



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LUIZ JUNIOR PERINI

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E SELEÇÃO DE
LINHAGENS DE SOJA DESTINADAS AO CONSUMO
HUMANO**

Londrina
2012

LUIZ JUNIOR PERINI

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E SELEÇÃO DE
LINHAGENS DE SOJA DESTINADAS AO CONSUMO
HUMANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Cássio Egidio Cavenaghi
Prete

Londrina
2012

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P445c Perini, Luiz Junior.
Caracterização agrônômica e seleção de linhagens de soja destinadas ao
consumo humano / Luiz Junior Perini. – Londrina, 2012.
78 f. : il.

Orientador: Cássio Egidio Cavenaghi Prete.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2012.

Inclui bibliografia.

1. Soja – Melhoramento genético – Teses. 2. Soja – Linhagem (Genética) –
Teses. 3. Soja – Consumo – Teses. 4. Soja como alimento – Teses. I. Prete,
Cássio Egidio Cavenaghi. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro
de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
III. Título.

CDU 631.52:633.34

LUIZ JUNIOR PERINI

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E SELEÇÃO DE LINHAGENS
DE SOJA DESTINADAS AO CONSUMO HUMANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador: Dr. Cássio Egidio Cavenaghi Prete
UEL – Londrina – PR

Prof. Aposentado Dr. Deonísio Destro
UEL – Londrina – PR

Dr. Jair Rogério Unfried
TMG – Cambé – PR

Prof. Dr. Seiji Igarashi
UEL – Londrina – PR

Prof. Dra. Inês Cristina de Batista Fonseca
UEL – Londrina – PR

Londrina, 23 de fevereiro de 2012.

Dedico este trabalho aos meus
pais: Luiz Roberto Perini e
Neuzira Costa Perini.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela minha existência. À Jesus e a Santa Maria agradeço, por estarem presentes em minha vida.

Aos meus pais Luiz Roberto Perini e Neuzira Costa Perini, pelo amor, carinho, incentivo. Pela educação valiosa sou grato a eles. Sem o apoio deles não seria possível alcançar mais esta etapa em minha vida. Agradeço também a minha irmãzinha do coração Thaisa Paula Perini.

Ao estimado Professor Dr. Cássio Egidio Cavenaghi Prete, meus sinceros agradecimentos. Sou grato a ele pela sua excelente orientação. Agradeço pelo conhecimento adquirido e principalmente pela amizade e também por confiar em meu trabalho. Por não medir esforços para me ajudar, pelo interesse e apoio durante a realização de todas as etapas deste trabalho. Agradeço também por ensinar-me a ser paciente. A convivência com o professor Cássio me tornou uma pessoa melhor.

Ao professor Dr. Deonísio Destro agradeço, pela amizade, disponibilidade e aos conhecimentos passados. Pelas linhagens fornecidas para realização deste trabalho. Pela ajuda na colheita das linhagens de soja, e principalmente pela motivação.

Ao engenheiro agrônomo Dr. Jair Rogério Unfried, pela amizade, disponibilidade. Pela ajuda na realização deste trabalho e principalmente pelo encaminhamento na área de melhoramento. Agradeço ao Dr. Arlindo Harada e Dr. Romeu Afonso de Souza Khiiil, pela amizade, incentivo no melhoramento e ao conhecimento concedido.

Ao meu querido avô Antonio Perini agradeço, por sempre me incentivar nos estudos e por acreditar em mim.

A minha avó Madalena Nobre da Silva, pelo seu amor comigo. Ao meu avô Oracy Fernandes da Silva “*In memória*”, por sua bondade. Agradeço aos meus tios Agnaldo, Reinaldo, Valmir, Benício, Maria Aparecida (Tia Tunga) e Ramiro. Aos primos Rafaela, Lucas, Julie e Maria Eduarda.

Aos amigos da pós-graduação Felipe Aranha, Emerson Teixeira, Angela Beatriz, Vitor Camargo, Dennis Piazzoli, Diego Gazola, Thiago Ortz, Alessandro Lone, Mayra Ishikawa e Lilian Yamamoto agradeço pela amizade e companheirismo. Agradeço também aos demais colegas da pós.

Aos amigos Paulo Sergio Novaes, Rafael Toda, Rafael Diomiro Lopes, agradeço pela amizade e auxílio durante a realização do trabalho. À Geraldo Lopes da Silva, pela amizade, prontidão, companheirismo e pelo cafezinho na fitotecnia. À José Vicentini Neto (Bié), Irmão e Cícero, pelo auxílio na condução dos experimentos na casa de vegetação. José Leonardo Bruno, pelo apoio na execução do trabalho. Aos funcionários da fazenda, em especial Sr. Raimundo e Ângelo.

