazer meu melhor e ser alguém melhor. Amo você!

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de cursar a graduação, gratuita e de qualidade, por todo ensinamento que agreguei e pelo incentivo a pesquisa. E aos professores do curso de agronomia por sempre estarem dispostos a nos ensinar e nos ouvir.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e pelo incentivo à pesquisa.

Obrigada ao Periódico Capes, DeepL Translate, Google Acadêmico e ao Sci-hub.com, que foram importantes para a execução e finalização desta pesquisa.

Gostaria de agradecer a mim mesma, por ter seguido em frente mesmo com tantas dificuldades ao longo do caminho.

*“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui, nunca desista de seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa. (Albert Einstein)”*

## RESUMO GERAL

As plantas alimentícias não-convencionais (PANC's) são alternativas de plantas para quem busca hortaliças com alto teor de nutrientes, além disso são plantas resistentes e altamente adaptáveis aos mais diversos ambientes. Além disso, os brotos, por serem um estágio precoce, são alternativas nutritivas, pois seus nutrientes estão concentrados, dessa forma, trazem benefícios à saúde e possuem maior praticidade em relação ao seu cultivo e cuidados. Estudos realizados comprovam que os brotos, dependendo da espécie, possuem elevados teores de minerais, compostos fenólicos totais e maior capacidade antioxidante, quando são comparados às hortaliças em estágio comercial. O objetivo do presente estudo foi realizar a caracterização físico-química de duas espécies de PANC's, sendo elas a alfafa e o feno grego. O experimento foi conduzido de dezembro de 2019 a março de 2020, no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciências dos Alimentos, localizado na Universidade Federal de Lavras. O plantio foi realizado no sistema do kit BrotoFácil, com seis dias foi colhida a alfafa e com sete dias foi colhido o feno grego. As análises realizadas nas amostras foram teor de matéria seca, cor, pH, acidez titulável, clorofila total, carotenoides totais, teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante. Nos resultados encontrados os brotos de alfafa apresentaram maior concentração de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante pela metodologia ABTS+, além de possuírem um caráter levemente mais ácido que os brotos de feno grego. Já os brotos de feno grego apresentaram menos água em sua composição, maior quantidade de clorofila total, maior concentração de carotenoides totais e de capacidade antioxidante pela metodologia de redução do complexo fosfomolibdênio. Além disso, o feno grego apresentou um tom de verde mais escuro e vibrante que a alfafa. Dessa forma pode-se concluir que o consumo desses brotos gera um maior consumo de compostos bioativos.

**Palavras chaves:** Plantas alimentícias não-convencionais, clorofila total, carotenoides totais, compostos bioativos.



## ABSTRACT

Unconventional food plants (PANC's) are alternative plants for those seeking vegetables with high nutrient content, in addition to being resistant and highly adaptable to the most diverse environments. Moreover, the sprouts, for being an early stage, are nutritious alternatives, because their nutrients are concentrated, thus bringing benefits to health and have greater practicality in relation to their cultivation and care. Studies have shown that sprouts, depending on the species, have higher levels of minerals, total phenolic compounds and higher antioxidant capacity when compared to commercial vegetables. The aim of the present study was to perform the physical-chemical characterization of two species of PANC's, being them alfalfa and fenugreek. The experiment was conducted from December 2019 to March 2020, at the Fruit and Vegetables Post Harvest Laboratory of the Food Sciences Department, located at the Federal University of Lavras. The planting was performed in the BrotoFacil kit system, with six days the alfalfa was harvested and with seven days the fenugreek was harvested. The analyses performed on the samples were dry matter content, colour, pH, titratable acidity, total chlorophyll, total carotenoids, total phenolic content and antioxidant capacity. In the results found, alfalfa sprouts showed a higher concentration of total phenolic compounds and antioxidant capacity by ABTS+ methodology, besides having a slightly more acidic character than fenugreek sprouts. The fenugreek sprouts showed less water in their composition, higher quantity total chlorophyll, higher concentration of total carotenoids and antioxidant capacity by the methodology of phosphomolybdenum complex reduction. In addition, the fenugreek showed a tone of green darker and more vibrant than alfalfa. Thus it can be concluded that the consumption of these sprouts creates a higher consumption of bioactive compounds.

**Keywords:** Unconventional food plants, total chlorophyll, total carotenoids, bioactive compounds

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
<b>2.1 Descrição do mercado consumidor de hortaliças</b> .....	14
<b>2.2 Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs)</b> .....	14
<b>2.3 Descrição dos vegetais em estágio de brotos</b> .....	16
<b>2.4 Espécies utilizadas</b> .....	18
<b>2.4.1 Alfafa (<i>Medicago sativa</i>)</b> .....	19
<b>2.4.2 Feno Grego (<i>Trigonella foenum-graecum</i>)</b> .....	21
<b>2.5 Atributos de qualidade</b> .....	22
<b>2.6 Mapa de co-ocorrência</b> .....	24
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	26
<b>3.1 Cultivo dos vegetais, colheita e preparo das amostras</b> .....	26
<b>3.2 Características avaliadas</b> .....	27
<b>3.2.1 Teor de matéria seca</b> .....	27
<b>3.2.2 Compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante</b> .....	28
<b>3.2.2.1 Obtenção dos extratos</b> .....	28
<b>3.2.2.2 Fenólicos totais</b> .....	28
<b>3.2.2.3 Atividade antioxidante</b> .....	28
<b>3.2.2.3.1 Captura do radical livre ABTS+</b> .....	28
<b>3.2.2.3.2 Redução do complexo fosfomolibdênio</b> .....	29
<b>3.2.3 Cor</b> .....	29
<b>3.2.4 Clorofila total</b> .....	29
<b>3.2.5 Carotenoides totais</b> .....	30
<b>3.2.6 pH e acidez titulável</b> .....	30
<b>3.3 Análise dos resultados</b> .....	30
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	30
<b>4.1 Teor de matéria seca</b> .....	30
<b>4.2 Compostos fenólicos e capacidade antioxidante</b> .....	31
<b>4.3 Cor</b> .....	32
<b>4.4 Clorofila total</b> .....	32
<b>4.5 Carotenoides totais</b> .....	32
<b>4.6 pH e acidez titulável</b> .....	33
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	34



## 1 INTRODUÇÃO

O consumo de hortaliças no país vem crescendo em vista da preocupação atual da população com a saúde. Com o objetivo de se atingir uma qualidade de vida melhor, a alimentação vem sendo um dos maiores focos em relação as mudanças de hábitos dos brasileiros. O consumo de alimentos de origem vegetal tem tido um aumento considerável, principalmente as frutas e hortaliças, tendo em vista que a cada dia mais estão presentes na mesa dos brasileiros. Levando em consideração os benefícios desses produtos, geralmente em relação as hortaliças, nota-se a necessidade de consumi-los, devido ao fato de muitos brasileiros não terem o hábito ou mesmo gostarem de consumi-las, sendo este comportamento bastante observado nas crianças.

Os brotos são a primeira fase do crescimento da planta, sendo que são produzidos em poucos dias, podendo ser plantado em qualquer época do ano e sem a necessidade do solo. São altamente nutritivos e não necessitam de nenhum produto de origem química, dessa forma, torna-se uma opção de alimentação mais natural. São muito utilizados em decorações de pratos em restaurantes e em saladas. Esses brotos tornam-se a cada dia uma opção para aqueles que desejam realizar uma produção independente em casa, pois ocupam pouco espaço e demandam menos esforço para seu plantio e tratos culturais. Para o plantio de brotos são utilizadas espécies mais comuns no dia-a-dia da população, tais como agrião, rúcula, alface, feijão e soja.

Nesse contexto, as PANC's (Plantas Alimentícias Não-Convencionais) tornam-se alternativas viáveis, pois são plantas ainda pouco conhecidas ou que com o tempo, deixaram de ser consumidas, mas que possuem um grande potencial tanto para alimentação como para a área medicinal. Essas plantas, geralmente, são consideradas daninhas nas áreas em que estão presentes, tal como o caruru, e até mesmo plantas tradicionais podem ser utilizadas de formas não convencionais, como a banana. As PANC's possuem muito potencial não explorado, entre os quais estão seus altos teores de proteínas e nutrientes, além da sua capacidade energética. O consumo de espécies hortícolas se padronizou com apenas algumas variedades de espécies vegetais, sendo que, as PANC's são excelentes fontes de nutrientes.

Essas plantas são altamente resistentes e adaptáveis ao ambiente em que se inserem, porém não possuem tanto enfoque comercial por não serem de interesse das empresas que estão inseridas nos diversos ramos da cadeia produtiva agrônômica.

Em vista do que foi exposto, o objetivo do presente estudo foi realizar a caracterização físico-química de duas espécies de plantas alimentícias não-convencionais

(PANC's), sendo elas a alfafa (*Medicago sativa*) e o feno grego (*Trigonella foenum-graecum*).

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Descrição do mercado consumidor de hortaliças**

As hortaliças possuem uma grande importância na alimentação, visto que são fontes de micronutrientes, fibras e outros componentes que possuem propriedades funcionais (VAN DUYN; PIVONKA, 2000). São componentes importantes para aqueles que buscam uma dieta saudável, pois são alimentos com baixa densidade energética, ou seja, possuem poucas calorias em sua composição, dessa forma, auxiliam na manutenção de um peso corporal saudável (ROLLS et. al., 2004).

O consumo das hortaliças, em quantidade adequada, auxilia na redução do risco de doenças cardiovasculares e, também, de alguns tipos de câncer (LOCK et. al., 2005). Além do mais, o consumo adequado de vitaminas e minerais é fundamental na manutenção das funções metabólicas do organismo (VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, 1997). Assim também, o consumo de vitaminas e antioxidantes, auxiliam na prevenção da aterosclerose e reduz o risco de mortalidade por doenças cardiovasculares (RIEMERSMA, 1994).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) possui estimativas indicando que o consumo irregular de frutas e hortaliças está entre os dez principais fatores de risco para as doenças no mundo todo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2002), sendo a alimentação inadequada um dos principais fatores da obesidade (ENES; SLATER, 2010). O consumo mínimo adequado diariamente é de 400g de frutas e hortaliças, equivalendo a cinco porções dos mesmos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003).

