

Características de vagens e grãos de cultivares de soja para utilização como edamame



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
20**

Características de vagens e grãos de cultivares
de soja para utilização como edamame

*Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi
Marcelo Álvares de Oliveira
Henrique Pereira dos Santos
José Marcos Gontijo Mandarino
Maria Cristina Neves de Oliveira*

Embrapa Soja
Londrina, PR
2018

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rod. Carlos João Strass, s/n,
acesso Orlando Amaral
C.P. 231, CEP 86001-970
Fone:3371-6000
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja

Presidente
Ricardo Vilela Abdelnoor

Secretária-Executiva
Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros
Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarinó, Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Osmar Conte

Supervisão editorial
Vanessa Fuzinato Dall' Agnol

Normalização bibliográfica
Ademir Benedito Alves de Lima

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Thais Sofia Ribeiro Santos

Foto da capa
Ilana Felberg

1ª edição
PDF digitalizado (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Soja

Características de vagens e grãos de cultivares de soja para utilização como edamame / Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi...[et al.] – Londrina: Embrapa Soja, 2018. PDF (24 p.) : il. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Soja, ISSN 2178-1680 ; n.20).

1.Soja-Grão. 2.Nutrição humana. I.Carrão-Panizzi, Mercedes Concórdia. II.Oliveira, Marcelo Álvares de. III.Santos, Henrique Pereira dos. IV.Mandarinó, José Marcos Gontijo. V.Oliveira, Maria Cristina Neves de. VI.Título. VII.Série.

CDD 641.34

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	13
Conclusão.....	20
Agradecimento	21
Referências	21

Características de vagens e grãos de cultivares de soja para utilização como edamame

Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi¹, Marcelo Álvares de Oliveira², Henrique Pereira dos Santos³, José Marcos Gontijo Mandarinó⁴, Maria Cristina Neves de Oliveira⁵

Resumo - *Edamame*, alimento de soja tradicional japonês, é uma opção para consumo e produção de soja diferente da *commodity*. Com o objetivo de promover a utilização da soja como *edamame* ou hortaliça, características de vagens, grãos e produtividade da cultivar especial BRS 267 e das cultivares comerciais convencionais BRS 232 e BRS 262, foram avaliadas em experimentos conduzidos em Londrina, PR e em Passo Fundo, RS, nas safras de 2007/2008 e 2008/2009. No estágio reprodutivo R6, foram observadas características relativas ao edamame tais como: número de vagens por planta, peso de vagens por planta, peso de grãos por planta, peso de 100 sementes, e em 500 g de vagens verdes - número total de vagens porcentagem/número e peso de vagens com uma, duas ou três sementes. Médias de rendimento de vagens e de grãos verdes foram, respectivamente, 17087 kg/ha e 8151 kg/ha. A cultivar BRS 267 apresentou menor rendimento de grãos quando comparada com as cultivares *commodities*, no entanto, apresentou sementes grandes, 22 g por 100 sementes maduras no estágio R8 e 34 g no estágio R6 (imaturas). Em 500 g de vagens verdes, a BRS 267 apresentou menor número de vagens, como consequência do seu tamanho grande de grãos, podendo ser comercializada como soja hortaliça para utilização do *edamame*. As demais cultivares testadas nesta comparação, não apresentaram características adequadas para esta finalidade. Outras cultivares com rendimento compatível e com características específicas para *edamame*, devem ser disponibilizadas para o mercado.

Termos para indexação: *Glycine max*, estágio reprodutivo R6, estágio de maturação R8, tamanho grande de sementes, soja verde tipo vegetal

¹ Eng. Agrônoma, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

² Eng. Agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

³ Eng. Agrônomo, doutor em Agronomia/Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

⁴ Farmacêutico bioquímico, M.Sc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

⁵ Licenciada em Matemática, doutora em Estatística Experimental, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Characteristics of pods and grains of soybean cultivars for *edamame* utilization

Abstract - *Edamame*, traditional Japanese soy food, is an option for consumption and production of soybean different from the commodity. In order to promote the use of soybeans such as *edamame* or vegetables, characteristics of pods, grains and productivity of the special cultivar BRS 267 and the conventional commercial cultivars BRS 232 and BRS 262, were evaluated in experiments conducted in Londrina, PR and Passo Fundo, RS, Brazil, in the seasons of 2007/2008 and 2008/2009. At R6 reproductive stage, observations related to the *edamame* characteristics were number of pods per plant, weight of pods per plant, weight of grains per plant, weight of 100 seeds, and in 500 g of green pods - total number of pods, percentage / number and weight of pods with one, two or three seeds. Average yields of pods and green grains were, respectively, 17087 kg / ha and 8151 kg / ha. The cultivar BRS 267 presented lower grain yield when compared to the commodity cultivars, however, it presented large seed size, 22 g per 100 matured seeds (R8 stage) and 34 g of immature at R6 stage. In 500 g of green pods, the BRS 267 presented a smaller number of pods, therefore, because of its large grain size it can be marketed as edible soybean to be used as *edamame*. The other cultivars tested in this comparison did not present adequate characteristics for this purpose. Other cultivars with compatible yield and with specific characteristics for *edamame* should be available to the market.

Index terms - *Glycine max*, reproductive stage R6, maturation stage R8, large seed size, vegetable green soybean

Introdução

Grãos maduros de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) são usados diretamente para produção de extrato (“leite”), farinhas e para alimentos tradicionais orientais, como tofu, shoyu, natto, miso e tempeh. Grãos de soja processados como ingredientes alimentícios (proteínas texturizadas (PTS), concentrados e isolados proteicos) são utilizados para a produção de outros alimentos, tais como barras de cereais, sucos de frutas, sorvetes e hambúrgueres, entre outros.