Agradeço ao professor Dr. Seigi Igarashi, pela disponibilidade, esclarecimento de dúvidas, e também pelo auxílio na liberação para trabalhar com ferrugem durante o vazio sanitário da soja. À professora e Dr. Inês Cristina de Batista Fonseca, pelos conhecimentos em estatística e pelo auxílio nas análises. Ao professor Dr. Claudemir Zucareli agradeço, pela amizade e ajuda durante o processo de seleção para o curso de mestrado. Agradeço a todos os professores da UEL, que contribuíram para minha formação. Ao Dr. Nelson da Silva Fonseca Júnior, pelo valioso auxílio no uso do programa GENES.

Agradeço ao Allan Misael Flausino da Embrapa soja, pela ajuda concedida durante o trabalho com ferrugem. Aos pesquisadores da Embrapa soja Dr. Milton Kaster e Dr. José Ubirajara Vieira Moreira agradeço, pelo fornecimento das sementes das PIs de soja. À Dr. Maria Luiza da SEAB agradeço, pela concessão da autorização, para realização do trabalho com ferrugem durante o vazio sanitário da soja.

À Tropical Melhoramento e Genética Ltda agradeço, por disponibilizar sua estrutura para condução do trabalho com ferrugem, agradeço também ao Claudinei Rios, pela ajuda e conhecimento fornecido.

Agradeço à Embrapa soja, por ceder à casa de vegetação para realização do trabalho com ferrugem. A Bayer, pelo fornecimento de produtos, usados no manejo de pragas e doenças no experimento de campo.

Ao eng. agr. José Carlos Marques Braciforte, agradeço pela amizade. Ao eng. agr. Mitsuro agradeço pelos conhecimentos passados, e ao conselho para seguir na área da pesquisa.

Agradeço à Lúcia Salvetti, Nino e Castelo, pela amizade. À Monica Salvetti “*In memória*” agradeço, pelo seu amor a terra.

Muito obrigado a todos que contribuíram de alguma forma para conclusão deste trabalho.

“Escolha um trabalho que você ame
e não terá que trabalhar um
único dia em sua vida.”

(Confúcio)

“Nenhuma mente que se abre para uma nova idéia
voltará a ter o tamanho original.”

(Albert Einstein)

PERINI, Luiz Junior. **Caracterização agronômica e seleção de linhagens de soja destinadas ao consumo humano**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2012.

RESUMO

A soja é a oleaginosa de maior importância para o homem, por conter no grão, aproximadamente 20% de óleo e 40% de proteína de baixo custo de produção. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja; entretanto a maior parte da produção é destinada as indústrias de óleo vegetal e a exportação na forma de grão. Mesmo reduzindo os riscos de doenças crônicas, no ocidente a soja não tem boa aceitação, devido ao sabor característico de feijão verde. No Brasil, o consumo direto na alimentação humana é muito pequeno. Para aumentar o consumo da soja, a UEL busca desenvolver variedades adequadas ao consumo humano. Este trabalho teve como objetivo caracterizar e selecionar linhagens de soja adequadas ao consumo humano. Foram realizados dois experimentos no ano agrícola de 2010/11. No primeiro experimento foram semeadas 71 linhagens, oriundas do programa de melhoramento de soja alimento da UEL. No segundo experimento foram semeadas 37 linhagens, do programa de melhoramento de soja da UFV. O delineamento empregado foi inteiramente ao acaso, com três repetições, cada unidade experimental foi constituída por um metro de comprimento e com espaçamento entre linhas de 0,45 metros; as seguintes características de importância agronômica foram avaliadas: dias para florescimento, altura da planta no florescimento, cor da flor, valor agronômico, dias da emergência a maturação, altura da planta na maturação, altura da inserção da primeira vagem, cor da pubescência, produtividade de grãos, cor do tegumento, cor do hilo, peso de mil sementes. Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. As linhagens UEL 17, 18 e 34, podem ser indicadas para o consumo humano. O genótipo Wilami, permite a obtenção de progênies com massa de cem sementes maior que 20 gramas. As linhagens 3 e 19 da UFV, são produtivas e com ciclo precoce. É possível desenvolver cultivares de soja destinadas ao consumo humano, com produtividades iguais aos cultivares destinados a indústria de processamento de grãos.

Palavras-chave: *Glycine max*. Soja hortalíça. Soja alimento. Lipoxigenase. Melhoramento genético.