Segundo Levy-Costa et. al. (2005) o Brasil, tem a estimativa de que o consumo, desses alimentos, corresponde a menos da metade do que se é recomendado. Existem diferenças de consumo entre cidades brasileiras, além da distinção em subgrupos populacionais como sexo, idade e outras variáveis. A desigualdade regional também é um fator de diferença no consumo, sendo menor nas regiões Norte e Nordeste. Homens e pessoas mais jovens, consomem menos hortaliças, porém a tendência é que esse consumo aumente de acordo com a idade (JAIME; MONTEIRO, 2005).

Em vista das informações anteriores, para uma alimentação saudável é necessário uma dieta diversificada e rica em frutas, legumes e verduras, além disso, uma boa alimentação está fortemente relacionada a saúde de seus consumidores, e são determinadas pelo estilo de vida dos mesmos (GARCIA, 2001; NOVAES, 2006).

### **2.2 Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs)**

O Brasil possui uma rica diversidade vegetal, amplamente reconhecida e estudada, que representa uma grande fonte de alimentos, novos princípios ativos de medicamentos e várias outras substâncias com potencial de utilização. Cita-se 46.097 espécies de plantas, fungos e algas, sendo 47% delas endêmicas do Brasil (FIORAVANTE, 2016) e entre elas estão inclusas as plantas alimentícias não-convencionais.

Segundo Kinupp; Lorenzi (2014) existem cerca de 5.000 espécies de plantas alimentícias não convencionais (PANCs) no Brasil, esse conceito refere-se as espécies cujas partes consumidas não são comuns ou convencionalmente conhecidas, como por exemplo, a banana (*Musa* spp.), cujos frutos são consumidos, mas também os frutos verdes, a casca, o coração e as flores possuem usos potenciais. Pode-se incluir nesse conceito todas aquelas espécies com tubérculos, caules, folhas, botões florais, flores e frutos potencialmente comestíveis, mas que não são reconhecidas como tal em determinadas regiões, ou seja, em algumas regiões elas são utilizadas, porém em outras regiões não, caracterizando-as como PANCs (BIONDO, 2018). Podemos observar que muitas PANCs são conhecidas pela sua utilização como espécies medicinais, porém não são utilizadas como alimento, mesmo tendo potencial para tal (FLECK et al., 2015).

A maioria das plantas chamadas "daninhas", por aparecerem entre as plantas cultivadas, são espécies com grande importância ecológica e econômica (KINUPP, 2009). Muitas destas espécies são alimentícias mesmo que não sejam tão usadas, atualmente, pela maior parte da população. Podemos citar como exemplo o caruru (*Amaranthus defluxos* L.) e o caruru-de-espinho (*Amaranthus spinosus* L.) ambas as espécies pertencem à família Amaranthaceae, são consideradas plantas daninhas em lavouras agrícolas anuais, hortas e pomares, porém seus ramos foliares e folhas, além das sementes, podem ser utilizados na alimentação humana. Elas tem ganhado essa visualização em decorrência do seu alto teor de proteínas, sua capacidade energética e seus teores de minerais (KINUPP; LORENZI, 2014).

Observa-se uma baixa diversidade alimentar em nossa agricultura, que se padroniza em menos de 30 plantas (BARBIERI et. al., 2014), sendo que, mais de 100 variedades destas plantas são perdidas ou marginalizadas tornando-se plantas subutilizadas. O desconhecimento sobre a utilidade e benefícios das PANCs, associados às tendências atuais, resultou na redução de muitas plantas que faziam parte do cotidiano alimentar, especialmente, dos moradores de zonas rurais e periferias urbanas. Essas espécies foram sendo esquecidas, principalmente, pelo desconhecimento das propriedades alimentares delas, ou seja, apresentam em sua composição maior número de

proteínas, carboidratos, carotenoides, compostos fenólicos, antioxidantes, vitaminas e minerais, tais como o potássio, magnésio, manganês, fibras em altas quantidades (KINUPP; LORENZI, 2014; PLEAPO, 2016; BIONDO; FLECK; SANT'ANNA, 2017; TEIXEIRA, 2017; ZEM et al., 2017, BIONDO, 2018).

Essas espécies possuem grande importância ecológica e econômica, por serem mais resistentes a doenças e estarem adaptadas a condições de solo e clima local, porém elas não estão organizadas enquanto cadeia produtiva propriamente dita, ao contrário das hortaliças convencionais, tais como batata, tomate, cebola, repolho, alface, etc., por não despertarem o interesse comercial por parte de empresas de sementes, fertilizantes ou agroquímicos (BRASIL, 2013).

### 2.3 Descrição dos vegetais em estágio de brotos

Os brotos são formados pelos ramos e radículas formados, total ou parcialmente, da germinação da semente, sendo a primeira fase de crescimento de uma planta após a germinação da semente, biologicamente falando (DI GIOIA et. al., 2017). Geralmente, são produzidas no escuro e embebidas em água, com um ciclo de produção de poucos dias (Tabela 1). Podem ser plantados em qualquer época do ano, sem a necessidade de solo, seja em casa ou em escala comercial (VIEIRA, LOPES, 2001; DI GIOIA et. al., 2017).

Tabela 1. Características dos vegetais em estágio broto.

<b>Ciclo vegetativo</b>	<b>Brotos 4-10 dias</b>
<b>Porção comestível</b>	Broto inteiro, incluindo as raízes
<b>Sistema de crescimento</b>	Sem solo: é necessária apenas água sem a utilização de um meio de cultura
<b>Ambiente de crescimento</b>	Não necessita de luz
<b>Exigências nutricionais</b>	Não é necessário
<b>Uso de agroquímicos</b>	Não é necessário
<b>Fase de desenvolvimento das plantas na colheita</b>	Antes do desenvolvimento completo das folhas de cotilédones



De acordo com o Regulamento da Comissão da União Européia (UE) 208/2013, o termo “brotos” refere-se ao produto obtido através da germinação das sementes que se desenvolvem em água ou em outro ambiente, sendo colhido antes do desenvolvimento do primeiro par de folhas verdadeiras, sendo consumidos inteiros, incluindo as sementes (UNIÃO EUROPÉIA, 2013).

Figura 1. Brotos de alfafa, trevo e feno grego.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2019).

Esse estágio da planta é altamente nutritivo e completamente natural, pois é uma etapa produzida sem adubo ou defensivo agrícola. São utilizadas apenas as reservas da própria semente para a germinação e desenvolvimento até o tamanho ideal para o consumo, sendo assim, são fontes de minerais, vitaminas, proteínas e possuem baixa caloria, sendo também muito apreciadas pelo seu sabor, são muito benéficos a saúde,

mantendo o metabolismo em equilíbrio e fortalecendo o sistema imunológico (VIEIRA, LOPES, 2001; RIBEIRO, 2012; OLIVEIRA, 2013a). Os brotos são comumente utilizados para a decoração de pratos em restaurantes, também são consumidos como saladas, em sanduíches, entre outros diversos pratos que são consumidos diariamente.

A produção de brotos comestíveis em casa pode ser uma maneira de realizar a agricultura urbana, reduzindo os gastos com alimentação e medicamentos, já que os mesmos são alimentos de fácil digestão e são capazes de desintoxicar o organismo, sendo assim, melhora a saúde e a qualidade de vida de quem os consomem (BONGIOLO, 2008).

Em relação ao rendimento da produção, o mesmo é compensatório, já que um quilograma de sementes de feijão-mungo-preto produz, em média, 6,2 quilogramas de brotos, além disso, a mão-de-obra utilizada é simplificada e não requer uma região específica para produzir os brotos (LIMA, 2006). Na produção de brotos existem, inicialmente, três fatores que são responsáveis pelo sucesso ou fracasso da mesma, sendo eles: a assepsia dos grãos para o cultivo, a umidade ideal e a temperatura ambiente (NAKAYAMA, 1984). O tamanho dos brotos não deve ultrapassar os dez centímetros, pois eles podem amargar (BASS, SANDERS, 1999). Eles podem ser consumidos logo após serem lavados ou podem ser embalados em vidros fechados, recipientes plásticos ou sacos próprios para congelamento e, dessa forma, podem ser congelados durante alguns dias até uma semana (DI GIOIA et. al., 2017).

No Brasil, o consumo de brotos teve um grande aumento a partir da década de 90, porém a produção ainda é restrita em decorrência da falta de tecnologias para a produção de qualidade (CANTELLI et. al., 2017). Também necessita-se de tecnologias que proporcionem a produção em larga escala, além de técnicas de processamento que concedam segurança alimentar para toda a produção (OLIVEIRA et. al., 2013), dessa forma, será vantajoso, para os produtores, o cultivo dos brotos. Outro fator que limita a produção, é a dificuldade em obter-se sementes de qualidade por um preço acessível (SILVA, 2017).

## **2.4 Espécies utilizadas**

As principais espécies utilizadas para a produção de brotos são as leguminosas (alfafa, feijão azuki, lentilha, soja, entre outros), cereais (por exemplo, cevada, milho, arroz, trigo, aveia), pseudo-cereais (como a quinoa e o amaranto), as sementes oleaginosas (entre as quais se encontram a amêndoa, avelã, linhaça e girassol), também

são usadas espécies de legumes (por exemplo, brócolis, couve, cenoura, aipo, trevo, funcho, alface, mostarda, salsa, rúcula, espinafre, agrião) (EBERT, 2013).

Tais brotos podem ser consumidos tanto crus como cozidos (EBERT 2013). Os brotos, naturalmente crocantes, são usados como aperitivos, em saladas, sopas, sanduíches podendo ser usados até em sobremesas (DI GIOIA et. al., 2017). Já os brotos de cereais, podem ser usados em massas ou cozidos (LORENZ, 1980).

Os brotos de feijão possuem uma boa produtividade sendo uma espécie rica em proteínas, vitamina B e ferro. Esses brotos devem ser consumidos, preferencialmente, crus ou levemente refogados, tendo-se assim um maior aproveitamento das vitaminas, enzimas e sais minerais presentes neles (BARRADAS et. al., 1989).

