



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Pacheco Loures, Neoraldo Thadeu; Pereira Nóbrega, Lúcia Helena; Machado Coelho, Silvia Renata
Análise físico-química, microbiológica e sensorial de brotos de lentilha da variedade PRECOZ

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 31, núm. 4, octubre-diciembre, 2009, pp. 599-606

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026589008>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Análise físico-química, microbiológica e sensorial de brotos de lentilha da variedade PRECOZ

Neoraldo Thadeu Pacheco Loures, Lúcia Helena Pereira Nóbrega^{*} e Silvia Renata Machado Coelho

Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Universitária, 2069, 85819-110, Cascavel, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: lhpn@unioeste.br

RESUMO. Avaliou-se a variedade precoce de lentilha (*Lens esculenta*), PRECOZ, desenvolvida e cultivada na Argentina, para uso como broto alimentício, em caixa térmica de poliuretano com dreno lateral para escoamento da água, com ausência de luz e temperatura controlada. A porcentagem de germinação era de 86% e iniciou-se a partir do segundo dia após a imbebição, com desenvolvimento dos brotos até o sexto dia. Após 48h, para aumentar a síntese de etileno e melhorar a qualidade dos brotos produzidos, para criar estresse fisiológico, foram usados pesos sobre os brotos, os quais também foram submetidos a provas microbiológicas, cujos valores foram maiores que $1,1 \times 10^4$ NMP g⁻¹ para coliformes fecais e com acidez de 2,64% e pH de 5,48 (pouco ácido). Não houve crescimento de *Salmonella* e, para *Escherichia coli*, os níveis foram inferiores a 10 UFC g⁻¹. Em 100 g de brotos, foram encontrados 54,34 g de carboidratos, 6,24 g de fibra bruta e 25,56 g de proteínas. Testes sensoriais foram realizados em comparação com brotos de alfafa e feijão, com provadores não-treinados. A aceitabilidade foi de 73,3%, com apenas 13,3% de rejeição e 13,3% de indiferença, valores inferiores aos do feijão, com 96,7% de aceitação e 3,3% de rejeição, e alfafa, com 83,3% de aceitação e 10,00% de rejeição. Pela baixa rejeição e indiferença, é possível sugerir que a variedade de lentilha em estudo pode ser utilizada para produzir brotos alimentícios, como complemento nutricional na dieta alimentar.

Palavras-chave: sementes germinadas, análise sensorial, broto alimentício.

ABSTRACT. Physicochemical, microbiological and sensory analysis of lentil sprouts, Precoz variety. This trial aimed to evaluate a precocious variety of lentil (*Lens esculenta*), developed and grown in Argentina, named PRECOZ, to be used for sprout production, using a thermal polyurethane box with a lateral drain to allow the water to flow off. The process was carried out in darkness at room-controlled temperature. Germination began in the second day after the imbibing practice, while sprouts development came on until the sixth day, with 86% germination percentage. Eight days after sowing, weights were put on sprouts to create a physiological stress as well as to increase ethylene synthesis and improve the quality of produced sprouts. They were also submitted to microbiological tests, whose values were superior to 1.1×10^4 NMP g⁻¹ for fecal coliforms, with acidity of 2.64% and a pH of 5.48, with low acidity. There was no growth of *Salmonella* or *Escherichia coli*, once the levels were lower than 10 UFC g⁻¹. The physicochemical analyses, in 100 grams of sprouts, presented 54.34 g of carbohydrates; 6.24 g of crude fiber and 25.56 g of protein. Non-trained taster persons were submitted to sensory tests in order to compare, according to palatability, which was more acceptable – sprouts of alfalfa or beans. The acceptability of lentils was 73.3%, with only 13.3% of rejection and 13.3% of indifference; these results were inferior to beans, which had 96.7% of acceptability and 3.3% of rejection, as well as alfalfa, which had 83.3% of acceptability and 10.00% of rejection. According to the low rejection and indifference, it is possible to suggest that the studied variety of lentil can be used in the production of sprouts, as a nutritional nourishing complement.

Key words: germinated seeds, sensory analysis, sprout.

Introdução

A germinação é a fase mais rica em nutrientes no desenvolvimento vegetal, os quais são facilmente digeridos e assimilados e correspondem, em suas características fisiológicas, a um processo pré-digestivo no qual as proteínas são degradadas em aminoácidos, os carboidratos complexos em açúcares simples e as

gorduras em ácidos graxos (MAYER; POLJAKOFF-MAYER, 1989; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O consumo humano de sementes germinadas, ou brotos, é bem difundido e apreciado na China, Japão e Estados Unidos. No Brasil, observa-se crescimento da demanda por esse tipo de alimento (DUQUE et al., 1987; VIEIRA; NISHIHARA, 1992). Sua utilização é

prática milenar no Oriente e observa-se a expansão do consumo também no Ocidente (CHAVAN; KADAM, 1989; MONEAM, 1990; VIEIRA; NISHIHARA, 1992; BAÚ et al., 1997). Por exemplo, têm-se sementes de feijão mungo-verde para a produção de brotos de feijão (*Moyashi*), a qual é forma de consumo muito apreciada na China, Japão e EUA (VIEIRA; NISHIHARA, 1992); além desse, há a produção e comercialização de brotos de alfafa, lentilha, trevo, girassol, entre outros.