PERINI, Luiz Junior. **Agronomic characterization and selection of soybean lines destined for human consumption.** 2012. 78 f. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

ABSTRACT

Soybean is the most important crop to man, because it contains in the grain, about 20% of oil and 40% of protein of low cost of production. Brazil is the second largest world producer of soybeans; however the most of the production is destined for industries of vegetable oil and the exportation in the form of grain. Even reducing the risk of chronic diseases in the West soybeans isn't well accepted, due to the flavor characteristic of green beans. In Brazil, the direct consumption as food is very small. To increase the consumption of soybeans, the UEL aims to develop varieties appropriate for human consumption. This work aimed to characterize and select soybean lines appropriate for human consumption. Two experiments were conducted in the agricultural year of 2010/11. In the first experiment were sown 71 lines originated from the program of breeding UEL's soybean food. In the second experiment were sown 37 lines of the program of breeding UFV's soybean. The experimental design was completely randomized with three replications; each experimental unit consisted of one meter in length and spacing of 0.45 m. The following characteristics of agronomic importance were evaluated: days to flowering, plant height at flowering, color flower, agronomic value, days from emergence to maturity, plant height at maturity, height of first pod, color of pubescence, grain yield, the coat color, hilum color, and weight of thousand seeds. Quantitative data were subjected to analysis of variance and the means grouped by Scott-Knott test at 5% probability. The UEL lines 17, 18 and 34, can be appropriate for human consumption. The genotype Wilami allows obtaining progenies with one hundred seed mass bigger than 20 grams. The lines 3 and 19 UFV's, are productive and early maturity. It is possible to develop soybean cultivars destined to human consumption, with a yield equal to the cultivars for the industry of grain processing.

Keywords: *Glycine max.* Vegetable soybean. Soybean food. Lipoxygenase. Breeding.

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 –	Análise de variância do experimento 1, para as linhagens do programa de melhoramento de soja tipo alimento, da Universidade Estadual de Londrina, avaliadas no ano agrícola de 2010/2011.	33
Tabela 3.2 –	Teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, para detectar diferença entre as características avaliadas, nas linhagens do programa de melhoramento de soja alimento da Universidade Estadual de Londrina, no ano agrícola de 2010/2011.	33
Tabela 3.3 –	‘Produtividade relativa (%) de cada linhagem em relação às testemunhas BRS 257 e NK 7059RR.	38
Tabela 3.4 –	Análise de variância do experimento 2, para as linhagens do programa de melhoramento de soja da Universidade Federal de Viçosa, avaliadas no ano agrícola de 2010/2011.	40
Tabela 3.5 –	Teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, para detectar diferença nas características avaliadas entre as linhagens do programa de melhoramento de soja da Universidade Federal de Viçosa, no ano agrícola de 2010/2011.	41
Tabela 3.6 –	Produtividade relativa (%) de cada linhagem em relação às testemunhas NK 7059RR e BMX Potência.	44
Tabela 4.1 –	Denominação dos acessos do banco de Germoplasma de soja alimento, da Universidade Estadual de Londrina.	54
Tabela 4.2 –	Número de plantas S ₀ apresentando lesão de resistência (RB) e de suscetibilidade (TAN) à ferrugem asiática da soja e tipo de lesão encontrada, aos 21 dias após inoculação.	61
Tabela 4.3 –	Análise de variância para severidade da doença na geração S _{0:1} e nas testemunhas.	62
Tabela 4.4 –	Médias de severidade (%) para as testemunhas e a geração S _{0:1} , comparadas pelo teste de Tukey.	62
Tabela 4.5 –	Segregação fenotípica da geração S _{0:1} para resistência à FAS, com proporção teórica (P>0,05) aceita pelo teste de qui-quadrado e valores de qui-quadrado (χ^2).	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	A CULTURA DA SOJA	15
2.1.2	Utilizações da Soja	15
2.1.2.1	Soja tipo alimento	16
2.1.3	Fatores Nutricionais	18
2.1.3.1	A soja como fonte de proteína	18
2.1.3.2	Linolenato (ácido linolênico)	18
2.1.3.3	Isoflavonas	19
2.1.3.4	Redução de riscos de doenças em humanos	20
2.1.4	Fatores Antinutricionais	20
2.1.4.1	Lipoxigenase em soja	20
2.1.5	Desenvolvimento da Planta de Soja	22
2.1.6	Caracteres Agronômicos de Interesse no Melhoramento da Soja	23
3	ARTIGO A – CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E SELEÇÃO DE LINHAGENS DE SOJA DESTINADAS AO CONSUMO HUMANO	25
3.1	INTRODUÇÃO	26
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
3.4	CONCLUSÃO	44
3.5	REFERÊNCIAS	45
4	ARTIGO B – AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA E SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA, RESISTENTES À FERRUGEM ASIÁTICA	50
4.1	INTRODUÇÃO	51
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	54
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.4	CONCLUSÃO	65
4.5	REFERÊNCIAS	65

	2
5 CONCLUSÕES GERAIS	69
REFERÊNCIAS	70
ANEXOS	75
ANEXO A – Características agronômicas, químicas e reação a doenças, de algumas das linhagens utilizadas em cruzamentos do programa de soja alimento, da Universidade Estadual de Londrina.....	76
ANEXO B – Linhagens de soja alimento da Universidade Estadual de Londrina, testados no ano agrícola de 2010/2011 com suas respectivas numerações e genealogia	77