Para a produção de brotos de soja, a BRS 216 é uma cultivar brasileira que apresenta as características ideais para o cultivo, pois apresenta um tamanho reduzido de sementes (PCS igual a 10,4 gramas) e elevado teor proteico, além disso, a mesma possui sabor mais suave e agradável ao paladar humano (YOKOMIZO et. al., 2000; CARRÃO-PANIZZI et. al., 2003). São considerados alimentos de baixo valor calórico, com elevado teor proteico e de minerais e, também, possuem alto valor nutritivo (FORDHAM et. al., 1975; BAU, DEBRY, 1979; OLIVEIRA, 2013b).

Em estudos, Oliveira; Carrão-Panizzi (2016) defendem que a produção de brotos é uma atividade rentável e uma alternativa interessante para quem deseja ingressar na agroindústria, pois o sistema para o cultivo dos brotos possui baixo custo, com investimento inicial baixo e é de construção simples utilizando-se equipamentos simples e baratos. Além disso, esse sistema utiliza pouca água e energia elétrica e não é necessário o uso constante de força braçal para sua manutenção.

Em vista do pouco espaço utilizado para o sistema de produção, o baixo custo inicial e necessidade de mão-de-obra, além de gerar um produto de alto valor nutricional e com boa produtividade, essa atividade tem se mostrado muito viável aos produtores proporcionando uma melhor utilização das áreas produtivas e permitindo uma maior variedade de espécies cultivadas.

#### **2.4.1 Alfafa (*Medicago sativa*)**

A alfafa (*Medicago sativa*) pertence à família Fabaceae e tem seu centro de origem na Ásia Menor e Sul do Cáucaso, já que à região possui uma grande variedade de ecotipos. Tradicionalmente é cultivada para a alimentação animal, sendo conhecida como “rainha

das forrageiras” já que produz uma forragem tenra, succulenta e palatável aos animais (DEL POZO, 1983; RASSINI, 1999).

É uma planta herbácea, perene, ereta, ramificada e levemente aromática, possuindo folhas compostas trifolioladas, sendo os folíolos membranáceos, suas margens são serradas, possuindo de 1-2 cm de comprimento. Ela pode até, em média, 90 cm de comprimento e suas flores são purpúreas, agregadas em racenos axiliares (BARNES & SHEAFFER, 1995; MONTEIRO, 1999; FLORIEN, 2016). Possui raiz pivotante que pode atingir até cinco metros de profundidade (NUERNBERG, 1994). A alfafa é rica em proteínas, minerais e vitaminas, possui propriedades antianêmica, devido à presença de sais de ferro com boa absorção pelo organismo. Tem propriedades anticoagulantes pois a vitamina K age no processo de coagulação do sangue protegendo contra hemorragias e, também, possui uma quantidade considerável de fitoestrógenos, sendo assim, seu uso é interessante em quadros de menopausa. (FLORIEN, 2016).

Figura 2. Brotos de alfafa



Fonte: Acervo pessoal do autor (2019)

Essa é uma espécie típica de clima temperado, porém possui uma alta capacidade de adaptação climática, podendo aguentar temperaturas de  $-25^{\circ}\text{C}$  no Alasca até  $54^{\circ}\text{C}$  no Vale da Morte da Califórnia, EUA (BARNES & SHEAFFER, 1995). Deve-se atentar aos fatores edáficos para a produção dessa espécie, pois os mesmo são fatores limitantes ao seu cultivo, os solos devem ter boa profundidade e serem bem drenados além de

permeáveis. O pH do solo deve estar entre 6,5 e 7,5, que varia de acordo com a textura, matéria orgânica e acidez do subsolo (NUERNBERG, 1994; RASSINI, 1999). Também deve-se atentar a fertilidade do solo, pois é uma planta muito sensível a acidez do solo e, assim sendo, exige que haja correção da acidez e adubação para reduzir os efeitos do alumínio tóxico ( $Al^{+3}$ ), dessa forma, a produção acaba sendo limitada no nosso país (BAHIA et al., 1997).

#### **2.4.2 Feno Grego (*Trigonella foenum-graecum*)**

O feno grego (*Trigonella foenum-graecum* L.) pertence à família Fabaceae, sendo nativo da Europa Oriental e partes da Ásia, porém, atualmente, é cultivado em quase todo o mundo (YADAV & BAQUER, 2013). O nome, feno grego, é originado do latim foenum-graecum, pois essa espécie era utilizada como forragem para o gado pelos gregos e romanos. (GOYAL, GUPTA & CHATTERJEE, 2016). Na Europa, por muitos séculos, foi utilizada como condimento e ainda é um ingrediente muito usado na Índia e na Ásia.

É uma planta herbácea anual, de crescimento rápido que pode se desenvolver em áreas de pastagens secas, terras cultivadas ou não, encostas e planícies, porém, necessita de uma exposição à luz solar adequada, sendo necessário de quatro a sete meses para alcançar a maturidade fisiológica (PETROPOULOS, 2002). As folhas dessa planta são trifolioladas com bordas dentadas, atingindo de 30 a 80 cm de altura, possui flores amarelas ou brancas, que dão origem a vagens longas e estreitas, medindo de 3-15 cm de comprimento, com coloração de amarelo até castanho, sendo pontiagudas e contendo de 10 a 20 sementes com formatos oblongas ou romboides (PETROPOULOS, 2002; YADAV & BAQUER, 2013). Essa é uma cultura de sequeiro tendo baixa necessidade de água, porém em períodos de seca ela precisa de irrigação, para que seus teores de componentes bioativos e medicinais não sejam prejudicados, já que estudos indicam que em condições de irrigação a cultura tem melhores desempenhos em relação ao rendimento forrageiro (ACHARYA, THOMAS, BASU, 2006; ACHARYA et. al., 2007; BASU et. al., 2009;). Possui um bom desempenho e desenvolvimento em solos de textura argilosa a arenosa, sendo profundos e bem drenados, tendo um pH de 7,5 a 8,5 e com uma boa quantidade de calcário (CASQUERO et. al., 2009).

Figura 3. Brotos de feno grego.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2019).

As folhas são utilizadas na alimentação, tanto animal como humana, utilizadas principalmente frescas como vegetais, pois são ricas em cálcio, zinco, ferro,  $\beta$ -carotenos e outras vitaminas, como a B2, C e E, fibras, proteínas, sendo o principal o triptofano; mucilagens, lipídeos insaturados, sendo eles os ácidos linoleico, linolênico, oleico e palmítico. Mas, também, podem ser utilizadas secas como aditivos alimentares (ALONSO, 1998; AL-DALAIN, EL-LURTY & IBRAHIM, 2008; YADAV & BAQUER, 2014; AHMAD et. al., 2016; WANI & KUMAR, 2018). O feno grego possui efeitos antidiabéticos, anticancerígeno, antimicrobianos, estimulante de lactação, entre outros efeitos benéficos relacionados com características funcionais, nutricionais e terapêuticas (WANI & KUMAR, 2018). O processo de fervura, cozedura a vapor e de fritura, causa a perda de 7 a 11% das vitaminas presentes nas folhas, pelo processo de degradação das proteínas através do calor (AHMAD et. al., 2016).

## 2.5 Atributos de qualidade

Ao falar sobre a qualidade de produtos hortícolas deve-se atentar que após a colheita, os produtos não melhoram sua qualidade, apenas a mantêm, ou seja, devem ser colhidos com qualidade. Segundo SARGENT et. al. (2006), a qualidade de hortaliças refere-se à ausência de defeitos, tais como, imperfeições, lesões mecânicas, lesões fisiológicas, doenças e perda de água. O autor ressalta que a perda de qualidade dos produtos hortícolas frescos é cumulativa, ou seja, cada incidente de manuseamento incorreto reduzirá a qualidade do produto.

A EMBRAPA (2017) classifica a qualidade das hortaliças em atributos como: aparência (cor, frescor, defeitos), consistência (firmeza, resistência e integridade do tecido), sabor e aroma, teor de nutrientes e segurança alimentar. Dessa forma, a aparência pode ser considerada um dos fatores mais importante para os consumidores, por ser o primeiro aspecto a ser observado pelos mesmos. A coloração é originada dos pigmentos presentes nas frutas e hortaliças. Nas hortaliças folhosas, o principal pigmento presente é a clorofila que define o tom verde nas mesmas. A clorofila, ao longo do tempo, se degrada pelo processo de envelhecimento da hortaliça, porém também pode ser degradada pela ausência das boas práticas nas operações de colheita e pós-colheita, acarretando no escurecimento das hortaliças e, conseqüentemente, na rejeição do consumidor (BARRETT; BEAULIEU; SHEWFELT, 2010; SOLOVCHENKO; YAHIA; CHEN, 2019).

Outro fator que reduz a comercialização das hortaliças é a perda de água, sendo também, uma das principais causas da deterioração das mesmas (RUIZ-GARCIA et. al., 2010). As hortaliças folhosas possuem um teor de água elevado, variando de 80% a 95%, no momento da colheita. Elas demonstram a perda de água, através do murchamento de suas folhas após a perda de, em média, 3% a 5% de água (HOLCROFT, 2015).

O sabor, além da aparência, também é outro fator que determina a aceitação do produto pelo consumidor. Alguns brotos possuem sabor picante, como o broto de rabanete, outros são delicados e de sabor suave, como os brotos de alfafa e trevo (VIEIRA, 2007).

Os antioxidantes são classificados como qualquer substância que, quando presente em concentrações menores que as do substrato oxidável, são capazes de atrasar ou inibir a oxidação do mesmo, seja de forma direta, com a neutralização da ação dos radicais livres e espécies não-radicaais, ou indireta, na participação dos sistemas enzimáticos com tal capacidade (HALLIWELL; WHITEMAN, 2004). Podemos citar como exemplos o ácido ascórbico, os carotenoides, os flavonoides e os tocoferóis, que estão presentes em altas concentrações em frutas e hortaliças e estão relacionadas a proteção contra doenças crônicas e cardiovasculares (BERGQUIST; GERTSSON; OLSSON, 2006).