No Japão, país que consome soja há milênios, é também popular o consumo de *edamame*, alimento tradicional tipo “finger food”, constituído por vagens verdes de soja (não maduras) fervidas em água salgada, por cinco a sete minutos (Johnson et al., 1999). Os grãos completamente cheios e desenvolvidos destas vagens imaturas são consumidos como tira-gosto e estão se tornando populares também nos países ocidentais. Nos Estados Unidos, por exemplo, o produto (vagens de soja verde congeladas) é facilmente encontrado nas redes de supermercados, onde é vendido em embalagens de 340 g, por cerca de 3 dólares.

Os principais países produtores e consumidores de *edamame* são Japão, Coréia, China e Taiwan (Shanmugasundaram; Yan, 2004). O mercado internacional para esse produto está em expansão, principalmente porque *edamame* tem bom sabor, é um alimento saudável com alto teor de vitamina C, pró-vitamina A, proteínas e isoflavonas (Bates; Matthews, 1975; Wang et al., 2018), devendo também ser possível introduzi-lo aos consumidores brasileiros. Os grãos verdes de soja que também são de fácil preparo, podem ser consumidos como as ervilhas verdes em diferentes pratos como em sopas e saladas (Mentreddy et al., 2002).

Conforme demanda de consumidores japoneses, a aceitação de *edamame* depende principalmente de certas características das cultivares de soja, tais como: grãos com tamanho grande e uniforme, sabor suave, ou seja, mais adocicado ou lembrando amêndoas. A doçura e o sabor do *edamame* são determinados pela presença de sacarose e dos aminoácidos alanina e ácido glutâmico (Masuda, 1991, 2004). O aminoácido glutâmico, junto com peptídeos livres, seria responsável pela sensação do sabor *umami*, classificado como quinto gosto, característico do edamame (Silva et al., 2009, 2012;

Hajeb; Jinap, 2015, Kim et al., 2017). Genótipos especiais introduzidos do Japão com essas características têm sido utilizados em cruzamentos genéticos com cultivares brasileiras de soja, sendo que em 2007, a cultivar BRS 267 foi lançada comercialmente pela Embrapa Soja (Carrão-Panizzi et al., 2009). Essa cultivar apresenta sementes grandes (peso de 100 sementes maduras maior que 20 g) e sabor superior, o qual provém do parental japonês “Tamahomare”. Devido a essas características, a BRS 267 se constitui, atualmente, na única matéria-prima adequada para consumo como *edamame* ou hortaliça no Brasil (Oliveira et al., 2010; Carrão-Panizzi, 2018).

A época da colheita das vagens verdes no estágio de desenvolvimento R6 (Fehr et al., 1971) é essencial para a boa qualidade da soja tipo vegetal ou hortaliça, e esta deve ser exatamente quando as sementes imaturas estão completamente desenvolvidas e cheias, apresentando coloração verde brilhante (Carrão-Panizzi, 2006, Carrão-Panizzi et al., 2018). O tratamento térmico (“branqueamento”) das vagens facilita a debulha dos grãos verdes de soja.

Segundo Solvita et al. (2017), existem duas classificações para *edamame*: Classe A - presença de pelo menos 90% de vagens com duas ou três sementes, que devem estar em boa forma, completamente verdes, sem danos ou manchas; Classe B - as vagens podem apresentar coloração verde mais clara e algumas vagens podem estar levemente manchadas ou danificadas. No entanto, para ambas as classes, as vagens não podem apresentar danos causados por doenças ou insetos e não devem estar maduras. Essa classificação B, no entanto, é um tanto duvidosa, porque o aspecto visual da vagem é o principal critério de qualidade para *edamame* (Sirisomboon et al., 2009), sendo que as vagens frescas ou congeladas devem ser essencialmente de Classe A. Aquelas classificadas em nível B, não são adequadas para comercialização na forma de vagens, uma vez que podem apresentar coloração verde amarelada e, nesse caso, se recomenda a comercialização de seus grãos verdes congelados.

Edamame é um produto sazonal, se constituindo numa especiaria, que poderia também ser disponibilizado na entressafra da soja. Vários estudos foram conduzidos sobre processamentos de vagens verdes, pois como as demais hortaliças, é um produto perecível, que precisa ser armazenado a frio (refrigeração e/ou congelamento) para preservação das propriedades nutri-

cionais e organolépticas e coloração verde. Xu et al. (2012) registraram que grãos verdes branqueados e armazenados sob congelamento por até 3 meses mantiveram a cor verde. Santana et al. (2012) observaram que vagens verdes armazenadas em refrigeração (7°C) por até três dias, mantiveram a cor, embora houvesse redução das concentrações dos constituintes químicos, o que normalmente ocorre com as hortaliças, de modo geral. A produção de soja vegetal em conserva é outra boa maneira de dispor o produto na entressafra da cultura da soja. Entretanto, a manutenção da cor verde é um desafio no processamento de conservas, como observado por Czaikoski et al. (2012). Esses autores, estudando conservas de grãos verdes de BRS 267, conseguiram manter uma cor desejável quando a sacarose foi adicionada à salmoura acidificada. Em outro trabalho, Czaikoski et al. (2018) observaram que salmoura acidificada e com adição de zinco aumenta o conteúdo de glicosídeos isoflavonas, diminui o conteúdo de malonil glicosídeos e tem menores teores de sacarose e estaquiose do que grãos frescos, sendo que a adição de zinco não influenciou significativamente a coloração dos grãos. Maiores teores de isoflavonas e redução de oligossacarídeos são características desejáveis, que tornam o produto bioativo funcionalmente melhor.