Sementes germinadas e brotos são didaticamente diferenciados. A semente germinada relaciona-se ao primeiro estádio pós-germinação e o broto corresponde a um estádio mais avançado de desenvolvimento, com 8 a 10 cm de altura e folhas definidas. Antes do início do brotamento, a semente é fonte de proteína, carboidratos e, às vezes, gorduras – mas não de vitaminas. Habitualmente, sementes são duras e de difícil digestão. Entretanto, a germinação e o crescimento do embrião promovem intensa atividade metabólica na qual ocorrem várias reações químicas, entre elas, a síntese das enzimas; também há consumo de grande parte de carboidratos e gorduras reaproveitados na síntese de vitaminas, açúcares, proteínas e sais minerais, sendo, assim, de fácil digestão e assimilação (EGLI; TEKRONY, 1997).

Na germinação, o amido é transformado, por enzimas, em açúcares mais simples e as proteínas são degradadas em aminoácidos. Há absorção de grandes quantidades de água, sintetizam-se vitaminas e enzimas e há mobilização de minerais. Tal como o cozimento, a germinação é uma espécie de pré-digestão, mas sem que ocorra perda de nutrientes. O mais elevado ponto de vitalidade no ciclo de vida de uma planta ocorre quando esta é um broto, daí os seus benefícios nutricionais (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

No estádio de semente germinada (dois a três dias), o gérmen começa a transformar a reserva nutritiva dormente em alimento vivo para ser assimilado pela nova planta. O próximo estádio é um broto (cinco a sete dias), com a planta apresentando raiz, haste e clorofila, com perda da casca e assimilação de quase toda reserva nutritiva da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Assim, tem crescido o interesse pela produção de brotos, a partir de sementes de várias espécies, que tenham alto valor nutritivo. Dentre essas, pode-se incluir a lentilha, para a qual, embora o Brasil apresente condições favoráveis para cultivo e boa aceitação no mercado, a produção ainda é pequena, fazendo-se necessária a quase totalidade de

importação para abastecer o mercado interno (VIEIRA; VIEIRA, 2001). No ano de 2004, o Brasil importou cerca de 8,5 mil toneladas de lentilhas, com valor de US\$ 3,8 milhões (BRASIL, 2004).

Na TACO (2006) encontra-se que o feijão apresenta 310 calorias em 100 g de sementes enquanto a lentilha, 127, portanto é menos energética. Em estudo comparativo do valor nutricional de brotos de feijão, ervilha e lentilha observou-se que a lentilha apresenta menor teor de açúcares totais e teores de vitaminas B1 e B2 próximos aos demais grãos avaliados (VIDAL-VALVERDE et al., 2002).

Segundo Giordano et al. (1988), no Centro-Oeste do Brasil, as áreas com altitudes acima de 800 m oferecem excelentes condições para o desenvolvimento da lentilha em semeaduras realizadas do mês de abril até a segunda quinzena de maio. Semeaduras mais tardias resultam em menor produtividade e maior risco de chuva durante a colheita.

Quanto maior é o período de exposição das sementes a ambientes adversos, como aqueles de temperatura e umidade elevadas, maior é a taxa de deterioração da semente (BINOTTI et al., 2008). Os efeitos da germinação sobre a composição química, aspectos nutricionais e características sensoriais variam com as espécies, cultivares vegetais e as condições de germinação das sementes (ELLIS et al., 1986; ELLIS; BARRETT, 1994). A soja ao contrário do milho, possui lisina em quantidade satisfatória, embora apresente os sulfurados como aminoácidos limitantes (GEORGE; LUMEN, 1991; DESHPANDE, 1992).

A germinação ocorre mediante condições apropriadas, em que o eixo embrionário retoma o desenvolvimento que tinha sido interrompido por ocasião da maturidade fisiológica, com o subsequente rompimento do tegumento pela radícula (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Na fase inicial do processo, ocorre o reparo metabólico dos componentes celulares e do plasma citoplasmático. As membranas se reorganizam, restabelecendo a permeabilidade seletiva e evitando a exsudação excessiva de eletrólitos (ABDUL-BAKI, 1980).