Os brotos de alfafa possuem altas quantidades de vitaminas, fitoestrógenos e saponinas, além de possuir, também, altos valores de vitamina A e C em relação à semente (DAL BOSCO et. al., 2015). Também existem em leguminosas, tais como, soja e feijão, compostos biologicamente ativos que estão relacionados com a diminuição do risco de algumas doenças, como câncer de próstata, mama e pulmão (SILVA, 2017). Os brotos,

em geral, possuem diversas funções, tais como, antioxidante, anticarcinogênica, anti-inflamatória, antiviral, entre outras (FERREIRA, 2002).

Os compostos fenólicos são os antioxidantes mais encontrados na natureza, sendo muito utilizados em indústrias alimentícias, para prevenir as oxidações lipídicas, auxiliando na preservação da qualidade nutricional do alimento, conseqüentemente reduzindo os danos provocados pelos radicais livres (PRADO, 2009). Eles são produtos originados do metabolismo secundário das plantas, pois o mesmo ocorre durante o crescimento e reprodução das plantas. Também são produzidos em condições de estresse durante o desenvolvimento das frutas e hortaliças (ANGELO; JORGE, 2007; GUO et. al., 2012).

Dentre os compostos fenólicos, os flavonoides constituem o maior grupo dos mesmos, sendo seus principais representantes (GUO et. al., 2012). Eles são importantes na cardioproteção, sendo capazes de inibir a xantina oxidase, conseqüentemente inibindo a formação de radicais livres e, assim, combatendo o envelhecimento precoce (SILVA, 2013).

Os carotenoides são pigmentos acessórios que expressam os tons de amarelo, laranja e vermelho. Em decorrência da estrutura que possui, ou seja, ligações duplas conjugadas, esses carotenoides apresentam propriedade antioxidante, possuindo uma ação protetora, pois reduz a oxidação do colesterol LDL e, dessa forma, previne doenças patológicas cardiovasculares, modula o sistema imunológico e desempenha propriedades antitumorais (KIM; PARK, 2009; WANG et al., 2014; YAHIA; GARCÍA-SOLÍS; CELIS, 2019). Apesar de não haver um valor específico para o consumo diário de carotenoides, existem evidências epidemiológicas que indicam que concentrações sanguíneas com teores mais elevados de  $\beta$ -caroteno e outros carotenoides, adquiridos pela ingestão de alimentos, estão relacionados a um menor risco de ocorrência de doenças crônicas (OTTEN et al., 2006).

## **2.6 Mapa de co-ocorrência**

A investigação do modelo de crescimento da literatura e a identificação dos principais autores e publicações sobre algum assunto específico é uma etapa inicial, porém é importante para o desenvolvimento de um tema (OLCZYK, 2016). Após a definição de um problema-tese deve-se verificar o que já foi publicado sobre o mesmo pelos pesquisadores e cientistas (CASARIN; CASARIN, 2012).



De acordo com Robredo e Cunha (1998), a análise das co-ocorrências entre pares de palavras possibilita o estabelecimento de índices estatísticos que indicam a força de associação entre os mesmos e, partindo desses valores, conseguir mapear o estado de uma área do conhecimento num momento específico.

O software VOSViewer®, criado por Van Eck e Waltman (2010), permite visualizar e construir mapas bibliométricos utilizando dados de rede, a partir de banco de dados como o Scopus, usando técnicas de mapeamento e agrupamento VOS. Além disso, esse software, também possibilita a exploração das diferentes características presentes nesses mapas, por exemplo, publicações, citações, palavras-chaves e autores (RUAS; PEREIRA, 2014).

Utilizando a base de dados Scopus para a pesquisa bibliográfica com os temas principais (hortaliças, plantas alimentícias não-convencionais e brotos) abordados nesta pesquisa com objetivo de encontrar trabalhos que englobem os três temas em concomitância, sendo assim, encontrou-se um total de 50 publicações entre 2000 e 2019, contendo 636 palavras-chave. A análise de co-ocorrência foi realizada com as palavras-chave das publicações selecionadas, após a aplicação do requisito de ocorrência mínima de 2 e fazer uma pré-seleção das mesmas o total dessas palavras reduziu-se para 31.

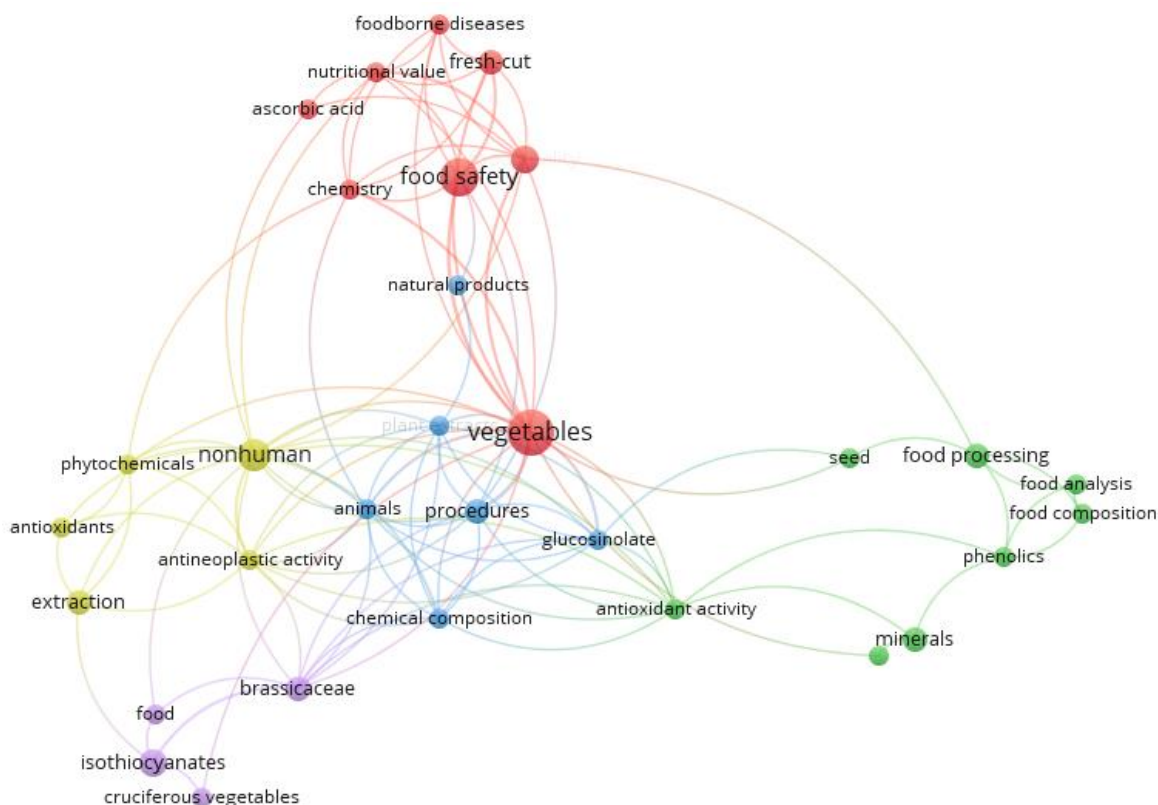
Na Figura (4) é apresentado um panorama científico resultante do mapa de co-ocorrência dos termos pesquisados, onde cada círculo representa um termo ou palavra-chave e o tamanho dos mesmos indica a utilização da mesma medida em termos de publicações. Do mesmo modo, as distâncias entre as palavras são importantes, pois quanto menor a distância entre elas, maior o número de co-ocorrências (ISLAM et. al., 2018).

As palavras-chave que possuem maior ocorrência na análise realizada foram hortaliças (10), segurança alimentar (7), não humano (5), isotiocianatos (4), qualidade alimentar (4) e procedimentos (3). Foram formados 5 clusters baseados na força de associação das palavras-chave. Sendo assim, pode-se concluir que o maior número das publicações referentes aos temas abordados está focada na saúde alimentar e qualidade no consumo das hortaliças, além disso, também podemos observar estudos com hortaliças para o combate de doenças, conforme visto no número de ocorrência e na proximidade entre os clusters azul ciano e amarelo com as palavras-chaves principais (hortaliças, segurança alimentar e isotiocianatos) descritas na Figura 4.

Observa-se também que os assuntos análise alimentar (2) e composição alimentar (2) foram pouco estudados quando comparados aos demais assuntos representados no

mapa de co-ocorrência, pois tiveram pouca ocorrência e estão em locais mais afastados dos outros temas mais estudados, apesar de ainda terem relação.

Figura 4. Mapa de co-ocorrência de hortaliças, plantas alimentícias não-convencionais e brotos de 2000 a 2019.



Fonte: Acervo pessoal.

Os assuntos PANC's, compostos fenólicos, atividade antioxidante e Fabaceae apresentam pouca ou nenhuma correlação, podendo observar que alguns nem aparecem no mapa de co-ocorrência (Figura 4), ou seja, não há publicações que abordem esses temas em conjunto. Sendo assim, é possível concluir que existe uma lacuna na literatura passível de ser explorada, tornando os objetivos do presente estudo altamente relevantes para a pesquisa científica.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Cultivo dos vegetais, colheita e preparo das amostras

Esse experimento foi executado entre dezembro de 2019 a março de 2020 no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciências dos Alimentos, localizado na Universidade Federal de Lavras, Brasil.

O plantio foi realizado no kit Broto Fácil utilizando sementes não peletizadas de alfafa (*Medicago sativa*) e de feno grego (*Trigonella foenum-graecum*). O kit é composto por três bandejas de plástico acrílico nas dimensões de 19,0 cm x 19,0 cm x 7,5 cm, um reservatório de água de plástico acrílico nas dimensões de 18,6 cm x 18,6 cm x 5,2 cm, três tampas de germinação de plástico branco nas dimensões de 7,2 cm x 1,2 cm, uma colher dosadora nas dimensões de 15,5 cm x 3,5 cm e um borrifador manual de 450 mL. O plantio foi mantido sob temperatura ambiente ( $27^{\circ}\text{C}\pm 7$ ), luz e umidade ambiente.