No Brasil, as vagens ou grãos congelados de soja verde são importados principalmente da China e podem ser encontrados em supermercados ou em mercearias “gourmets” de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Entretanto, é importante que haja produção local de *edamame* no Brasil, o que permitirá a disponibilidade produto fresco com melhor qualidade. Além disso, salienta-se que a utilização de soja como hortaliça pode ser uma opção de negócio com alto valor agregado para pequenos produtores e processadores de alimentos. Portanto, para tornar esse mercado viável, são necessários esforços de melhoramento genético para desenvolvimento e oferta de cultivares de soja com características especiais, que além da produtividade e desempenho agrônomo, também devem apresentar melhor sabor, tamanho de semente grande e maior número de sementes por vagem. Linhagens avançadas estão sendo avaliadas no Programa de Melhoramento da Embrapa para recomendação comercial de cultivares de soja especiais para consumo humano (Carrão-Panizzi et al., 2013, 2014, 2015, 2016, 2017).

Em mercados e em restaurantes de grandes centros, como São Paulo e Rio de Janeiro (Figura 1), o *edamame* é encontrado, embora seja, em geral, importado. Portanto, produtores no Brasil deveriam se ater a esse nicho de mercado, que pode ser significativo, uma vez que sejam disponibilizadas cultivares especiais e informações sobre manejo de produção, os quais são diferentes da soja *commodity*.

Fotos: Mercedes Concórdia Carrão-Parizzi



Figura 1. Produtos de soja verde no mercado brasileiro.

O presente trabalho teve como objetivo comparar as características de vagens, grãos e produtividade da cultivar especial BRS 267 e das cultivares comerciais convencionais BRS 232 e BRS 262.

Material e Métodos

Na safra de soja 2007/2008, foi realizado o primeiro experimento, implantado em Londrina (23°18'37" Latitude Sul) e em Passo Fundo (28°15'46' Latitude Sul). As cultivares avaliadas foram: BRS 267 (Grupo de Maturidade - GM 7,9), recomendada para os estados do Paraná, São Paulo e sul do Mato

Grosso do Sul, com período preferencial de semeadura entre 15 de outubro a 10 de dezembro; e BRS 232 (GM 6,9), recomendada para Santa Catarina, Paraná, São Paulo e sul do Mato Grosso do Sul, com semeadura preferencial entre 25 de novembro a 5 de dezembro (Cultivares..., 2008). Ambas as cultivares foram semeadas em parcelas de quatro fileiras de 10 metros, com espaçamento entre filas de 0,5 m, densidade de 10 plantas por metro linear, em delineamento de blocos casualizados com arranjo fatorial, com quatro repetições. As datas de semeadura foram 19/10/2007 em Londrina e 30/11/2007 em Passo Fundo.

A colheita da cultivar BRS 267, em Londrina, no estágio R6 foi em 26 de fevereiro de 2008 e em 5 de fevereiro para a BRS 232. A colheita em R6, em Passo Fundo, foi em 1 de abril para a BRS 267 e em 25 de março para a BRS 232.

Para as observações agronômicas realizadas nas duas linhas centrais, as linhas de 10 metros de comprimento foram divididas em quatro metros para observações no estágio reprodutivo R6 e em quatro metros para observações no estágio reprodutivo R8. Em 10 plantas dessas linhas, no estágio de crescimento R6 foram observados: número de vagem por planta (NVP), peso (g) de vagens por planta (PVP), peso (g) de grãos por planta (PGP) e peso de 100 sementes (g), o qual foi feito em três repetições, em balança marca Shimadzu (modelo BL320H). Em 500 g de vagens verdes (R6), foi observado o número total de vagens (NTV) e percentagem de vagens com uma, duas ou três sementes. No experimento de Passo Fundo, além dessas mesmas observações, também foi medido o peso (g) das vagens com uma, duas ou três sementes. Para facilitar a retirada dos grãos verdes das vagens imaturas, estas foram escaldadas por dois minutos com água em ebulição.

A estimativa do rendimento médio de vagens e grãos verdes por hectare foi baseada nas observações do peso de vagens e de grãos por planta do experimento realizado em Londrina. Para estimativa de produtividade em hectares, foi contado o número de plantas em 10 metros lineares e a média multiplicada por 10 para se ter o número médio de plantas em uma linha de 100 metros. Ainda foi considerado o espaçamento entre fileiras de 0,5m, o que indicou que, em um hectare, havia 200 fileiras. Portanto, no estágio R6, para cada parcela, o número estimado de plantas em um hectare foi multiplicado pelo peso de vagens e de grãos por planta.

No segundo experimento realizado em Passo Fundo, na safra 2008/2009, as cultivares avaliadas foram BRS 232 (GM 6,9), BRS 267 (GM 7,9) e BRS 262 (GM 7,2), esta última recomendada para os estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, com semeadura preferencial entre 20 de outubro a 5 de dezembro (Cultivares..., 2008).

As semeaduras em 9 de dezembro e em 7 de janeiro de 2008 (sujeitas a disponibilidade de pessoal e clima) foram realizadas como no experimento anterior, sendo que na primeira semeadura: a colheita de vagens no estádio R6 foi em 27 de março para a BRS 232, em 13 de abril para a BRS 262 e em 4 de abril para a BRS 267; a colheita dos grãos no estádio R8, para a BRS 232 foi em 24 de abril, para a BRS 262 em 27 de abril e para a BRS 267 em 4 de maio. Na segunda época de semeadura, a colheita de vagens no estádio R6 foi em 14 de abril para BRS 232, em 20 de abril para a BRS 262 e em 24 de abril para a BRS 267; a colheita de grãos em R8 foi em 4 de maio para BRS 232 e em 6 de maio para BRS 262 e BRS 267.

As observações realizadas nas duas linhas centrais seguiram os mesmos procedimentos do experimento anterior, incluindo a contagem de número de vagens com uma, duas ou três sementes nas amostras de 500 g de vagens verdes.