A germinação proporciona melhor valor nutritivo pela maior digestibilidade proteica e pelo quociente de eficiência proteica (QEP), além de reduzir os efeitos dos fatores antinutricionais nas leguminosas, tais como inibidores de proteases e lectinas, provocando a hidrólise de oligossacarídeos como rafinose e estaquiose. Em se tratando dos cereais, reduz o conteúdo de fitatos e tem-se observado, ainda, aumento da biodisponibilidade de

minerais e vitaminas, principalmente vitamina C (WANG; FIELDS, 1978; VANDERSTOEP, 1981; BORDINGNON et al., 1995).

O presente trabalho teve como objetivo a avaliação físico-química, análise microbiológica dos brotos e potencial de germinação de sementes de lentilha da variedade PRECOZ, para posterior avaliação sensorial e determinação da aceitabilidade como broto alimentício.

Material e métodos

Sementes não-tratadas de lentilha, variedade PRECOZ, colhidas na Argentina, na primeira quinzena de dezembro de 2006, foram recebidas, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em refrigerador a 5°C, para conservação, até o início da realização do experimento, que ocorreu na segunda quinzena de fevereiro de 2007.

Análise da qualidade das sementes

A avaliação das sementes quanto à qualidade foi baseada determinando-se a massa de 100 sementes, teor de água e teste de germinação (BRASIL, 1992), no Laboratório de Avaliação de Sementes e Plantas – LASP, do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Cascavel, Estado do Paraná.

Produção dos brotos de lentilha

A produção dos brotos de lentilha seguiu todas as etapas baseadas no procedimento rotineiro utilizado para a produção de brotos de feijão mungo-verde (Moyashi), considerando a semelhança deste com a lentilha (VIEIRA; LOPES, 2001).

As sementes foram lavadas com água destilada em recipiente de vidro de tamanho suficiente para permitir que sementes de baixa qualidade, quebradas e restos de cascas ficassem na superfície e pudessem ser desprezados. Este procedimento foi repetido por três vezes. Após lavagem, as sementes foram transferidas para um recipiente de vidro com volume de água quatro vezes maior do que o ocupado pelas mesmas, onde ficaram embebidas em água durante 12h (período noturno), em repouso e protegidas por uma tela fina para permitir ventilação. Para a desinfecção, foi utilizada solução de hipoclorito de sódio a 2% de cloro, durante todo o período. Após embebição de 12h, as sementes foram lavadas (três vezes) com grande volume de água para eliminação de qualquer resíduo de hipoclorito de sódio.

Em cada processo de germinação, utilizou-se cerca de 300 g de sementes, garantindo distribuição homogênea no fundo de uma caixa térmica de

espuma de poliuretano, com tampa removível, travamento automático ao fechar, capacidade para 24 L, dimensões de 29,3 x 34,8 x 40,4 cm e dreno lateral o qual permite a eliminação da água, quando inclinada. Irrigações, com intervalos de 6h, foram promovidas durante seis dias, ao longo do período de desenvolvimento dos brotos. Um termômetro manual adaptado na lateral da caixa térmica permitiu o controle da temperatura ambiental, e foi possível detectar qualquer variação mais acentuada. Foram colocados sacos plásticos com água para promover força de 6 g de peso cm⁻² de área sobre a superfície dos brotos, entre 24 e 48h após o início da produção, para favorecer a robustez do hipocótilo e reduzir o comprimento da raiz.

A colheita dos brotos foi realizada no sexto dia, tempo em que os folíolos verdes apresentaram entre 0,5 a 1,0 cm de comprimento e o hipocótilo estava com 5 cm de comprimento. Os brotos foram transferidos do recipiente de crescimento para outro de maior volume, com água clorada e sofreram agitação manual até o desprendimento do tegumento. Após, foram transferidos para um escorredor para drenagem de toda a água possível. Neste ponto, realizou-se lavagem com água gelada a 2°C para baixar a temperatura dos brotos. Antes da embalagem final, os brotos permaneceram por 5 min. no escorredor.

Análises microbiológicas e físico-químicas

Os brotos produzidos foram submetidos à análise microbiológica no Laboratório de Análises Microbiológicas e Físico-Químicas de Alimentos e Água (LAMAG) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPr), Campus Medianeira, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001).

Utilizaram-se 25 g de brotos de lentilha, retirados asepticamente da amostra e transferidos para um homogeneizador, modelo Stomacher Circulador 400, com 225 mL de água peptonada a 0,1%. Após a amostra ser homogeneizada, foram realizadas as análises de determinação do Número Mais Provável (NMP) g⁻¹ para coliformes totais e fecais, e a contagem de *Escherichia coli* e *Salmonella*.

Análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Físico-Química da UTFPr, Campus de Medianeira, para determinação de acidez titulável, resíduo mineral fixo (cinzas) e pH, segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

As análises de proteínas, carboidratos e fibra bruta (expressos em g. 100 g⁻¹ de broto de lentilha) foram realizadas no Laboratório da Fundetec -

Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Cascavel, Estado do Paraná. A análise de proteína foi realizada pelo método de Kjeldhal e os carboidratos foram obtidos por diferença com base no método "Application Note 300 - Foss. Aprovado por AOAC e AACC". A determinação de fibra bruta seguiu a metodologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1991).