As sementes foram deixadas de molho em vidros de conserva fechados com as tampas de germinação durante 8 horas, após esse período, as sementes que estavam na superfície da água foram descartadas, escoou-se a água no vidro e preencheu novamente com água a escoando logo em seguida, esse processo foi repetido três vezes, e após isso, o vidro ficou inclinado de cabeça para baixo para escoar o restante da água. Esse processo de lavagem das sementes foi repetido duas vezes ao dia. Após a germinação das sementes, que ocorreu após dois dias, elas foram transferidas para as bandejas de acrílico e niveladas com um garfo, formando uma camada uniforme na bandeja. Duas vezes ao dia, com o borrifador, os germinados foram regados até escoar a água. E quatro dias após a germinação foi colhida a alfafa e no dia seguinte foi colhido o feno grego.

As amostras foram colhidas sem remover nenhuma parte dos brotos, ou seja, com as raízes intactas. Essas amostras foram congeladas com nitrogênio líquido e armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$ , para a execução das análises dos compostos bioativos e carotenoides totais, e outra porção foi destinada imediatamente para a realização da análise de clorofila total e para as análises físico químicas: teor de matéria seca, coloração, pH e acidez titulável.

## **3.2 Características avaliadas**

### **3.2.1 Teor de matéria seca**

A determinação da matéria seca foi realizada em triplicata baseando-se no método oficial da AOAC (2012), onde a mesma foi calculada como a porcentagem de massa fresca (folhas, caule e raiz) após a dessecação em estufa a  $55^{\circ}\text{C}$  até peso constante (em torno de 28 h) conforme determinado, em uma balança analítica. Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.2.2 Compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante**

#### **3.2.2.1 Obtenção dos extratos**

O procedimento utilizado foi adaptado de Rufino et. al. (2010). Pesou-se 2 g da amostra em um tubo de centrífuga, adicionou-se 9ml de água deionizada, homogeneizou-se e deixou-se em repouso por 20 minutos ao abrigo da luz, após esse período, os tubos foram levados ao banho ultrassom por 15 minutos, seguido de centrifugação a 10000 rpm por 5 minutos a 4°C e filtragem em papel de filtro (papel filtro qualitativo, 15 cm de diâmetro, Unifil®) transferindo-se o sobrenadante filtrado para um frasco escuro. Ao resíduo da primeira extração, adicionou-se 9 mL de água deionizada, seguindo-se o mesmo procedimento anteriormente explicado, sendo que o sobrenadante filtrado obtido foi adicionado ao primeiro, no frasco escuro e homogeneizado. Esse extrato obtido foi utilizado para as análises posteriores.

#### **3.2.2.2 Fenólicos totais**

O teor de fenólicos totais foi determinado utilizando o ensaio de Folin-Ciocalteu (PARADISO et. al., 2018), com algumas alterações. Em resumo, em cada poço de uma microplaca de 96 poços, fundo chato, 30 µL do extrato foram misturados com 150 µL do reagente Folin-Ciocalteu a 10% (v/v), sendo adicionadas, após 4 minutos, mais 120 µL de uma solução de carbonato de sódio a 4% (p/v). Essa mistura reativa foi colocada ao abrigo da luz por 2 horas, logo após o teor de fenólicos totais foi determinado a 720 nm utilizando um leitor de microplacas (EZ Read 2000, Biochrom®). O cálculo do teor de fenólicos foi realizado a partir da equação da reta obtida da curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG) por cem gramas de amostra fresca.

#### **3.2.2.3 Atividade antioxidante**

##### **3.2.2.3.1 Captura do radical livre ABTS+**

Para a determinação da atividade antioxidante fundamentada na captura do (ABTS+), por um antioxidante. Foi preparada uma solução (ABTS+) fazendo-a reagir o sal de diamônio 2,2'-azinobis (ácido 3-etilbenzotiazolino-6-sulfônico) a uma concentração de 7 mmol.L<sup>-1</sup> com persulfato de potássio 2,45 mmol.L<sup>-1</sup> à temperatura ambiente durante 16 horas. A solução obtida foi diluída com etanol até uma absorbância de 0,70±0,05 a 734 nm. Alíquotas de 3 µL de padrões TROLOX (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-ácido carboxílico) e extratos foram pipetadas em cada poço de uma

microplaca de 96 poços, fundo chato. Também pipetou-se 297  $\mu\text{L}$  de solução radical em cada poço. Após 6 minutos do tempo de reação ao abrigo da luz, a absorbância foi medida a 734 nm no mesmo leitor de microplacas citada anteriormente. Os resultados da atividade antioxidante foram expressos como equivalentes  $\mu\text{Mol}$  de TROLOX por grama de amostra fresca, com base em uma curva de calibração com concentrações conhecidas de TROLOX (AUZANNEAU et. al., 2018).

#### **3.2.2.3.2 Redução do complexo fosfomolibdênio**

A determinação pelo complexo fosfomolibdênio baseia-se na redução de Mo (VI) para Mo (V) pela análise da amostra e subsequente formação de um complexo de fosfato verde Mo (V) a pH ácido. A capacidade antioxidante total foi determinada pelo método desenvolvido por Prieto; Pineda; Aguilar (1999). Uma alíquota de 200  $\mu\text{L}$  dos extratos foram adicionados a um tubo de ensaio, junto com 800  $\mu\text{L}$  de água deionizada e mais 3 mL de solução reagente (ácido sulfúrico 1,8 M, fosfato de sódio monobásico 0,084 M e molibdato de amônio 0,012 M). Os tubos de ensaio foram levados ao banho-maria a 95°C por 90 minutos. Após o resfriamento dos tubos, a absorbância foi medida em um leitor de microplacas (EZ Read 2000, Biochrom®), a 695 nm. Os resultados da atividade antioxidante foram expressos em miligramas de ácido ascórbico por cem gramas de amostra fresca, com base em uma curva de calibração com concentrações conhecidas de ácido ascórbico.

#### **3.2.3 Cor**

A cor foi medida em 10 diferentes pontos nas hortaliças, utilizando-se um colorímetro (Konica Minolta). As medições foram obtidas nos parâmetros de espaço de cores CIELAB da Comissão Internacional de l'Éclairage: claridade ( $L^*$ ), croma ( $C^*$ ) e ângulo hue ( $h^\circ$ ).

#### **3.2.4 Clorofila total**

O teor de clorofila foi mensurado com o auxílio de um clorofilômetro da empresa Falker Automação Agrícola (CFL1030, clorofiLOG®). As medições foram obtidas a partir de 10 plantas diferentes, sendo que o equipamento já fornece o valor total do teor de clorofila, expresso em ICF: Índice de Clorofila Falker (FALKER, 2008).

### 3.2.5 Carotenoides totais

Os carotenoides totais foram quantificados através do método espectrofotométrico proposto por Rodriguez-Amaya (2001). As leituras foram realizadas em um espectrofotômetro a 444 nm, 450 nm e 470 nm, que correspondem, respectivamente, aos comprimentos de onda específicos dos carotenoides,  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno e licopeno. Após a medição o teor de cada carotenoide foi calculado segundo a fórmula:

$$\mu g \cdot g^{-1} = \frac{A \times V \times 10^6}{A1cm1\% \times M \times 100}$$

Onde A é a absorvância da solução no comprimento de onda específico, V é o volume final da solução, A1cm1% é o coeficiente de extinção ou coeficiente de absorvidade molar de um pigmento em um determinado solvente específico, no caso o éter de petróleo, e M é a massa da amostra tomada para em g. Os resultados foram expressos em  $\mu g \cdot 100 g^{-1}$  de amostra fresca.

### 3.2.6 pH e acidez titulável

O pH foi medido utilizando um pHmetro TECNAL®, e a acidez titulável foi determinada através da titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01 N, usando a fenolftaleína como indicador, de acordo com a AOAC (2012). Os resultados foram expressos em mg ácido cítrico.100 g<sup>-1</sup> de amostra.

### 3.3 Análise dos resultados

Os ensaios foram realizados em triplicatas. Os dados foram expressos como a média juntamente com o desvio padrão. Todos os cálculos dos dados relacionados com análises químicas foram expressos em peso fresco. As análises foram realizadas através do programa excel onde, também, foi obtida uma representação gráfica, sendo utilizado o gráfico de radar, dos aspectos nutricionais dos brotos de alfafa e de feno grego.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Teor de matéria seca

Os valores médios do teor de matéria seca dos brotos de alfafa e de feno grego foram, respectivamente, os valores de  $5,75 \pm 0,57\%$  e  $7,70 \pm 0,04\%$ , dessa forma, podemos observar que o feno grego possui um maior teor de matéria seca. Boschi (2015) em seu estudo com os diferentes estádios da abóbora encontrou um teor de umidade nas folhas germinadas de 90,33%. Em estudo realizado por Augustin et al. (1983) e citados por

Vieira e Lopes (2001), os brotos de alfafa apresentaram 88,3% de água em sua constituição. Assim sendo, é possível observar que os brotos estudados apresentaram um menor teor de matéria seca ao comparar com os estudos já realizados. Conforme os brotos se desenvolvem, o teor de matéria seca vai aumentando, como visto no estudo de Boschi (2015), pois aumenta-se a quantidade de outros elementos estruturais, como exemplo, as fibras.

#### 4.2 Compostos fenólicos e capacidade antioxidante

Os compostos fenólicos e a capacidade antioxidante foram determinados em ambas as espécies de brotos estudados (Tabela 2). A maior concentração de compostos fenólicos totais foi encontrada nos brotos de alfafa. Em relação à capacidade antioxidante, os brotos de feno grego apresentaram maior capacidade em reduzir o complexo fosfomolibdênio, enquanto os brotos de alfafa possuem maior capacidade em sequestrar o radical ABTS+.

Tabela 2: Médias de fenólicos totais e capacidade antioxidante de alfafa e feno grego.

<b>Brotos</b>	<b>mg EAG.100 g<sup>-1</sup></b>	<b>mg ácido ascórbico.100 g<sup>-1</sup></b>	<b>µM trolox.g<sup>-1</sup>de broto</b>
<b>Alfafa</b>	26,33 ± 2,34	213,65 ± 10,65	1654,26 ± 2,41
<b>Feno Grego</b>	16,07 ± 4,41	335,22 ± 15,26	1157,41 ± 1,40

Fonte: Acervo pessoal do autor.