As cultivares utilizadas nos experimentos, embora não recomendadas para o Rio Grande do Sul, eram convencionais *commodities*, que precisavam ser avaliadas quanto às características para *edamame*, já que a única cultivar com características razoavelmente adequadas para *edamame* é a BRS 267. A condução dos ensaios no Rio Grande do Sul, fora da zona de recomendação, foi devido ao interesse de se dispor soja para *edamame* aos pequenos produtores do estado.

Antes da execução da ANOVA, os dados foram avaliados quanto à independência e à normalidade dos resíduos (Parente, 1984; Shapiro; Wilk, 1965), homogeneidade de variâncias (Burr; Foster, 1972) e não-aditividade do modelo do delineamento (Tukey, 1949). A análise estatística dos dados (ANOVA) foi realizada conforme o Statistical Analysis System (SAS, 2009) e o Sistema de Análise Estatística- Sanest (Zonta et al., 1982), sendo que as médias foram comparadas pelo teste t para dois tratamentos e teste de Tukey para comparações múltiplas ($p \leq 0,05$) (Steel; Torrie, 1960).

Resultados e Discussão

As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados das medidas efetuadas no primeiro experimento, instalado em Londrina e Passo Fundo. De maneira geral, os valores da Tabela 1 foram mais altos em Londrina que em Passo Fundo, não sendo significativamente diferentes apenas para o NVP da BRS 232 e o peso de 100 sementes da BRS 267. No caso da BRS 267, a explicação se dá pelo fato desta cultivar não ser adaptada para sementeiras no Rio Grande do Sul e principalmente ao seu ciclo tardio (GM 7,9) diferente da BRS 232 (GM 6,9).

Tabela 1. Número de vagens por planta (NVP), peso de vagens por planta (PVP), peso de grãos por planta (PGP) e peso de 100 sementes no estágio de desenvolvimento R6 (vagens e grãos imaturos) das cultivares de soja BRS 232 e BRS 267, semeadas em Londrina, PR e em Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.

Cultivares	Número Vagens/ Planta (NVP)*		Peso Vagens/Planta (g) (PVP)*		Peso Grãos/Planta (g) (PGP)*		Peso 100 sementes (g)**		
	Londrina	Passo Fundo	Londrina	Passo Fundo	Londrina	Passo Fundo	Londrina	Passo Fundo	
BRS 232	67,2 aA	66,3 aA	82,7 aB	60,6 bA	40,2 aA	32,0 bA	34	34,3 aA	29,2 bB
BRS 267	70,5 aA	37,7 bB	94,7 aA	50,2 bB	43,5 aA	24,9 bB	34,2 aA		33,9 aA
CV (%)	28		30		28		7		

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas para cada grupo não são significativamente diferentes pelo t-test, ($P \leq 0,05$) (* média de 40 repetições; ** média de 12 repetições)

Tabela 2. Número total de vagens e percentagem de vagens com uma, duas, e três sementes em 500g de vagens imaturas (estádio de desenvolvimento R6) nas cultivares de soja BRS 232 e BRS 267, semeadas em Londrina, PR e em Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008. N=12.

Número Total Vagens (NTV)	Sementes/Vagem (%)							
	Uma		Duas		Três			
Cultivares	Londrina	Passo Fundo	Londrina	Passo Fundo	Londrina	Passo Fundo	Londrina	Passo Fundo
BRS 232	415,5 bA	555,8 aA	16,1 aA	7,6 bA	72,4	77,8	11,4 aB	13,1 aB
BRS 267	354,1 aB	367,1 aB	6,6 aB	2,3 bB	55,4	56,4	33,7 bA	43,4 aA
CV (%)	4.5		24		7		12	

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas para cada grupo não são significativamente diferentes pelo t-test, ($P \leq 0,05$).

Como seria de se esperar de uma cultivar que tem como uma de suas características especiais o tamanho grande de seus grãos, a BRS 267 apresentou tamanho maior que a BRS 232 em Passo Fundo, porém em Londrina ambas apresentaram igual tamanho, o que pode ser devido a fatores ambientais não determinados, que podem ter afetado o desenvolvimento das sementes das cultivares.

No segundo experimento, em Passo Fundo, quando foram colhidas maduras, em R8, as sementes da BRS 267 apresentaram tamanho grande em comparação com as demais cultivares (Tabela 3), com média de 22,4 g por peso de 100 sementes. Além do tamanho maior, sabe-se que os grãos da BRS 267 apresentam sabor superior (Silva et al. 2009, 2012), proporcionando-lhes as características especiais para utilização como soja hortaliça. O tamanho da semente da cultivar BRS 267 está dentro da faixa de utilização do *edamame*, pois de acordo com Shanmugasundaram et al. (1991) e Mayta et al. (2014), o peso de 100 sementes maduras não deve ser inferior a 20 g.

Tabela 3. Altura de planta, rendimento de grãos e peso de 100 sementes (maduras) no estágio de desenvolvimento R8 das cultivares de soja BRS 267, BRS 232 e BRS 262, semeadas em Passo Fundo, RS, em 09/12/2008 (1ª época) e em 07/01/2009 (2ª época) N=12.