A análise sensorial foi realizada no LASP e, para sua determinação, aplicou-se o teste de aceitação, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos (9 = gostei extremamente; 1 = desgostei extremamente), segundo Meilgaard et al. (1999), com equipe não-treinada de 30 provadores (funcionários, professores e acadêmicos da Universidade), para avaliar a aceitabilidade dos brotos de lentilhas como alimento *in natura*, calculando-se o índice de aceitação (DUTCOSKY, 1996).

Foram avaliados também, simultaneamente, brotos de feijão e alfafa, adquiridos no comércio local, para comparação, visto que estes brotos são consumidos com mais frequência, dando aos provadores um parâmetro de paladar. O índice de satisfação para as três amostras, apresentadas de forma aleatória, foi expresso em porcentagem.

Amostras de 5 g de brotos de lentilha, feijão e alfafa foram apresentadas em pratos brancos, codificados com números de três dígitos, e distribuídas sobre a bancada para a avaliação dos provadores (STONE; SIDEL, 1985). Cada provador recebeu água em copos plásticos para que, após cada prova, pudesse remover qualquer resíduo da prova anterior, para facilitar a avaliação. As amostras foram distribuídas aleatoriamente e sofreram mudança de posição para cada um dos provadores, os quais faziam a degustação das amostras uma a uma, anotando sua avaliação e realizando observações sempre que julgavam necessárias. O grau de satisfação para cada amostra foi expresso pelo emprego de escala hedônica de nove pontos, fornecida a cada provador, conforme Meilgaard et al. (1999). O índice de satisfação foi expresso como porcentagem média do grau de satisfação, o que equivale à somatória das notas de 6 a 9, obtidas da escala hedônica (DUTCOSKY, 1996). Esta metodologia é a mais usual em testes para novos produtos que utilizam provadores não-treinados, como neste trabalho.

Resultados e discussão

Quanto à qualidade, a amostra de sementes de

lentilha avaliada inicialmente apresentou valores médios representados na Tabela 1, na qual também estão representados os valores médios de teor de água e massa de 100 sementes.

Tabela 1. Qualidade inicial das sementes de lentilhas avaliadas pelo teste de germinação, massa de 100 sementes e teor de água.

Variáveis	Médias
Germinação (%)	86
Massa de 100 sementes (g)	6,18
Teor de água (%)	13,0

O teste de germinação forneceu valor médio de 86% de sementes germinadas, determinado à temperatura de 25°C. Segundo Joyce e Stoddart (2000), para sementes de lentilha, esta temperatura pode variar entre 18 e 25°C. Segundo Duke (1983), a temperatura ideal para um alto rendimento deve ser de 24°C. Freitas e Nascimento (2006), avaliando a cultivar Silvina, determinaram um valor médio de germinação de 91%, ligeiramente superior ao determinado neste trabalho para a cultivar PRECOZ, que foi de 86%.

O teor de água médio, em base úmida, foi de 13,0%, considerado alto quando comparado com os valores da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2006) para semente de lentilha crua, que é de 11,0%.

A massa de 100 sementes apresentou valor médio de 6,18 g, o qual foi superior à média determinada por Brasil (1992) para *Lens culinaris*, que considera de 14 a 23 sementes por grama, correspondendo a valores entre 4,35 e 7,14 g com média de 5,74 g para 100 sementes. Vieira e Nishihara (1992) relataram dados obtidos em épocas e locais diferentes para massa de 100 sementes da cultivar PRECOZ de lentilha. No Estado de Minas Gerais, em 1988, em Viçosa, o valor médio foi de 4,43 g; em 1994, na cidade de Leopoldina, o valor médio obtido foi de 6,77 g; em Uberaba, no mesmo ano, eles obtiveram valor médio de 5,01 g e, em 1995, em ensaios realizados em Janaúba, o valor médio foi de 4,41 g para 100 sementes. A massa de 100 sementes sofre variações em função do teor de água da semente e com o acúmulo de massa seca, sendo que as condições edafoclimáticas do local de produção também podem acarretar alterações.

A germinação para produção dos brotos de lentilha foi realizada em ambiente apropriado, com boa ventilação, ausência de luz e temperatura controlada, utilizando a produção de brotos de feijão-mungo como padrão (VIEIRA; LOPES, 2001).

Após a lavagem, as sementes ficaram embebidas em água contendo hipoclorito de sódio, para evitar crescimento bacteriano por 12h

(período da noite). Em seguida, foram transferidas para recipiente apropriado e, após 48h, iniciou-se a germinação. Depois de 48h do início da germinação, aplicou-se peso sobre os brotos para provocar estresse fisiológico. Na Tabela 2, são apresentados os resultados da medição das partes componentes do broto.