Pereira (2016), em um estudo realizado nos brotos de palma minimamente processados, variedades ‘Gigante’ e ‘Miúda’, foram encontrados, respectivamente, 122,0 e 37,0 mg de ácido gálico.100 g<sup>-1</sup>, em outro estudo, Farias (2013) encontrou em brotos de palma da variedade ‘Redonda’ valores de fenólicos acima de 140 mg.100 g<sup>-1</sup>. Dessa forma, as concentrações encontradas nesse estudo foram inferiores as encontradas nas literaturas consultadas.

Martinez et. al. (2011) em seu estudo com soja germinada encontrou 5,86 µM trolox utilizando extrato metanólico. Já Lopes (2017) estudando feijão-mungo germinado em extrato aquoso encontrou 591,53±4,92 µmol de trolox.100 g<sup>-1</sup>. Para ambos resultados foi utilizada a metodologia da captura do radical ABTS+. Dessa forma, pode-se concluir que os brotos estudados possuem maior capacidade antioxidante quando comparados a literatura consultada.

Porém em relação a atividade antioxidante deve-se considerar que estudos relatam que hortaliças submetidas a diferentes técnicas de processamento podem sofrer alterações em seu potencial antioxidante, em decorrência das mesmas (SIKORA et al., 2008; RIGUEIRA et al., 2016). Além disso, o uso de diferentes solventes influencia o conteúdo de fitoquímicos extraídos, dessa forma, influencia na capacidade antioxidante (SILVA, 2018).

Em vista da presença dos compostos fenólicos e pela capacidade antioxidante, o consumo desses brotos podem vir a auxiliar na manutenção da saúde dos consumidores.

### 4.3 Cor

Os valores do L\*, C\* e ângulo hue da alfafa e do feno grego foram, respectivamente,  $40,5 \pm 6,72$ ,  $23,0 \pm 5,10$  e  $92,7 \pm 5,73$  e  $45,0 \pm 2,27$ ,  $24,9 \pm 3,34$  e  $90,0 \pm 7,06$ . Com base nesses valores pode-se afirmar que o broto de feno grego apresenta um tom de verde mais escuro e vibrante.

### 4.4 Clorofila total

O teor de clorofila total teve uma leve diferença entre as médias das espécies de brotos estudadas, alfafa e feno grego, sendo os valores encontrados  $22,75 \pm 3,00$  e  $26,44 \pm 3,61$  ICF (Índice de Clorofila Falker), respectivamente. Em estudo realizado por Araújo (2019), o teor de clorofila encontrado nas diferentes estádios de maturação foi proporcional à massa foliar, ou seja, conforme a hortaliça vai se desenvolvendo, ocorre o aumento da área foliar e conseqüentemente o teor de clorofila. As clorofilas são pigmentos produzidos na fotossíntese dos vegetais, tendo como função principal a captura da luz e, durante a fotossíntese, converte-la em energia química, armazenando-a na forma de açúcares, como a glicose (SOLOVCHENKO; YAHIA; CHEN, 2019).

### 4.5 Carotenoides totais

A média de concentração dos carotenoides totais (Tabela 3) foi diferente nos brotos estudados, sendo que o feno grego apresentou o maior valor do mesmo.

Tabela 3. Médias de carotenoides totais ( $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) de brotos de alfafa e feno grego.

<b>Brotos</b>	<b><math>\alpha</math>-caroteno</b>	<b><math>\beta</math>-caroteno</b>	<b>Licopeno</b>	<b>Carotenoides Totais</b>
<b>Alfafa</b>	$6,31 \pm 0,16$	$6,89 \pm 0,21$	$2,80 \pm 0,07$	$16,00 \pm 0,42$

Fonte: Acervo pessoal do autor.



<b>Feno Grego</b>	15,25 ± 0,14	16,45 ± 0,35	7,90 ± 0,85	39,60 ± 0,38
-------------------	--------------	--------------	-------------	--------------

---

Em um estudo realizado por Silva (2014), utilizando-se germinados de painço, encontrou, em média, 3,55 mg  $\beta$ -caroteno.100 g<sup>-1</sup> MS (Matéria Seca) . Já Boschi (2015) em seu estudo com os diferentes estádios da abóbora encontrou 1,04 mg  $\beta$ -caroteno.100 g<sup>-1</sup>00g MF (Matéria Fresca) e 11,15 mg  $\beta$ -caroteno.100 g<sup>-1</sup> MS em folhas germinadas.

Em vista dos valores encontrados de carotenoides nos brotos de alfafa e feno grego pode-se concluir que os mesmos são boas fontes desses pigmentos para a dieta humana.

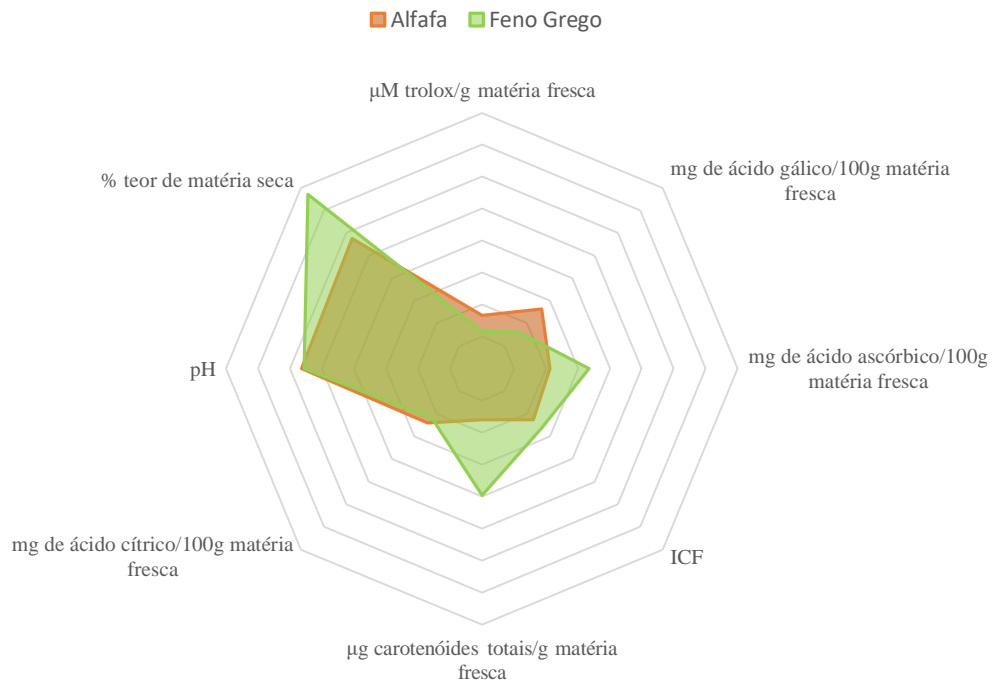
#### 4.6 pH e acidez titulável

O valor de pH da alfafa foi maior que o de feno grego sendo eles, respectivamente, 5,64±0,09 e 5,57±0,03, da mesma forma que o valor encontrado para a acidez titulável da alfafa também foi maior que a de feno grego, sendo os valores encontrados, 0,24±0,02 mg e 0,22±0,02 mg de ácido cítrico.100 g<sup>-1</sup> de amostra fresca, respectivamente. Através desses resultados pode-se observar que os brotos de alfafa são ligeiramente mais ácidos que os de feno grego.

Em seu estudo com os diferentes estádios da abóbora Boschi (2015), em folhas germinadas, encontrou o pH de 5,90 e a acidez titulável de 0,18 g de ácido cítrico.100 g<sup>-1</sup>. Loures, Nóbrega e Coelho (2009) em seu estudo com brotos de lentilha encontraram um teor médio de 2,64% de acidez e valores médios de 5,48 de pH. Assim sendo, os valores encontrados nos brotos estudados estão entre os valores encontrados na literatura.

Um resumo dos aspectos nutricionais mais relevantes dos brotos de alfafa e do feno grego é apresentado na Figura 5, onde pode-se observar as principais diferenças entre os mesmos e, também, são apresentadas as características mais importantes de cada um. Os brotos de feno grego apresentaram maior teor de matéria seca, maiores valores de carotenoides totais, maior quantidade de clorofila e maior capacidade antioxidante pela metodologia de redução do complexo fosfomolibdênio. Já os brotos de alfafa apresentaram maiores quantidades de compostos fenólicos, maior capacidade antioxidante pela metodologia da ABTS+, maior valor de pH e de acidez titulável.

Figura 5. Resumo dos aspectos nutricionais dos brotos de alfafa e feno grego



Fonte: Acervo pessoal do autor.

## 5 CONCLUSÕES

Os brotos de alfafa apresentam uma maior concentração de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante pela metodologia ABTS+, além de possuir um caráter levemente mais ácido que os brotos de feno grego.

Os brotos de feno grego apresentam menos água em sua composição, maior quantidade de clorofila total, maior concentração de carotenoides totais e de capacidade antioxidante pela metodologia de redução do complexo fosfomolibdênio. Além disso, o feno grego apresenta um tom de verde mais escuro e vibrante que a alfafa.

O consumo desses brotos gera um maior consumo de compostos bioativos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, S. N.; THOMAS, J. E.; BASU, S. K. Fenugreek: an “old world” crop for the “new world”. **Biodiversity**, v. 7, n. 3-4, p. 27-30, 2006.

ACHARYA, S. N., BLADE, S. MIR, Z. & MOYER, J.R. Tristar fenugreek. **Canadian journal of plant science**, v. 87, n. 4, p. 901-903, 2007.

AHMAD, A.; ALGHAMDI, S. S.; MAHMOOD, K. & AFZAEEL, M. Fenugreek a multipurpose crop: Potentialities and improvements. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 23, n. 2, p. 300-310, 2016.