1 INTRODUÇÃO

A maior parte da produção brasileira de soja tipo grão é destinada às indústrias nacionais e estrangeiras. Com o processamento dos grãos de soja, obtêm-se óleo vegetal, lecitina e margarina, assim como o farelo, o qual é usado, principalmente, como componente protéico na ração animal. Uma pequena parte do subproduto industrial é representada por farinha integral, farinha desengordurada e proteína vegetal texturizada (PVT ou carne de soja), que entram na composição de alguns alimentos: embutidos, hamburgers, pães, bolos, biscoitos, chocolates, doces e leite.

No ocidente, a soja participa do consumo humano direto apenas na forma de sementes descascadas e torradas para aplicação semelhante aos do amendoim, e também cozida como salada. Entretanto, nos últimos anos a procura por alimentos a base de soja tem aumentado, devido aos benefícios que a soja promove a saúde humana.

O tamanho da semente, a cor do tegumento e do hilo, são importantes de acordo com o alimento a ser produzido. Sementes grandes, com massa de cem sementes acima de 20 gramas, são apropriadas para produção de leite de soja, toffu, salada ou ainda consumida como soja-hortaliça. Já as sementes pequenas, com massa de cem sementes próxima de 10 gramas, são adequadas para consumo na forma de brotos ou “natto”. Sementes de soja com tegumento preto, amarelo, marrom e verde, podem ser usadas na fabricação de doces, ou na elaboração de salada colorida, aumentando assim o atrativo pelo prato.

O sabor suave em grãos de soja, é outra característica importante, para alimentos derivados a partir da soja. A ausência das enzimas lipoxigenases, confere sabor suave aos grãos da soja, melhorando assim sua palatabilidade.

A Universidade Estadual de Londrina (UEL) mantém no departamento de agronomia, um banco de germoplasma com linhagens de soja, que apresentam características adequadas ao consumo humano. Este banco de germoplasma foi organizado pelo melhorista e Professor Dr. Deonísio Destro. Ao todo são 139 linhagens, que apresentam características como: ausências das enzimas de lipoxigenase, tegumento amarelo, preto, verde e marrom, hilo claro, sementes grandes e pequenas. Os genótipos provem de produtores de origem japonesa, mercados locais e instituições de pesquisa. A manutenção desses genótipos é importante, para que essa variabilidade existente possa ser usada, no melhoramento genético da cultura.

Procurando desenvolver cultivares de soja tipo alimento, com adaptação as condições ambientais de Londrina, o Professor Dr. Deonísio Destro, iniciou em 1992, o programa de melhoramento genético da soja para consumo humano da UEL. Diversos cruzamentos foram realizados, as populações foram conduzidas por sucessivas gerações de autofecundação, até a obtenção de linhas puras. Os principais objetivos deste programa de melhoramento foram obter linhagens puras de soja tipo alimento com sementes: grandes, massa de cem sementes acima de 20 gramas; e sementes pequenas, apresentando massa de cem sementes próxima de 10 gramas.

- O presente trabalho caracterizou agronomicamente e selecionou as linhagens geradas, pelo programa de melhoramento de soja alimento da UEL.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja é uma cultura de grande importância mundial, devido à aplicabilidade generalizada de seus produtos e seu valor econômico no mercado nacional e internacional (FILHO et al., 2004). Verneti (1983) reporta que, a soja foi introduzida no Brasil por Gustavo Dutra, em 1882, no estado da Bahia, porém os cultivares provenientes dos Estados Unidos da América do Norte, não se adaptaram às condições de baixa latitude. Posteriormente, a soja foi introduzida em São Paulo e no Rio Grande do Sul a partir de 1900. Nestas regiões a soja apresentou melhor desenvolvimento.

Foi com a cultura da soja que o Brasil iniciou sua ascensão como um gigante agrícola (TOLLEFSON, 2010). Hoje o Brasil ocupa o *ranking* de segundo maior produtor, perdendo apenas para os Estados Unidos da América do Norte, de acordo com o USDA (2012), na safra 2011, a produção da oleaginosa neste país foi de 83,17 milhões de toneladas. A produção brasileira de soja na safra 2012/13 é estimada em 74,6 milhões de toneladas, sendo 34,0 milhões de ton. a quantidade a ser exportada em grãos, e uma produção de 28,5 milhões de toneladas de farelo e 7,15 milhões de toneladas de óleo (ABIOVE, 2012). Projeções indicam que em poucos anos o Brasil será o maior produtor mundial de soja.

2.1.2 Utilizações da Soja

Nos últimos anos, a procura por alimentos derivados de soja tem aumentado devido à divulgação dos benefícios à saúde atribuídos ao consumo desta leguminosa. Com o crescente aumento desta procura no Brasil, diversos produtos têm sido lançados no mercado (FAVONI et al., 2004).