Tabela 2. Representação dos valores medidos durante os dias de desenvolvimento dos brotos para o hipocôtilo, a radícula e os folíolos.

	Tempo de germinação (dias)			
Brotos de lentilha	3º	4º	5º	6º
Hipocôtilo (cm)	2,00	3,50	5,00	5,50
Radícula (cm)	1,50	2,00	2,50	3,00
Folíolos (cm)	Ausência	Ausência	0,30	0,70

No terceiro dia após a germinação, para avaliar a medida do hipocôtilo e da radícula, foi necessário retirar quatro brotos da caixa de germinação, um de cada vez. O hipocôtilo apresentou 2,0 cm de comprimento, enquanto a radícula apresentou 1,5 cm de comprimento médio, sem sinais de folíolos. Após o quarto dia, foram retirados mais quatro brotos e medidos os comprimentos de hipocôtilo e também da radícula. O hipocôtilo apresentou comprimento médio de 3,5 cm; a radícula, de 2,0 cm com folíolos ainda ausentes. No quinto dia, repetiu-se o procedimento. As medidas foram de 5,0 cm para o hipocôtilo e de 3,0 cm para a radícula, e houve aparecimento de folíolos com 0,3 cm de comprimento. No sexto e último dia de germinação, foi efetuada novamente a medição. O hipocôtilo apresentou comprimento de 5,5 cm; a radícula, de 3,0 cm. Os folíolos se apresentaram com aproximadamente 0,7 cm de comprimento, coloração verde amarelada e estrutura bem desenvolvida.

Segundo Vieira e Lopes (2001), para o caso do feijão, um broto com hipocôtilo com valores de comprimento acima de 5,0 cm e folíolos com comprimento entre 0,5 e 1,0 cm é considerado como ideal para ser utilizado como broto alimentício. Para a lentilha, não se encontrou uma referência que pudesse ser usada para comparação.

Os resultados das análises microbiológicas são apresentados na Tabela 3. O valor médio obtido para coliformes totais foi acima de $1,1 \times 10^4$ NMP g⁻¹ de brotos de lentilha; para coliformes fecais, também foi superior a $1,1 \times 10^4$ NMP g⁻¹ de brotos de lentilha. Porém, para *Escherichia coli*, o crescimento ficou abaixo de 10 UFC g⁻¹ de brotos de lentilha; isto pode significar que as coliformes fecais que apresentaram crescimento podem ser de outras cepas, como *Enterobacter* sp. ou *Klebsiella* sp., e não de

Escherichia coli (SILVA, 1997). A utilização de *Escherichia coli* como indicador de contaminação de origem fecal presente em água foi proposta, em 1892, por Teobaldo Smith, uma vez que esse microrganismo é encontrado no conteúdo intestinal do homem e de animais homeotérmicos (FRANCO; LANDGRAF, 2003).

Na Tabela 3, também está registrado o não-crescimento de *Salmonella*. Segundo a Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, do Ministério da Saúde, a tolerância máxima para amostra indicativa é de 5×10^2 NMP g⁻¹ ou UFC g⁻¹ de coliformes a 45°C e ausência de *Salmonella* sp. 25 g⁻¹.

Tabela 3. Resultados das análises microbiológicas de brotos de lentilha, com NMP g⁻¹ para coliformes totais e fecais, UFC g⁻¹ para *Escherichia coli* e pesquisa de *Salmonella* sp. 25 g⁻¹.

Amostra	Coliformes totais (NMP g ⁻¹)	Coliformes fecais (NMP g ⁻¹)	<i>Escherichia coli</i> (UFC g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> sp 25g ⁻¹
Brotos de lentilha	$> 1,1 \times 10^4$	$> 1,1 \times 10^4$	< 10	Ausência

NMP g⁻¹ - Número mais provável por grama. UFC g⁻¹ - Unidade formadora de colônias g⁻¹.

Comparando-se as amostras de brotos de lentilha com os valores toleráveis, observa-se crescimento de coliformes fecais acima do desejável, indicando possível contaminação. Esta contaminação pode ser proveniente da própria estrutura tegumentar da semente ou houve contaminação fecal durante a manipulação e preparo dos brotos ou, até mesmo, na água utilizada para o desenvolvimento do processo de germinação.

Na Tabela 4, são apresentados os valores porcentuais de acidez para brotos de lentilha com valor médio de 2,64% e a determinação do pH com valores médios de 5,48, o que classifica a lentilha como alimento de baixa acidez (FRANCO; LANDGRAF, 2003), fato que pode justificar o crescimento bacteriano observado nas análises microbiológicas.