AL-DALAIN, S.; EL-KUTRY, M.; IBRAHIM, H. S. Inhibitory effect of aqueous extracts of barley and fenugreek on ulcer induction in rats. **World Appl Sci J**, v. 5, n. 3, p. 332-9, 2008.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. v. 66, n. 1, p. 1 – 9, 2007.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY). **Official methods of analysis**. 19.ed. Gaithersburg, 2012. pg 3000.

ARAÚJO, A. B. S. **Qualidade pós-colheita do agrião da terra nos estádios “Microgreen” e “Baby leaf”**. 2019. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

AUGUSTIN, J.; COLE, C. L.; FELLMAN, J. K.; MATTHEWS, R. H.; TASSINARI, P. L.; WOOD, H. Nutrient content of sprouted wheat and selected legumes. **Cereal Food World**, v. 28, n. 6, p. 358-61, 1983.

AUZANNEAU, N.; WEBER, P.; KOSIŃSKA-CAGNAZZOA, A.; ANDLAUERA, W. Bioactive compounds and antioxidant capacity of *Lonicera caerulea* berries: Comparison of seven cultivars over three harvesting years. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 66, 2018. pg. 81-89.

BAHIA FILHO, A.F.C.; MAGNAVACA, R.; SCHAFFERT, R.E. Identification, utilization and economic impact of maize germplasm tolerant to low levels of phosphorus and toxic levels of exchangeable aluminum in Brazilian soils. In: **Plant soil interaction at low pH: sustainable agriculture and forestry production**. Belo Horizonte-MG, p.59-72, 1997.

BARBIERI, R. L., COSTA GOMES, J. C., ALERCIA, A., PADULOSI, S. Agricultural Biodiversity in Southern Brazil: Integrating Efforts for Conservation and Use of Neglected and Underutilized Species. **Sustainability** 6, p.741-757, 2014.

BARNES, D.K.; SHEAFFER, C.C. Alfafa. In: BARNES, R.F. et ai. **Forages: an introduction to grassland agriculture**. 5.ed. IowaState: University Press, 1995. v.1,p.205-216.

BARRADAS, Carlos AA; SAYÃO, F. A. D.; DUQUE, Fernando Faria. Feijão mungo-uma alternativa protéica na alimentação. **Embrapa Agrobiologia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1989.

BARRETT, D. M.; BEAULIEU, J. C.; SHEWFELT, R. Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, 2010. pg. 369-389.

BASS, L.; SANDERS, D. C. Beans prouts and Other Vegetable Seed Sprouts. **Horticulture Information Leaflet** No. 8106. North Carolina Cooperative Extension Service, 1999.

BASU, S. K., ACHARYA, S. N., BANDARA, M. S., FRIEBEL, D., THOMAS, J. E. Effects of genotype and environment on seed and forage yield in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) grown in western Canada. **Australian Journal of Crop Science**, v. 3, n. 6, p. 305, 2009.

BAU, H. M.; DEBRY, G. Germinated soybean protein products chemical and nutritional evaluation. **Journal of the American Oil Chemists' Society, Champaign**, v. 56, n. 3, p. 160-162, 1979.

BERGQUIST, S.A.M.; GERTSSON, E.U.; OLSSON, M.E. Influence growth stage and postharvest storage on ascorbic acid and carotenoid content and visual quality of baby spinach (*Spinacia oleracea* L.). **Journal Science Food Agriculture**. v.86, 2006. pg 346–355.

BIONDO, E.; FLECK, M. SANT'ANNA, V. Centesimal and mineral analysis of native wild strawberries from Southern of Brasil. In.: ConferenceSerries.com. **Journal of Food Processing & Technology: Open Access**, Vol. 8.Issue 1, p. 101. Agri World & Euro Food and Bevarage, Amsterdam, 2017.

BIONDO, E., FLECK, M., KOLCHINSKI, E. M., VOLTAIRE, S. A., POLESI, R. G. Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais no Vale do Taquari, RS. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 4, n. 1, p. 61-90, 2018.

BONGIOLO, G. T. **Produção de brotos comestíveis com fonte alternativa de água no contexto da agricultura urbana**. 2008. 51 p. Relatório de estágio (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

BOSCHI, K. **Caracterização das propriedades químicas e antioxidantes da semente, germinados, flores, polpa e folha desenvolvida de abóbora (Cucurbita pepo L.)**. 2015. Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

BRASIL, **Ministerio da agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Manual de hortaliças não convencionais – Brasília: MAPA, 2013. 99p.

CANTELLI, K. C., SCHMITD, J. T., OLIVEIRA, M. A. D., STEFFENS, J., STEFFENS, C., LEITE, R. S., & CARRÃO-PANIZZI, M. C. Brotos de linhagens genéticas de soja: avaliação das propriedades físico-químicas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; SIMÃO, A. S.; KIKUCHI, A. Efeitos de genótipos, ambientes e de tratamentos hidrotérmicos na concentração de isoflavonas agliconas em grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 897-902, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003000800001>.

CASARIN, H. C. S.; CASARIN, S. J. Pesquisa científica: da teoria à prática. **Curitiba: Ibpex**, 2012.

CASQUERO P.A. OLAIZ I., MARCOS M.F., CAMPELO P., REINOSO B. Leguminosas grano tradicionales cultivadas en España. **Vida Rural**, n. 300, p. 42-46, 2009.

DAL BOSCO, A., CASTELLINI, C., MARTINO, M., MATTIOLI, S., MARCONI, O., SILEONI, V., S. RUGGERI BENINCASA, P. The effect of dietary alfalfa and flax sprouts on rabbit meat antioxidant content, lipid oxidation and fatty acid composition. **Meat science**, v.106, p.31-37, 2015.

DEL POZO, M. La alfafa, su cultivo y aprovechamiento. Madrid, **Mundi- Prensa**, 1983. 380p.

DI GIOIA, F.; RENNA, M.; SANTAMARIA, P. Chapter 11- Sprouts, Microgreens and “Baby Leaf” Vegetables. **Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables**. Estados Unidos: Springer, 2ªed, 2017. pg 405-410.

EBERT, A.W. Sprouts, microgreens, and edible flowers: the potential for high value specialty produce in Asia. **SEAVEG 2012: High Value Vegetables in Southeast Asia: Production, Supply and Demand**, p. 216-227, 2013.

EMBRAPA. Produção agrícola orgânica: recomendações pós-colheita para agricultores e comerciantes. Comunicado técnico-227, Rio de Janeiro-RJ, dezembro 2017. Disponível em:<  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1081900/1/CT227finalizado22dez1.pdf>>. Acesso em: 17/06/2020.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. Manual do medidor eletrônico declorofila ClorofiLOG CFL 1030, Porto Alegre, 2008. 4p.

FARIAS, V. F. S. Avaliação do desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (*Opuntia sp.*) para o consumo humano. 2013. 74 f. **Dissertação**

(**Mestrado em Sistemas Agroindustriais**), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal.

FERREIRA, R.A.S. Dossiê Soja. **Nutrição Brasil**. Rio de Janeiro, v.1, n.3, p. 177-186, 2002.

FLECK, M., BIONDO, E., SANT'ANNA, V., KOLCHINSKI, E., KRYCKY, K. C., CEMIN, P., ZAMBIASI, I. C. Número cromossômico, comportamento meiótico e viabilidade de grãos de pólen em populações de *Vasconcellea quercifolia* A.St.Hill. (Caricaceae) nativas no Vale do Taquari. **Revista Eletrônica Científica Uergs**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.19-24, 2015.

FLORIEN. Alfafa. Disponível em: <http://florien.com.br/wp-content/uploads/2016/06/ALFAFA.pdf>. Acesso em: 9 de abril de 2020.

FORDHAM, J. R.; WELLS C. E.; CHEN, L. H. Sprouting of seeds and nutrient composition of seeds and sprouts. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 3, p. 552-556, 1975. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1975.tb12526.x>.

GARCIA, R. W. D. Dieta Mediterrânea: inconsistências ao se preconizar modelos de dieta. **Cadernos de Debate**, v. 8, p. 28-36, 2001.

GOYAL, S.; GUPTA, N. & CHATTERJEE, S. (2016). Investigating therapeutic potential of *Trigonella foenum-graecum* L. as our defense mechanism against several human diseases. **Journal of Toxicology**, volume 2016, 1 - 10.

GUO, X.; LI, T.; TANG, K.; LIU, R. H. Effect of Germination on Phytochemical Profiles and Antioxidant Activity of Mung Bean Sprouts (*Vigna radiata*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 60, p. 11050-11055, 2012.

HALLIWELL B., WHITEMAN M., Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? **British journal of pharmacology**, v. 142, n. 2, p. 231-255, 2004.

HOLCROFT, D. Water relations in harvested fresh products. Oregon: Postharvest Education Foundation, 2015. (PEF White Paper, 15-01). Disponível em: <<https://postharvest.org/Water%20relations%20PEF%20white%20paper%20FINAL%20MAY%202015.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2020.

ISLAM, M. T., HUDA, N., ABDULLAH, A. B., SAIDUR, R. A comprehensive review of state-of-the-art concentrating solar power (CSP) technologies: Current status and research trends. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 91, n. November 2017, p. 987–1018, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.097>. Acesso em: 15 de julho de 2020.