Cultivares	Altura Planta (cm) **		Rendimento Grãos (Kg/ha) **		Peso 100 sementes (g) *		Média
	1a. época	2a. época	1a. época	2a. época	1a. época	2a. época	
BRS 232	108,2 aB	91,8 bA	3654 aB	2812 bA	22,4	19,4	20,9 B
BRS 267	122,2 aA	95,7 bA	2734 aC	1629 bB	24,1	20,8	22,4 A
BRS 262	121,2 aA	91,6 bA	4454 aA	2403 bA	18,0	15,8	16,9 C
Média					21,5 a	18,7 b	
CV (%)	4		12				5

* Médias seguidas de mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ** Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas para cada grupo não são significativamente diferentes pelo teste Tukey, ($P \leq 0,05$)

Geralmente, as vagens verdes, frescas ou congeladas, são comercializadas em embalagens com volumes de 300 g ou 500 g. De acordo com Shanmugasundaram et al. (1991), as embalagens de 500 g devem conter, no máximo, 175 vagens verdes, o que ocorre devido ao tamanho dos grãos e, conseqüentemente, das vagens, que são muito grandes. Portanto, devido a este critério de qualidade é importante que seja feita a contagem do número

total de vagens (NTV) em amostras de 500g de vagens verdes, e isso caracteriza diferente medida de produtividade à soja vegetal. Observa-se que a cultivar BRS 267 apresentou menor NTV em 500 g (Tabela 2), em ambos os locais, com uma média de 361 vagens. Apesar do tamanho grande dessa cultivar, ela ainda não atende os critérios para consumo no Oriente, onde as sementes para *edamame* devem ser muito grandes (sementes maduras maiores que 30g por peso de 100 sementes). A cultivar BRS 232 apresentou maior NTV em Passo Fundo do que em Londrina, com uma média bem mais elevada, de 486 vagens verdes, ou seja, 26% a mais que a BRS 267. Os resultados para percentagem de vagens com uma, duas ou três sementes (Tabela 2) mostraram que não houve diferenças entre as cultivares para número de vagens com duas sementes. Entretanto, a cultivar BRS 267, em ambos os locais, apresentou número significativamente maior de vagens com três sementes, as quais podem ser comercializadas frescas ou congeladas. As vagens restantes, com uma ou duas sementes, são geralmente debulhadas e os grãos verdes imaturos são congelados para comercialização.

As características preferenciais para *edamame* são tamanho grande dos grãos, vagens com três sementes, textura macia e sabor adocicado, ou seja, uma soja diferenciada da *commodity* (Brar; Carter, 1993). Pelos resultados apresentados, fica clara a diferença entre as cultivares BRS 232 e BRS 267 para uso como hortaliça (vagens ou grãos verdes); a primeira não é soja tipo vegetal, como mostra seu tamanho pequeno de sementes e reduzido percentual de vagens com três sementes, o que a torna inadequada para o consumo como *edamame*.

Voltando à Tabela 1, o peso médio dos grãos (PGV) foi de 48% do peso médio das vagens (PVP), para as duas cultivares. A produção média estimada de ambas as cultivares, no estádio R6 (soja imatura) foi de 17087 kg de vagens/ha e 8151 kg de grãos/ha. Estes valores estão dentro da faixa de produtividade observada por Mentreddy et al. (2002) e Zhang e Kyei-Boaden (2007) e não podem ser comparados com o rendimento da soja comum, uma vez que deve ser considerado o valor agregado do produto *edamame*. De acordo com o *Mississippi State Budget Generator*, Zhang e Kyei-Boaden (2007) indicaram que, para *edamame*, a estimativa de retornos econômicos líquidos é mais do que o dobro dos lucros da soja *commodity*.

No segundo experimento, instalado em Passo Fundo, foram observadas diferenças entre as cultivares em função da época em que foi realizada a

semeadura (dezembro ou janeiro). Para a soja, é recomendado período de semeadura de outubro a novembro, por isso, tanto a altura de planta como produtividade e tamanho de sementes foram maiores para todas as cultivares semeadas em dezembro (Tabela 3). Para os grãos da primeira semeadura, colhidos no estágio R8, a cultivar BRS 262 foi a mais produtiva, seguida da BRS 232 e, por último, a BRS 267, que apresentou rendimento 25% e 39% inferior ao das cultivares BRS 232 e 262, respectivamente; já na segunda época de semeadura, os rendimentos de BRS 232 e 262 foram iguais, enquanto BRS 267 permaneceu inferior. Porém, em se tratando do tamanho das sementes, as da BRS 267 foram 7% maiores que as da BRS 232, e 32,5% maior que as da BRS 262 (Tabela 3).

Quando as vagens foram colhidas no estágio R6 (Tabela 4), NVP e PVP foram maiores na primeira época de semeadura. Com relação as vagens, o PVP (média das duas épocas) foi semelhante para todas as cultivares, portanto BRS 267, que apresentou menor NVP, tem vagens de maior tamanho, enquanto o contrário aconteceu para BRS 262. Porém, em termos dos grãos, o PGP de BRS 267 e BRS 262 foi similar, nas duas épocas de semeadura, provavelmente pelo maior rendimento de BRS 262 e o maior tamanho de sementes de BRS 267.

Tabela 4. Número de vagens por planta (NVP), peso de vagens por planta (PVP), peso de grãos por planta (PGP) e peso de 100 sementes, no estágio de desenvolvimento R6 (vagens e grãos imaturos) nas cultivares de soja BRS 267, BRS 232 e BRS 262, semeadas em Passo Fundo, RS, em 09/12/2008 (1ª época) e em 07/01/2009 (2ª época). N=12.

Cultivares	Número Vagens/ Planta (NVP)*			Peso Vagens/Planta (g) (PVP)*			Peso Grãos/ Planta (g) (PGP)**		Peso 100 sementes (g)**	
	1a. época	2a. época	Média	1a. época	2a. época	Média	1a. época	2a. época	1a. época	2a. época
BRS 232	72,6	46,8	59,7 B	81,2	56,1	68,6 A	39,0 aB	32,4 aA	32,4 aB	37,3aA
BRS 267	50,8	42,5	46,7 C	92,2	68,2	80,2 A	54,6 aA	37,2 bA	47,8 aA	43,6aA
BRS 262	84,7	59,1	71,9A	92,4	66,4	79,4 A	56,0 aA	29,5 bA	35,8 aB	27,4bB
Média	69,4 a	49,5 b		88,6 a	63,6 b					
CV (%)		13			19		16		10	

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas ou maiúsculas não diferem entre si pelo teste Tukey, (P≤0,05). ** Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, P≤0,05.