Tabela 4. Valores das análises físico-químicas para acidez, teor de cinzas, pH carboidratos, fibra bruta e proteínas em 100 g de brotos de lentilha.

Amostra	Acidez (%)	pH	Cinzas (%)
	2,64	5,48	0,60
Brotos de lentilha	Carboidratos (%)	Fibra bruta (%)	Proteínas* (%)
	54,35	6,24	25,56

*nitrogênio total x 6,25.

O teor de cinzas para amostra de lentilha com valor médio de 0,6 g em 100 g de brotos apresentou valor inferior ao obtido por Meyerowitz (1998), que foi de 1,0 por 100 g. Quando comparado com valores obtidos para brotos de ervilha e feijão, observa-se que o teor de cinzas para os brotos de

lentilha ficou bem abaixo dos alcançados para ervilha, que foram de 1,14 em 100 g, e superior ao teor de cinzas para brotos de feijão, com valor de 0,44 em 100 g.

O valor médio obtido, na determinação de carboidratos para os brotos de lentilha, foi de 54,35 g em 100 g, o qual foi superior ao valor médio determinado por Meyerowitz (1998), que foi de 22,14 em 100 g de brotos de lentilha.

Vilas Boas et al. (2002) determinaram, para brotos de soja, em base úmida e seis dias de germinação, média de 4,62 g de cinzas em 100 g de broto, valores superiores em relação ao teor de cinzas obtido para os brotos de lentilha. A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2006) apresenta, para lentilha crua, valores de cinzas de 2,6 em 100 g de sementes cruas, superiores aos obtidos para os brotos de lentilha. A mesma tabela apresenta teor de cinzas para os brotos de feijão na faixa de 0,5 em 100 g, ligeiramente inferior aos encontrados para brotos de lentilha.

Segundo Augustin et al. (1983), citados por Vieira e Lopes (2001), sementes de alfafa apresentam teor de água de 7,4% enquanto seus brotos apresentam 88,3% em água. Assim, a quantidade de água é 11,9 vezes maior nos brotos do que nas sementes. Como consequência, o valor de carboidratos determinado nos brotos de 3,4 g, na verdade, corresponde a 40,46 g (11,9 vezes maior) em 100 g de brotos, valor inferior aos obtidos para os brotos de lentilha. Utilizando o mesmo critério de cálculo, para brotos de feijão-mungo, o teor médio de água nas sementes é de 10,1%, enquanto seus brotos apresentam 88,85% em água. Portanto, a quantidade de água é 8,5 vezes maior nos brotos que nas sementes, e o valor de 5,0 g de carboidratos em 100 g de brotos corresponde a 42,52 g (8,5 vezes maior), valor inferior ao obtido para os brotos de lentilha de 54,35 g.

O teor de fibra encontrado na análise dos brotos de lentilha (Tabela 4) foi de 6,24 g por 100 g de broto, valor muito superior aos 3,05 g obtidos por Meyerowitz (1998). Segundo este autor, brotos de alfafa apresentaram 1,64 g por 100 g de brotos e brotos de feijão-mungo, 0,60 g por 100 g de brotos, valores também muito inferiores aos determinados para os brotos de lentilha, que foram de 6,24 g por 100 g de brotos. O teor elevado de fibras, em relação a outros grãos, torna o broto de lentilha muito mais interessante do ponto de vista nutricional.

Utilizando o mesmo critério aplicado para determinação da taxa de carboidratos, segundo Augustin et al. (1983), o teor de fibras em brotos de alfafa foi de 21,89 em 100 g, enquanto para brotos de

feijão-mungo, o valor determinado foi de 6,38 em 100 g.

Vilas Boas et al. (2002), utilizando base úmida para cálculo, determinaram valor médio de fibras de 9,41 em 100 g de brotos, para brotos de soja com seis dias de germinação, valor superior aos determinados para os brotos de lentilha.

Com relação à concentração de proteínas (Tabela 4), o valor de 25,56 em 100 g está acima do determinado por Meyerowitz (1998), de 8,96 em 100 g. Segundo o mesmo critério utilizado por Augustin et al. (1983) para sementes de alfafa e brotos de feijão-mungo, como já apresentado para teor de carboidratos, a quantidade de água é 8,5 vezes maior nos brotos que nas sementes, e o valor de 3,50 g de proteínas em 100 g de brotos corresponde a 29,75 g (8,5 vezes maior), valor bem inferior ao obtido para os brotos de lentilha que foi de 54,35 g.

A concentração de proteínas, em brotos de lentilha de 54,35 em 100 g, também se apresenta superior à encontrada por Vilas Boas et al. (2002), para os brotos de soja com seis dias de germinação que foi de 40,9 g em 100 g de broto.