- JAIME, P. C.; MONTEIRO, C. A. Fruit and vegetable intake by Brazilian adults, 2003. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, p. S19-S24, 2005.
- KIM, M.; PARK, J. Cruciferous vegetable intake and the risk of human cancer: Epidemiological evidence: Conference on 'Multidisciplinary approaches to nutritional problems' Symposium on 'Nutrition and health'. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 68, 2009. pg. 103-110.
- KINUPP, V.F. Plantas alimentícias não-convencionais (PANCs): uma riqueza negligenciada. **REUNIÃO ANUAL DA SBPC**, 61a, p. 4, 2009.
- KINUPP, V.F.; LORENZI, H. Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PAN'C) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. **Nova Odessa: Ed. Plantarum**, 768p. 2014.
- LEVY-COSTA, R. B., SICHIERI, R., PONTES, N. D. S., & MONTEIRO, C. A. Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 4, p. 530-540, 2005.
- LIMA, A. L. de. Produção de brotos de Fabaceae para o consumo humano. 2006. 117 p. **Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)** - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- LOCK, K., POMERLEAU, J., CAUSER, L., ALTMANN, D. R., & MCKEE, M. The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: implications for the global strategy on diet. **Bulletin of the World health Organization**, v. 83, p. 100-108, 2005.
- LOPES, L. A. R. Efeito hipocolesterolemizante e hepatoprotetor do feijão-mungo (*Vigna radiata* L.) cozido e germinado. 2017. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição. Universidade Federal do Piauí. 2017.
- LORENZ, K.; D'APPOLONIA, B. Cereal sprouts: composition, nutritive value, food applications. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 13, n. 4, p. 353-385, 1980.
- LOURES, N. T. P.; NÓBREGA, L. H. P.; COELHO, S. R. M. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de brotos de lentilha da variedade PRECOZ. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 599-606, 2009.
- MARTINEZ, A. P. C., MARTINEZ, P. C. C., SOUZA, M. C., & BRAZACA, S. G. C. Alterações químicas em grãos de soja com a germinação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 23-30, 2011.
- NAKAYAMA, A. Os Brotos. **Editora Gaia**, 1984, p. 125.

- NOVAES, A. L. **Comportamento do consumo de carne bovina e hortaliças no Brasil: perfil dos consumidores**. 2006. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação Multiinstitucional em Agronegócios. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2006.
- NUERNBERG, N. J. Técnicas de produção de alfeife. In: PEIXOTO, M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2 ed. Piracicaba:FEALQ, 1994, p.657-678.
- OLCZYK, M. Bibliometric approach to accompany the concept of international competitiveness. **Journal of Business Economics and Management**, v.17, n.6, p.945-959, 2016.
- OLIVEIRA, S. R. de. Plantas Alimentícias não convencionais (PANCs) voltam a ganhar espaço na mesa dos brasileiros. **Revista Letras da Terra**, Porto Alegre, ano 12, n. 36, p. 6-8, dezembro, 2013a.
- OLIVEIRA, M.A. Brotos de soja: produção, características nutricionais, análise sensorial e processamento. **Brazilian Journal Food Technology**. Londrina, janeiro de v.16, n.1, p.34-41, 2013b.
- OLIVEIRA, M. A.; CARRÃO – PANIZI, M.C.; MANDARINO, J.M.G.; LEITE, R.S. Produção de brotos de soja utilizando a cultivar BRS 216: caracterização físico-química 36 e teste de aceitabilidade. **Brazilian Journal Food Technology**. Campinas, p. 34-41, v. 16, n. 1, jan./mar, 2013.
- OLIVEIRA, M. A.; CARRÃO-PANIZZI, M. C, 2016. “Tecnologia para produção de brotos de soja”. **Comunicado técnico**. Vieira, R. F.; Lopes, J. D. S., 2001. “Produção de brotos comestíveis: Feijão Moyashi, Alfafa, Trevo, Rabanete e Brócolis”. Viçosa, CPT.
- OTTEN, J. J.; HELLWIG, J. P.; MEYERS, L. D. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. **National Academies Press**, United States of America, 2006.
- PARADISO, V. M., CASTELLINO, M., RENNA, M., GATTULLO, C. E., CALASSO, M., TERZANO, R., SANTAMARIA, P. Nutritional characterization and shelf-life of packaged microgreens. **Food & Function**, v.8, 2018. pg 5629–5640.
- PEREIRA, E. M. Produção de farinha obtida de brotos de palma. 2016. 105 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)**, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2016.
- PETROPOULOS, G. A. Fenugreek, The genus *Trigonella*. **Taylor and Francis**, London and New York; 255. 2002.



PLEAPO. RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande Agroecológico – Plano Estadual de Agroecologia e Produção Orgânica 2016-2019. **Secretaria do Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo do Rio Grande do Sul**, SDR/RS. 2016.

PRADO, A. Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais. 2009 107p. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2009.

PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M. Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E1. **Analytical Biochemistry**, **Bethesda**, v. 269, p. 337–341, 1999.

RASSINI, J. B. Alfafa (*Medicago sativa* L.): estabelecimento e cultivo no Estado de São Paulo. In: Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMANA DO ESTUDANTE, 13., 1999, Sao Carlos, SP. Utilizacao de forrageiras para intensificacao da producao de carne e leite-anais. Sao Carlos: **Embrapa Pecuaria Sudeste**, 1999. p. 53-58. Editado por Rogerio T. Barbosa, Armando A. Rodrigues, Eli Schiffler, Luciano A. Correa, Sergio Esteves, 1999.

RIBEIRO, C. G. Produção e consumo de brotos comestíveis. **Centro de Produções Técnicas - CPT**. 2012. Disponível em: < <https://www.cpt.com.br/artigos/producao-e-consumo-de-brotos-comestiveis>>. Acesso em: 22 abril 2020.

RIEMERSMA, R. A. Epidemiology and the role of antioxidants in preventing coronary heart disease: a brief overview. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 53, n. 1, p. 59-65, 1994.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: **Internacional Life Sciences Institute Press**, p.64, 2001.

ROLLS, B. J.; ELLO-MARTIN, J. A.; TOHILL, B. C.. What can intervention studies tell us about the relationship between fruit and vegetable consumption and weight management?. **Nutrition reviews**, v. 62, n. 1, p. 1-17, 2004.

RUAS, T. L.; PEREIRA, L. Como construir indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação utilizando Web of Science, Derwent World Patent Index, Bibexcel e Pajek. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.19, n.3, p.52- 81, 2014.

RUFINO, M.S.M. et al. Bioactive compounds and antioxidante capacities of 18 no-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, p.996-1002, 2010.

RUIZ-GARCIA, L.; GARCIA-HIERRO, J.; BARREIRO, P.; ROBLA, J. I. Refrigerated fruit storage monitoring using RFID and WSN. In: WORLD CONGRESS OF THE

INTERNATIONAL COMMISSION OF AGRICULTURAL AND BIOSYSTEMS ENGINEERING (CIGR), 17., 2010, Quebec City, Canadá. **Proceedings...** Canada: CSBE/ SCGAB, 2010.

SARGENT, S.; RITENOUR, M.; BRECHT, J. Chapter 18: Handling, Cooling and Sanitation Techniques for **Maintaining Postharvest Quality**. EDIS, v. 2006, n. 3, 1 julho 2020. Disponível em: < <https://journals.flvc.org/edis/article/view/115448>>.

SILVA, L. C. R. Atividade antioxidante e antimicrobiana de extrato aquoso de couve e potencial suplementar em bebida láctea fermentada. 2018. **Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Produção Animal do Instituto de Ciências Agrárias**. Universidade Federal de Minas Gerais. 2018.

SILVA, P. B. Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Physalis* sp. 2013. 105 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)**, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

SILVA, S. D. S. Teor de biocompostos em germinados de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e painço (*Panicum miliaceum* L.). 2014. 96f. **Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos**. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SILVA, L. M. Caracterização e avaliação físico-química de diferentes tipos de brotos. 2017. Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2017.

SILVA, L. C. R. Atividade antioxidante e antimicrobiana de extrato aquoso de couve e potencial suplementar em bebida láctea fermentada. 2018. **Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Produção Animal do Instituto de Ciências Agrárias**. Universidade Federal de Minas Gerais. 2018.

SOLOVCHENKO, A., YAHIA, E. M.; CHEN, C. Chapter 11 - Pigments. **Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables**, Woodhead Publishing:Reino Unido, 2019. pg.

TEIXEIRA, M. Investigação das potencialidades de *Rubus selowii* (Cham. & Schltdl) Rosaceae. 2017, 109 p. **Dissertação. (Mestrado em Biotecnologia)**, Centro Universitário, UNIVATES, Lajeado, 2017.

UNIÃO EUROPÉIA. **Commission Implementing Regulation** (EU) n°208/2013 de 11 de Março de 2013 em Requisitos de rastreabilidade de brotos e sementes destinados à produção de brotos. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0208>. Acessado em 21 de Abril de 2020.

- VAN DUYN, M. S.; PIVONKA, E. Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literature. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 100, n. 12, p. 1511-1521, 2000.
- VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.
- VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G., Salas Martins, I., Cervato, A. M., Fornés, N. S., & Marucci, M. D. F. N. Consumo alimentar de vitaminas e minerais em adultos residentes em área metropolitana de São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 31, n. 2, p. 157-162, 1997.
- VIEIRA, R. F.; LOPES, J. D. S. **Produção de brotos comestíveis**: Feijão Moyashi, Alfafa, Trevo, Rabanete e Brócolis. Viçosa, CPT, 2001. 108 p.
- VIEIRA, R. F. **Produção de brotos comestíveis**, 2007. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria/artigos/producao-de-brotos-comestiveis>>. Acesso em: 5 julho 2020.
- WANI, S. A.; KUMAR, P.. Fenugreek: A review on its nutraceutical properties and utilization in various food products. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, n. 2, p. 97-106, 2018.
- WANG, X.; OUYANG, Y.; LIU, J.; ZHU, M.; GANGUE, Z.; BAO, W.; HU, F. B. Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. **The BMJ**; 349:g4490, 2014. pg. 1-14
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life**. World Health Organization, 2002.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation**. World Health Organization, 2003.
- YADAV, U. CS; BAQUER, N. Z. Pharmacological effects of Trigonella foenum-graecum L. in health and disease. **Pharmaceutical biology**, v. 52, n. 2, p. 243-254, 2014.
- YAHIA, E. M.; GARCÍA-SOLÍS, P.; CELIS, M. E. M. Chapter 2 - Contribution of Fruits and Vegetables to Human Nutrition and Health. **Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables**, Woodhead Publishing:Reino Unido, 2019. pg. 19-45.
- ZEM, L. M., HELM, C. V., ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Z., KOEHLER, H. Centesimal and mineral anlysis of cupcakes base meal of leaves and stems of ora-pro-nobis (Pereskia

aculeata). **Revista Eletrônica Científica UERGS**, Porto Alegre, v.3,n.2, 428-446, 2017.

Disponível em: <http://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/972/> 200.

Acesso em: 15 mar. 2020.