O grão de soja origina produtos e subprodutos muito usados pela agroindústria, indústria química e de alimentos. Seu uso mais conhecido, no entanto, é como óleo refinado, obtido a partir do óleo bruto (EMBRAPA SOJA, 2011a). Os benefícios da soja na alimentação humana para a saúde é conhecido pelos chineses há milênios. Mesmo assim, no Brasil, o consumo de soja direto na alimentação humana é muito pequeno, apenas 3% do total produzido na safra 2009/2010 que foi de 67,4 milhões de toneladas de grãos de soja (LANDGRAF, 2011).

Na alimentação humana, a soja entra na composição de vários produtos embutidos, em chocolates, temperos para saladas, entre outros produtos. A padronização e a qualidade dos produtos industrializados à base de soja atraem os consumidores que querem praticidade (EMBRAPA SOJA, 2011a).

Recentemente, as pesquisas estão focadas no desenvolvimento de produtos de soja verde (edamame) e de broto de soja (moyashi). Como soja verde tem-se a soja tipo hortaliça, sendo as vagens colhidas quando os grãos estão totalmente desenvolvidos, mas ainda imaturos ou verdes; neste estágio, os grãos apresentam sabor mais suave, maior teor de vitaminas, (como por exemplo a Vitamina C), minerais mais biodisponíveis, maiores concentrações das isoflavonas, que fornecem maior proteção ao organismo, as agliconas e maiores teores de proteínas. Os grãos de soja verdes, destinados ao consumo humano, devem ser provenientes dos cultivares com características específicas, como tamanho grande, hilo claro e sabor suave (LANDGRAF, 2011).

Recentemente, o óleo de soja vem crescendo também como fonte alternativa de biocombustível (EMBRAPA SOJA, 2011a), sendo usado como matéria-prima principal para a produção de biodiesel, com participação de aproximadamente 80% de um total de 1,5 bilhões de litros de biodiesel produzidos em 2009 (ANP, 2010). De acordo com Visser et al. (2011), a utilização de co-produtos da extração de óleo de soja, tem o potencial para produzir o equivalente a cerca de 13% (3,5 bilhões de litros) da produção convencional de etanol brasileira.

Entre as culturas de plantas, a soja é uma excelente produtora de proteína, é uma fonte de biomassa abundante e barata e pode ser cultivado em casa de vegetação, o ciclo das plantas pode ser manipulado e a produção de sementes pode ser maximizada, para produção em larga escala de proteínas, dentro de uma área pequena e controlada. Isso confere a soja um grande potencial, para produzir produtos biofarmacêuticos e macromoléculas industriais, através da engenharia genética (VIANNA, et al., 2011). Devido a sua aplicabilidade, a soja tem sido usada também na produção de adesivos (STOLL, et al., 2008).

2.1.2.1 Soja tipo alimento

Há poucas informações sobre as características químicas, físicas e sensoriais dos cultivares de soja tipo alimento que podem ajudar as indústrias de alimentos, a processar adequadamente produtos de alta qualidade para consumo humano (SILVA; CARRÃO-PANIZZI; PRUDÊNCIO, 2009).

Existem genótipos específicos de soja em função de seu uso, deste modo a classificação da soja pode ser feita em dois grupos principais: tipo grão e tipo alimento (YOKOMIZO; DUARTE; VELLO, 2000). A soja tipo grão, no Brasil, atende às indústrias nacionais e estrangeiras de farelo e óleo; suas características são: tamanho médio das sementes, representado pelo peso de cem sementes (PCS) entre 10 e 19 g, e gosto desagradável ao consumo humano direto. Já a soja tipo alimento, que apresenta sabor agradável ao consumo humano direto, é dividida em duas categorias: a) sementes pequenas com PCS menor que 10g, consumo na forma de brotos e de “natto” (fermentado); b) sementes grandes com PCS igual ou maior que 20 g, tem os seguintes usos principais: b1) soja tipo hortaliça (vegetable soybean, green soybean, ou edamame), com consumo de grãos obtidos de vagens imaturas, estágio R6 de Fehr; Caviness (1977); b2) soja tipo doce (kuromame), com grãos maduros de tegumento preto, usados na preparação de doces especiais; b3) soja tipo salada, com grãos maduros, de tegumento e hilo de coloração clara (preferencialmente creme ou amarela, em algumas regiões também se usam grãos de cor verde ou variegada), para preparação de saladas mistas, junto com hortaliças e legumes (YOKOMIZO; VELLO, 2000). Também há o queijo “tofu” feito a partir da proteína vegetal da soja (COVILLE, 1929).