Altos valores de coeficiente de variação observados para NVP, PVP, PGP e para percentagem / número / peso de vagens com uma, duas e três sementes em amostras de 500g, são compatíveis com a natureza da variabilidade desse tipo de dados.

Como mencionado anteriormente, o número de vagens em 500 g é importante para comercialização de *edamame*. As Tabelas 5 e 6 contêm os resultados das cultivares, tanto para o número total de vagens como para o número/peso de vagens com uma, duas ou três sementes. Da mesma maneira que no experimento da safra 2007/2008, a cultivar BRS 267 apresentou menor NTV em 500 g, nas duas épocas de semeadura. De maneira geral, observou-se uma tendência do número/peso de vagens com uma semente ter sido mais alto na 2ª época de semeadura, enquanto o número/peso de vagens com duas sementes, foi na 1ª época; já o número/peso de vagens com três sementes foi mais alto na 2ª época para as BRS 232 e 262 e na 1ª época para BRS 267, por ser esta última uma cultivar de grupo de maturidade mais tardio.

Portanto, a cultivar BRS 267, na primeira data de semeadura, confirmou seu potencial de produção de três sementes por vagem e peso maior dos seus grãos. Apesar de apresentar menor rendimento em grãos maduros (Tabela 3), a cultivar BRS 267 tem a principal característica de qualidade para o *edamame*, grãos verdes imaturos de tamanho grande (46 g por 100 grãos, em média) (Tabela 4). Desse modo, a produção de soja hortaliça não pode ser avaliada ou comparada com a soja produzida em larga escala. Este novo sistema de produção de soja permite a obtenção de um produto diferenciado, cujo valor é superior ao da *commodity*.

Em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos, algumas atividades estão em andamento, no que se refere à avaliação do desempenho agrônomo da cultivar BRS 267 em diferentes locais do estado do Rio de Janeiro, onde produtores de hortigranjeiros estão sendo sensibilizados sobre a produção de soja como hortaliça. Trabalhos relativos à pós-colheita para processamento de *edamame* também estão em andamento (Felberg et al., 2018).

Tabela 5. Número total de vagens (NTV) e número de vagens (NV) com uma, duas e três sementes, em 500g de vagens imaturas, no estádio de desenvolvimento R6 nas cultivares de soja BRS 267, BRS 232 e BRS 262, semeadas em Passo Fundo, RS, em 09/12/2008 (1ª época) e em 07/01/2009 (2ª época). N=12.

Cultivares	Número Total de Vagens (NTV) em 500g *			Porcentagem Vagens (NV) em 500 g							
				Uma semente/ vagem **			duas sementes/vagem *			três sementes/ vagem **	
	1a. época	2a. época	Média	1a. época	2a. época	1a. época	2a. época	Média	1a. época	2a. época	
BRS 232	342,7	349,0	345,9 A	33,2 bA	60,5 aA	258,5	216,7	237,6 A	50,2 bB	72,2 aB	
BRS 267	232,5	198,7	215,6 B	17,2 bB	30,2 aB	131,0	112,2	121,6 B	84,7 aA	56,0 bB	
BRS 262	354,4	339,0	346,7 A	19,5 aAB	22,0 aB	245,7	153,5	199,6 A	89,2 bA	163,9 aA	
Média	309,9 a	295,6 a				211,7 a	160,8 b				
CV(%)	16	28				27	17				

*Médias seguidas por mesmas letras minúsculas e maiúsculas nas marginais, não diferem entre si pelo teste de Tukey. (P≤0,05).

**Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Tabela 6. Peso (g) de vagens com uma, duas, e três sementes em 500 g de vagens imaturas (estádio de desenvolvimento R6) nas cultivares de soja BRS 232, BRS 267 e BRS 262, semeadas em Passo Fundo, RS, em 09/12/2008 (1ª época) e em 07/01/2009 (2ª época). N=12.

Cultivares	Peso de Vagens (g)					
	uma semente/vagem **		duas sementes/vagem *		três sementes/vagem **	
	1a. época	2ª. época	1a. época	2ª. época	1a. época	2ª. época
BRS 232	17,3 bA	36,8 aA	286,9	249,4	268,1 A	120,8 aB
BRS 267	15,0 bA	24,3 aB	203,3	162,4	182,9 B	119,8 aB
BRS 262	15,0 aA	11,9 aC	266,9	134,4	200,6 AB	195,6 aA
Média			252,4 a	182,1 b		
CV(%)		27		28		16

*Médias seguidas por mesmas letras minúsculas e maiúsculas nas marginais, não diferem entre si pelo teste de Tukey, (P≤0,05).

**Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Na produção de soja verde, entretanto, alguns problemas precisam ser superados para que se tenha melhor produção e adoção da tecnologia. Entre as dificuldades, destacam-se:

- A colheita manual exige trabalho intensivo, pois, embora a colheita mecânica das vagens verdes seja uma realidade no Japão e nos Estados Unidos, no Brasil ainda não existe maquinário apropriado.
- Necessidade de desenvolver cultivares especiais, adequadas para a produção em horticultura.
- Como hortaliça, o manejo da cultura da soja precisa definição de normas e tecnologias.
- Tecnologias de processamento de pós-colheita para obtenção e oferta de produtos de boa qualidade, bem como técnicas de processamento que permitam disponibilizar o *edamame* na entressafra da soja.

Todas essas restrições, no entanto, podem ser superadas pelo desenvolvimento de parcerias com produtores e processadores de hortigranjeiros, principalmente quando se sabe que o mercado de soja vegetal verde já é um sucesso em outros países.