Quando se comparam os resultados obtidos para os brotos de lentilha com valores referentes a sementes de lentilha crua da Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO, 2006), observa-se que os valores para carboidratos são de 64,0 em 100 g, de fibras são de 16,9 em 100 g e proteínas, de 23,2 em 100 g. Praticamente, não houve variação para os valores de proteínas e carboidratos, e o teor de fibra é inferior para os brotos comparados às sementes cruas.

Na produção de brotos de lentilha, foi observado que o tegumento não se solta com facilidade como os de brotos de feijão, e a presença do tegumento nas amostras analisadas pode explicar, em parte, os altos valores encontrados para carboidratos, proteínas e fibras (Tabela 4).

De acordo com os resultados da análise sensorial para os brotos de lentilha, brotos de feijão e brotos de alfafa, todos apresentaram boa aceitação. Os valores são apresentados na Tabela 5. Para os brotos de lentilha, a média do grau de satisfação foi de 6,03, segundo a escala hedônica; para os brotos de feijão-mungo e alfafa, a média de satisfação ficou em 7,03. Da mesma forma, quanto ao índice de satisfação em porcentagem, a avaliação apresentou valor coincidente de 78,11% para os brotos de feijão e alfafa, enquanto o índice foi de 67,0% para os brotos de lentilha.

Tabela 5. Média do grau de satisfação global e índice de satisfação dos provadores em relação aos brotos de lentilha, feijão e alfafa.

Amostra	Média do grau de satisfação ¹	Índice de satisfação (%)
Broto de lentilha	6,03	67,00
Broto de feijão	7,03	78,11
Broto de alfafa	7,03	78,11

¹Valores médios de 30 provadores (9 = gostei extremamente, 1 = desgostei extremamente).

Na Tabela 6, são apresentadas as porcentagens de aceitação e rejeição dos brotos avaliados. Com relação aos brotos de lentilha, 13,33% dos provadores apresentaram rejeição (grau de satisfação na escala hedônica entre 1 e 4 pontos), 13,33% se mostraram indiferentes (grau de satisfação na escala hedônica de 5 pontos) e 73,34% apresentaram aceitação (grau de satisfação na escala hedônica entre 6 e 9). Para os brotos de feijão, 3,33% dos provadores apresentaram rejeição (grau de satisfação entre 1 e 4), nenhum dos provadores se mostrou indiferente e 96,67% apresentaram aceitação (grau de satisfação entre 6 e 9). Para os brotos de alfafa, 10,00% dos provadores apresentaram rejeição (grau de satisfação entre 1 e 4), 6,67% se mostraram indiferentes (grau de rejeição 5) e 83,33% apresentaram aceitação (grau de satisfação entre 6 e 9).

Tabela 6. Porcentagem de aceitação, indiferença e rejeição dos provadores em relação aos brotos de lentilha, feijão e alfafa.

Amostra	% de aceitação	% de indiferença	% de rejeição
Broto de lentilha	73,34	13,33	13,33
Broto de feijão	96,67	0,00	3,33
Broto de alfafa	83,33	6,67	10,00

Os brotos de feijão e de alfafa apresentaram o mesmo índice de satisfação, porém os brotos de alfafa apresentam maior rejeição que os de feijão. Com relação aos brotos de lentilha, o percentual de indiferença foi o mais elevado, quando comparado aos de feijão e alfafa, assim como a rejeição também foi maior.

Considerando a qualidade nutricional das sementes de lentilha quando comparadas a sementes de feijão, é possível supor que os brotos produzidos a partir destas sementes também apresentem qualidades que permitem que sejam indicados como alimento.

Conclusão

A cultivar utilizada, PRECOZ, apresentou boa qualidade de sementes garantindo o desenvolvimento de brotos saudáveis e vigorosos.

As provas microbiológicas demonstraram a qualidade dos brotos de lentilha confirmando a qualidade nutricional deste alimento.

O alto índice de indiferença aos brotos de lentilha leva a concluir que talvez a disponibilidade deste tipo de broto, no mercado, possa incrementar sua aceitabilidade e utilização como broto alimentício na dieta alimentar.

A facilidade na obtenção destes brotos, que podem ser produzidos em casa, sem utilização de equipamentos caros ou sofisticados, e as altas taxas de proteínas e fibras, encontradas nas análises bioquímicas, indicam que eles podem ser utilizados na dieta diária das pessoas, como complemento alimentar de alto valor nutritivo.