Segundo Meneguice et al. (2005) o tamanho dos grãos é uma característica importante para o consumo humano, pois dependendo do alimento a ser produzido são recomendados grãos pequenos ou grandes. O tempo de cozimento também é importante, quanto menor o tempo, melhor.

Conforme Carpenter et al. (2006) tamanho de semente grande e sabor de nozes, são características essenciais para soja-hortaliça (edamame). Consumida no Japão, China, Coreia, Tailândia, Indonésia, Malásia, Filipinas, Cingapura, Nepal, Sri Lanka, Estados Unidos e Austrália e recentemente introduzida no Brasil, a soja-hortaliça (edamame) vem despertando grande interesse na população (MENDONÇA; CARRÃO-PANIZZI, 2003). Sendo no Brasil cultivado, em especial no estado de São Paulo, o consumo do petisco de soja-hortaliça (edamame) restrito aos descendentes de orientais, destacando-se japoneses, chineses e coreanos (CASTOLDI et al., 2009).

Existem muitos genótipos de soja comercial com potencial de uso como soja-hortaliça, porém apresentam produtividades muito variadas, dependendo das condições em que são cultivadas, como solo, clima, época de plantio e densidade (CHARLO et al., 2008). Todavia, o que viabiliza estes sistemas é o preço em mercados diferenciados, podendo chegar a prêmios de mais de 50%, como é o caso da soja orgânica no mercado internacional (DAROLT; NETO, 2010).

De acordo com Born (2006) a soja edamame, pode ser comercializada das seguintes formas: colhendo-se a planta inteira, com folhas, vagens, caules e raízes; apenas as vagens são retiradas das plantas; ou no outro caso as vagens são descascadas, sendo comercializado o grão fresco ou congelado.

Outra forma de comercializar a soja edamame seria em vasos, no qual o consumidor levaria para casa a planta inteira. A planta de soja poderia ser usada na decoração do ambiente, e os grãos imaturos destinados para o consumo. Este pode ser um nicho de mercado muito interessante a ser explorado, o que poderia também estimular o aumento no consumo desta oleaginosa no Brasil.

2.1.3 Fatores Nutricionais

2.1.3.1 A soja como fonte de proteína

A soja constitui uma fonte alimentar protéica de grande importância mundial, representando atualmente a maior porcentagem de concentrados protéicos destinados para a alimentação animal e humana (CARRÃO-PANIZZI, 1988). A proteína de soja é a base para ingredientes de padaria, massas, produtos de carne, cereais, misturas preparadas, bebidas, alimentação para bebês e alimentos dietéticos (EMBRAPA SOJA, 2011a).

A indústria exige grãos de soja com altos teores de proteína. No entanto, este fator é geralmente inversamente relacionado à produtividade de grãos. Muitas vezes, os mais produtivos cultivares não são de interesse para a indústria e, como consequência, há uma demanda por cultivares, com produção de grãos melhorados e alto teor de proteínas das sementes. Proteína e óleo são componentes das sementes de soja de grande valor econômico. Em média, teor de proteína, de variedades comerciais é de cerca de 40%, mas pode variar de 30% para 53%. Nos últimos anos, programas de melhoramento de soja têm enfatizado o aumento do teor de proteínas e qualidade (SEDIYAMA et al., 1996, 1999).

2.1.3.2 Linolenato (ácido linolênico)

De acordo com Vernetti; Junior (2009) embora a soja seja oleaginosa, proporciona proteína de elevada qualidade para a alimentação animal (gado e aves, principalmente). Seu óleo é usado extensivamente no cozimento, nas indústrias de manufatura

de alimentos. Os lipídeos mais abundantes no óleo de soja são glicerolipídeos, que contém ácidos graxos esterificados com glicerol. Na semente de soja, os principais ácidos graxos são: palmítico (11%), esteárico (4%), oléico (24%), linoléico (54%) e linolênico (7%) (FEHR, 1991 apud VERNETTI; JUNIOR 2009; WILSON, 1987 apud VERNETTI; JUNIOR 2009). Os dois primeiros apresentam cadeia carbônica saturada e os outros três insaturada, uma, duas e três duplas ligações entre átomos de carbono, ocorrem na cadeia insatura, respectivamente.

Óleos com ácidos graxos monoinsaturados possuem estabilidade oxidativa aumentada, dispensando a necessidade de hidrogenação, além de eliminar a produção de gorduras trans, preocupação dos especialistas em saúde e em alimentação do homem. Melhoristas e geneticistas moleculares têm sido desafiados a alterar eficientemente a composição de ácidos graxos da soja para satisfazer os consumidores (VERNETTI; JUNIOR, 2009).