A soja tipo vegetal é um produto especial com alto valor agregado que pode ser bem aceito pelos consumidores brasileiros, constituindo-se em uma opção de negócio significativo para esse nicho de mercado.

Conclusão

- A cultivar BRS 267, que apresenta tamanho grande de vagens e grãos, pode ser comercializada como soja hortaliça para produção do *edamame*.
- As demais cultivares testadas nesta comparação não apresentam características adequadas para esta finalidade, sendo necessário disponibilizar no mercado outras mais cultivares com caracteres especiais para *edamame* e com rendimento compatível.

Agradecimentos

À Embrapa Soja e Embrapa Trigo por apoiar esta pesquisa, e aos técnicos Cedenir Medeiros Scheer, Cleverson Urrutia e Evandro Ademir Lampert pelo apoio no trabalho de campo. Também agradecemos ao Comitê Local de Publicações (CLP) da Embrapa Soja e a Dra. Vera de Toledo Benassi pela criteriosa avaliação do trabalho.

Referências

- BATES, R. P.; MATTHEWS, R. F. Ascorbic acid and beta-carotene in soybeans as influenced by maturity, sprouting, processing, and storage. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 88, p. 4-6, 1975.
- BRAR, G. S.; CARTER, T. E. Soybean (*Glycine max* L. Merrill). In: KALLOO, G.; BERGH, B.O. (Ed.). **Genetic improvement of vegetable crops**. New York: Pergamon Press, 1993. p. 427-763.
- BURR, I. W.; FOSTER, L. A. **A test for equality of variances**. West Lafayette: University of Purdue, 1972. 26 p. (Mimeo series, 282).
- CARRÃO-PANIZZI, M. C. Edamame ou soja hortaliça fácil de consumir e muito saudável. **Informe Agropecuário**, v. 27, p. 59-64, 2006.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C. Soja hortaliça uma opção além da “commodity”. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 6., 2018, Gramado. **Desvendando mitos...** Porto Alegre: UFRGS; Campinas: SBCTA, 2018. 6 p. Produção Sustentável de Alimentos, trab. 76.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERTAGNOLLI, P. F.; MOREIRA, J. U. V.; COSTA, L. C. da; CARAFFA, M.; COSTAMILAN, L. M.; STRIEDER, M. L. Melhoria de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo - safra agrícola 2015/2016. In: COSTAMILAN, L. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). **Soja: resultados de pesquisa 2015/2016**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. p. 25-30. (Embrapa Trigo. Documentos online, 161).
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERTAGNOLLI, P. F.; STRIEDER, M. L.; COSTAMILAN, L. M.; COSTA, L. C. da; CARAFFA, M.; RIFFEL, C. T.; OLIVEIRA, M. A. de; LEITE, R. S.; FELBERG, I.; MANDARINO, J. M. G.; MOREIRA, J. U. V.; OLIVEIRA, A. C. B. de Melhoria de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo - safra agrícola 2016/2017. In: COSTAMILAN, L. M. (Ed.). **Soja: resultados de pesquisa 2016/2017**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2017. p. 23-28. (Embrapa Trigo. Documentos online, 171).
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERTAGNOLLI, P. F.; STRIEDER, M. L.; COSTAMILAN, L. M.; MOREIRA, J. U. V. Melhoria de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo - safra agrícola 2012/2013. In: COSTAMILAN, L. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). **Soja: resultados de pesquisa 2012/2013**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2013. 19 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos online, 145).
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERTAGNOLLI, P. F.; STRIEDER, M. L.; COSTAMILAN, L. M.; MOREIRA, J. U. V. Melhoria de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo - safra agrícola 2013/2014. In: COSTAMILAN, L. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.).

Soja: resultados de pesquisa 2013/2014. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. p. 21-24. (Embrapa Trigo. Documentos online, 151).

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; COSTA, L. C. da; CARAFFA, M.; BERTAGNOLLI, P. F.; STRIEDER, M. L.; COSTAMILAN, L. M. Melhoria de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo - safra agrícola 2014/2015. In: COSTAMILAN, L. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). **Soja:** resultados de pesquisa 2014/2015. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2015. p. 25-29. (Embrapa Trigo. Documentos online, 155).

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MIRANDA, M. Z. de; FELBERG, I.; GODOY, R. L. de O.; SANTIAGO, M. C. P. de A. **Avaliação de soja preta para consumo como edamame.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2018. 20 p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 89).

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; PIPOLO, A. E.; MANDARINO, J. M. G.; ARANTES, N. E.; GARCIA, A.; BENASSI, V. de T.; ARIAS, C. A. A.; KASTER, M.; OLIVEIRA, M. F. de; OLIVEIRA, M. A. de; TOLEDO, J. F. F. de; MOREIRA, J. U. V.; CARNEIRO, G. E. de S. Breeding specialty soybean cultivars for processing and value-added utilization at Embrapa in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 8., 2009, Beijing. **Developing a global soy blueprint for a safe secure and sustainable supply: proceedings.** Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences: Institute of Crop Science, 2009. Oral Presentations. WSRC 2009. 1 CD-ROM.

Cultivares de soja 2007/2008: Região Centro-Sul. Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional, 2008. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 299).

CZAIKOSKI, K.; LEITE, R. S.; MANDARINO, J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; SILVA, J. B. da S.; IDA, E. I. Canning of vegetable-type soybean in acidified brine: Effect of the addition of sucrose and pasteurization time on color and other characteristics. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 45, p. 472-476, 2012. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.09.009.

CZAIKOSKI, K.; LEITE, R. S.; MANDARINO, J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; SILVA, J. B. da S.; IDA, E. I. Physicochemical characteristics of canned vegetable-type soybean processed with zinc at different pasteurization times. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 7, p. 840-848, 2018. DOI: 10.1590/S0100-204X2018000700008.