Referências

- ABDUL-BAKI, A. A. Biochemical aspects of seed vigor. *Horticultural Science*, v. 5, n. 6, p. 765, 1980.
- 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.
- BAÚ, H. M.; VILLAUME, C.; NICOLAS, J. P.; MÉJEAN, L. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 73, n. 1, p. 1-9, 1997.
- BINOTTI, F. F. S.; HAGA, K. I.; CARDOSO, E. D.; ALVES, C. Z.; SÁ, M. E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes feijão. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.
- BORDINGNON, J. R.; IDA, E. L.; OLIVEIRA, M. C. N.; MANDARINO, J. M. G. Effect of germination on the protein content and on the level of specific activity of lipoxygenase-1 in seedlings of three soybean cultivars. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, v. 45, n. 3, p. 222-226, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Determinação de fibra bruta**. Portaria nº 108, de 04 de setembro de 1991, publicada no Diário oficial da união, seção 1, Método nº11 de 17 de setembro de 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDI/DNDV/CLAV, 1992.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária – ANVISA. Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos Para Alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 10 de janeiro de 2001.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Importações brasileiras 2004**. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: abr. 2007.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000.
- CHAVAN, J. K.; KADAM, S. S. **Nutritional** Maringá, v. 31, n. 4, p. 599-606, 2009

- improvement of cereals by sprouting. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 28, n. 5, p. 401-437, 1989.
- DESHPANDE, S. S. Food legumes in human nutrition: a personal perspective. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 32, n. 4, p. 333-363, 1992.
- DUKE, J. A. **Handbook of legumes of world economic importance**. 2. ed. New York: Plenum, 1983.
- DUQUE, F. F.; SOUTO, S. M.; ABOUD, A. C. Mungo, proteína em forma de broto de feijão. **A Lavoura**, v. 90, p. 21-23, 1987.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996.
- EGLI, D. B.; TEKRONY, D. M. Species differences in seed water status during seed maturation and germination. **Seed Science Research**, v. 7, n. 1, p. 3-11, 1997.
- ELLIS, R. H.; BARRETT, S. Alternating Temperatures and Rate of Seed Germination in Lentil. **Annals of Botany**, v. 74, n. 5, p. 519-524, 1994.
- ELLIS, R.; ELLIS, R. H.; COVELL, S.; ROBERTS, E. H.; SUMMERFIELD, J. The Influence of Temperature on Seed Germination Rate in Grain Legumes. II. Intraspecific variation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) at constant temperatures. **Journal of Experimental Botany**, v. 37, n. 10, p. 1503-1515, 1986.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2003.
- FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M. Envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 59-63, 2006.
- GEORGE, A. A.; LUMEN B. O. A novel methionine-rich protein in soybean seed: identification, amino acid composition, and N-terminal sequence. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 39, n. 1, p. 224-227, 1991.
- GIORDANO, L. B.; PEREIRA, W.; LOPES, J. F. **Cultivo da lentilha**. Brasília: Embrapa-CNPH, 1988.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 1985.
- JOYCE, D.; STODDART, L. **Topiary and the art of training plants**. Lisboa: Firefly Books, 2000.
- MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4th ed. Oxford: Pergamon Press, 1989.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, G. **Sensory evaluation techniques**. 3rd ed. London: CRC Press, 1999.
- MEYEROWITZ, S. **Sprouts the miracle food**: the complete guide to sprouting. Summertown: Sproutman Publications, 1998.
- MONEAM, N. M. A. Effect of presoaking on faba bean enzyme inhibitors and polyphenols after cooking. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 38, n. 7, p. 1479-1482, 1990.
- SILVA, N. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Orlando: Academic Press, 1985.
- TACO-Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. **T113 Versão II**. 2. ed. Campinas: NEPA-Unicamp, 2006.
- VIDAL-VALVERDE, C.; FRIAS, J.; SIERRA, I.; BLAZQUEZ, I.; LAMBEIN, F.; KUO, Y. New functional legume foods by germination: effect on the nutritive value of beans, lentils and peas. **European Food Research Technological**, v. 215, p. 472-477, 2002.
- VANDERSTOEP, J. Effect of germination on the nutritive value of legumes. **Food Technology**, v. 35, n. 3, p. 83-85, 1981.
- VIEIRA, R. F.; NISHIHARA, M. K. Comportamento de cultivares de mungo-verde (*Vigna radiata*) em Viçosa, MG. **Revista Ceres**, v. 39, n. 221, p. 60-83, 1992.
- VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C. **Leguminosas graníferas**. Viçosa: UFV, 2001.
- VIEIRA, R. F.; LOPES, J. D. S. **Produção de brotos comestíveis**: feijão moyashi, alfafa, trevo, rabanete e brócolis. Viçosa: Epamig, 2001.
- VILAS BOAS, E. V. B.; BARCELLOS, M. F. P.; LIMA, M. A. C. Tempo de germinação e características físicas, químicas e sensoriais dos brotos de soja e de milho nas formas isoladas e combinadas. **Ciências Agrotécnicas**, v. 26, n. 1, p. 148-156, 2002.
- WANG, Y. D.; FIELDS, M. L. Germination of corn and sorghum in the home to improve nutritive value. **Journal of Food Science**, v. 43, n. 4, p. 1113-1115, 1978.

Received on October 31, 2007.

Accepted on May 19, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.