Trabalhando com ácido linolênico Bilyeu; Gillman; Leroy (2011), conseguiram novas combinações de mutantes em três genes FAD3 produzindo sementes de soja contendo apenas 1% de ácido linolênico. Os alelos mutantes encontrados foram FAD3A, FAD3B, e FAD3C, respectivamente, sendo o fenótipo com 1% de ácido linolênico estávelmente herdado. O uso de marcadores moleculares na seleção dos alelos desejados irá acelerar o desenvolvimento de cultivares de soja com baixa concentração de ácido linolênico, através das combinações de novos genes.

Segundo Byfield; Upchurch (2007), soja cultivada em ambiente quente, apresenta reduções no conteúdo de ácido linolênico no óleo, esta diminuição foi devido a menores níveis de acúmulo dos transcritos nos três genes omega-3 dessaturase em soja.

2.1.3.3 Isoflavonas

A soja e os seus produtos estão sendo amplamente estudados devido não somente ao seu valor nutricional, mas também devido as suas propriedades funcionais na indústria de alimentos, e como alimento funcional, porque exerce ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos através de suas proteínas e isoflavonas (CIABOTTI et al., 2006).

De acordo com Genovese; Hassimotto; Lajolo (2005) e Carrão-Panizzi et al (2009), muitas pesquisas estão em andamento com soja e isoflavonas relacionadas à questão de doenças em humanos. A variabilidade genética para isoflavona existente entre os

cultivares de soja brasileiros permite o melhoramento para teor de isoflavona, sendo possível selecionar cultivares com baixos ou altos teores de isoflavonas.

Para maximizar a eficácia de seleção para todas as formas de isoflavonas em sementes de soja, é necessário ter em conta os efeitos gênicos citoplasmáticos e suas interações com genes nucleares. Um programa de melhoramento de soja com o objetivo de aumentar o conteúdo de isoflavonas na semente deve necessariamente usar como progenitor maternal o cultivar com alto teor de isoflavonas (CHIARI, et al., 2006).

2.1.3.4 Redução de riscos de doenças em humanos

O consumo de soja está associado com a redução do risco de Diabetes mellitus tipo 2, tendo um efeito benéfico contra esta doença (VILLEGAS, et al., 2008). Também reduz o risco de fratura em mulheres na pós-menopausa, particularmente entre aquelas nos primeiros anos após a menopausa (ZHANG et al., 2005). Os autores Shu et al. (2009) concluíram que a ingestão de até 11 gramas por dia de proteína de soja é segura e potencialmente benéfica para mulheres com câncer de mama, entretanto para Wu et al. (2008), esses mecanismos de ação ainda precisam ser elucidados.

Em um estudo realizado com mulheres chinesas, verificou-se que consumo de alimentos de soja foi inversamente associado com o risco de doença coronária. Este trabalho corrobora a recomendação feita pelo American Heart Association para aumentar a ingestão de alimentos de soja para promover a saúde do coração (ZHANG, et al., 2003). Em homens, o trabalho de Yan et al., (2005), mostrou que o consumo de alimentos de soja foi associado a um menor risco de câncer de próstata.

2.1.4 Fatores Antinutricionais

2.1.4.1 Lipoxigenase em soja

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) colocou no mercado cultivares de soja, sem o sabor característico do grão. O cultivar BRS 213 é própria para a produção do extrato solúvel ou “leite” de soja e seus derivados como o tofu ou “queijo” de soja. Para utilização na alimentação humana, a Embrapa Soja lançou o cultivar BRS 257, que como a BRS 213, não apresenta as enzimas lipoxigenases, responsáveis pelo sabor característico da soja. O cultivar BRS 258, apresenta sabor suave, e o cultivar BRS 267, que

além do sabor mais suave e adocicado, tem sementes grandes e hilo amarelo. (EMBRAPA SOJA, 2011).

Os grãos de soja são utilizados em vários setores, merecendo destaque o setor alimentício, uma vez que possuem alto valor nutricional, pois são ricos em óleo e proteína de baixo custo (MARTINS et al., 2002). Porém, os produtos protéicos derivados dos grãos da soja não têm boa aceitação no mercado consumidor ocidental, em virtude do sabor e odor característicos, conhecidos como “beany flavor” (AXEROLD et al., 1981). Esse sabor característico é, em grande parte, proporcionado pelas enzimas lipoxigenases (Lox 1, Lox 2 e Lox 3). A reação desencadeada por essas enzimas, nos ácidos graxos linolênico e linoléico são as principais causas de geração dos compostos carboxílicos, que causam o sabor indesejável nos grãos de soja.

Nelson et al. (1979) propuseram o processo de branqueamento dos grãos, visando a inativação dessas lipoxigenases. Porém de acordo com Bayram et al. (2004), o processamento do grão pode proporcionar mudanças no seu teor de nutrientes e conseqüentemente, na sua qualidade nutricional. No processamento da soja, a etapa de imersão dos grãos na água quente visando ao seu amaciamento é quase sempre necessária, e o tratamento térmico adequado da soja aumenta a digestibilidade de sua proteína, bem como inativa os inibidores de proteases e outros fatores antinutricionais. Vale salientar que o tratamento térmico das leguminosas é eficaz para inativar substâncias antinutricionais, embora possa ocorrer atividade residual significativa de inibidores de proteases em produtos da soja, após tratamento térmico.