FEHR, W. R.; **CAVINESS**, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11, p. 929-931, 1971.

FELBERG, I.; PINTO, M. S. V.; NASCIMENTO NETO, F. do; CAMPOS, R. da S.; FREITAS, S. C. de; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Avaliação de processamento térmico de soja verde para consumo direto como hortaliça. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 26., Belém, Pará, 2018. O Uso consciente da biodiversidade: perspectivas para o avanço da ciência e tecnologia de alimentos. **Anais...** Belém: SBCTA, 2018. E-pôster 3339.

HAJEB, P.; JINAP, S. Umami taste components and their sources in Asian foods. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 6, p. 778-791, 2015.

JOHNSON, D.; WANG, S.; SUZUKI, A. Edamame: a vegetable soybean for Colorado. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspective in new crops and new uses.** Alexandria: ASHS Press, 1999. p. 385-387.

KIM, Y.; KIM, E.-Y.; SON, H. J.; LEE, J.-J.; CHOI, Y.-H.; RHYU, M.-R. Identification of a key umami-active fraction in modernized Korean soy sauce and the impact thereof on bitter-masking. **Food Chemistry**, v. 233, p. 256-262, 2017.

- MASUDA, R. Quality requirement and improvement of vegetable soybean. In: SHANMUNGASUNDARAM, S. (Ed.). **Vegetable soybean: research needs for production and quality improvement**. Kenting, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1991. p. 92-102. (Publication, 91-346).
- MASUDA, R. The strategy for sweetness increase of vegetable soybean: maltose, another sugar in boiled seeds. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Abstracts of contributed papers and posters**. Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 839-844. (Embrapa Soja. Documentos, 228).
- MAYTA, J.; CHEN, P.; POPP, M. P.; DONG, D.; WU, C.J.; ZHANG, W. B.; SMITH, S. F.; SCABOO, A. M. Break-even profitability of food-grade specialty soybeans. **Agricultural Sciences**, v. 2, n. 2, p. 1-11, 2014. DOI 10.12735/as.v2i2p01.
- MENTREDDY, S. R.; MOHAMED, A.I.; JOSHEE, N.; YAAV, A.K. Edamame: A nutritious vegetable crop. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Ed.). **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press, 2002. p. 432-438.
- OLIVEIRA, M. A. de; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; LEITE, R. S.; CAMPOS FILHO, P. J. de; VICENTINI, M. B. Quantificação dos teores de açúcares, oligossacarídeos e amido em genótipos/cultivares de soja (*Glycine max* (L) Merrill) especiais utilizados para alimentação humana. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 23-29, 2010. DOI: 10.4260/BJFT2010130100004.
- PARENTE, R. C. P. **Aspectos da análise de resíduos**. 1984. 139 f. Dissertação. (Mestrado) - ESALQ/USP, Piracicaba.
- SANTANA, A. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S.; SILVA, J. B. da; IDA, E. I. Effect of harvest at different times of day on the physical and chemical characteristics of vegetable-type soybean. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 351-356, 2012.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's Guide**. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869 p.
- SHANMUGASUNDARAM, S.; CHENG, S.-T.; HUANG, M.-T.; YAN, M.-R. Varietal improvement of vegetable soybean in Taiwan. In: SHANMUGASUNDARAM, S. (Ed.). **Vegetable soybean: research needs for production and quality improvement**: Taipei: AVRDC, 1991. p.30-42. (Publication, 91-346).
- SHANMUGASUNDARAM, S.; YAN, M.-R. Global expansion of high value vegetable soybean. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Abstracts of contributed papers and posters**. Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 915-920. (Embrapa Soja. Documentos, 228).
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.
- SILVA, J. B.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; PRUDÊNCIO, S. H. Chemical and physical composition of graintype and foodtype soybean for food processing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 777-784, 2009.
- SILVA, J. B.; PRUDENCIO, S.H.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; GREGORUT, C.; FONSECA, J.F.; MATTOSO, L.H.C. Study on the flavour of soybean cultivars by sensory analysis and electronic tongue. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 1630-1638, 2012. DOI:10.1111/j.1365-2621.2012.03013.x

SIRISOMBOON, P.; HASHIMATO, Y.; TANAKA, M. Study on non-destructive evaluation methods for defect pods for green soybean processing by near-infrared spectroscopy. **Journal of Food Engineering**, v. 93, p. 502-512, 2009. DOI: 10.10106/j.jfooeng.2009.02.019.

SOLVITA, Z.; ALSINA, I.; LEPSE, L. insight in edamame yield and quality parameters: a review. **Research for Rural Development**, v. 2, p. 40-45, 2017. DOI:10.226/rrd.23.2017047.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences**. New York: McGraw-Hill, 1960. 481 p.

TUKEY, J. W. One degree of freedom for non-additivity. **Biometrics**, Alexandria, v. 5, p. 232-242, 1949. DOI:10.2307/3001938.

WANG, T.; LIU, Y.; LI, X.; XU, Q.; FENG, Y.; YANG, S. Isoflavones from green vegetable soya beans and their antimicrobial and antioxidant activities. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, p. 2043-2047, 2018. DOI: 10.1002/jsfa.8663.

XU, Y.; SISMOUR, E.; PAO, S., RUTTO, L.; GRIZZARD, C.; REN, S. Textural and microbiological qualities of vegetable soybean (edamame) affected by blanching and storage conditions. **Food Processing Technology**, v. 3, p. 1-6, 2012.

ZANG, L.; KYEI-BOAHDEN, S. Growth and yield of vegetable soybean (edamame) in Mississippi. **HortTechnology**, v. 17, p. 26-31, 2007.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. **Sistema de análise estatística-SANEST**. Pelotas: UFPel, 1982. 63 p. (Registro SEI, 066060).

Embrapa

Soja