Ciabotti et al. (2006), relata que, o tratamento térmico, denominado branqueamento, inativa a lipoxigenase, não afetando a composição dos macronutrientes sendo semelhante em cultivares de soja comum e livre de lipoxigenase. Entretanto o branqueamento da soja comum reduz o teor de alguns minerais (P, Cu, Zn e Fe) em extrato de soja (leite de soja), bem como no conteúdo de minerais de tofu. Porém para a obtenção de tofus, as perdas de isoflavonas são mais marcantes em cultivares livres de lipoxigenase, quando comparadas com cultivares comuns (CIABOTTI et al., 2006).

Barros et al. (2008) verificou que existe uma associação entre o inibidor de protease Kunitz e as lipoxigenases, ou seja, na ausência do KTI o nível de LOX 1 é reduzido, o mesmo não ocorre para nível de LOX 3 sem redução significativa.

Para melhorar as características organolépticas dos derivados da soja por meio de melhoramento genético, pesquisadores estão removendo essas isoenzimas das sementes de soja por meio de retrocruzamentos, resultando em linhagens com ausência de

lipoxigenases, que produzem sementes com substancial melhoria de sua aceitação pelo consumidor (SEDIYAMA et al., 1999). Enzimas lipoxigenases estão presentes em semente de soja na forma de três isoenzimas: LOX 1, LOX 2 e LOX 3. Elas são codificadas por três genes dominantes, os quais são herdados de modo mendeliano. Os locos para LOX 1 e LOX 2 estão mapeados no mesmo grupo de ligação e o loco para LOX 3 é independente (KITAMURA; DAVIES; KAIZUMA, 1983).

A eliminação das enzimas lipoxigenases das sementes, por meio de retrocruzamentos, não prejudicou as características agronômicas ligadas à produção de sementes, entretanto, alterou algumas ligadas ao ciclo e ao crescimento das plantas (MARTINS, et al., 2001).

Lenis et al. (2010), investigando a base genética das mutações nos genes *Lox3* *Lox1* em soja, descobriram que duas mutações independentes, uma exclusão de 74 pares de bases e uma mutação não sense C2880A, foram responsáveis pelo truncamento prematuro da proteína *Lox1* em mutantes. Em contraste, todos os mutantes *lox3* mostraram deleção de uma única base introduzindo uma mudança da estrutura na posição 101, que resultou em um prematuro códon de parada. Foi esclarecido que a recombinação genética foi o mecanismo que quebrou a ligação entre loci *Lox1* e *Lox2*, permitindo a combinação independente dos três alelos mutantes *lox* na série livre de lipoxigenase em soja.

2.1.5 Desenvolvimento da Planta de Soja

A caracterização dos estádios de desenvolvimento é fundamental para o estabelecimento de sistema de produção eficiente, por meio do manejo adequado da lavoura, levando a maximização dos recursos utilizados e obtenção de produtividades de grãos satisfatórias. A padronização da terminologia utilizada para descrição dos estádios de desenvolvimento da soja é essencial para melhor compreensão entre os profissionais e produtores que trabalham com a cultura (SEDIYAMA, 2009).

A metodologia para descrição dos estádios de desenvolvimento da soja foi proposta por Fehr; Caviness (1977), sendo a mais difundida no mundo. Esta metodologia considera dois estádios fenológicos (vegetativo e reprodutivo) durante o ciclo da planta. O estágio vegetativo é compreendido pelo período de emergência da plântula até o início da floração e o estágio reprodutivo corresponde ao período a partir do florescimento até a maturação (SEDIYAMA, 2009).

2.1.6 Caracteres Agronômicos de Interesse no Melhoramento da Soja

Nos programas de melhoramento de soja, objetiva-se a criação de novos cultivares, levando em consideração algumas características agronômicas importantes (MEDEIROS, 2009). A seleção de genótipos de soja com elevada produtividade de grãos e capacidade de adaptação ambiental, é o principal objetivo dos programas de melhoramento genético (Faria et. al, 2007), capazes de superar os patamares de produtividade (COSTA et. al, 2004).

O melhoramento de caracteres como altura da planta na maturidade, acamamento da planta na maturidade, ciclo da planta e tamanho das sementes, também são fundamentais para a obtenção de novos cultivares competitivas em relação aos já existentes (YOKOMIZO; VELLO, 2000), e cada vez mais precoces e com bom desempenho agronômico (BRACCINI, et al., 2010).

A produtividade de grãos em soja (EDWARDS; PURCELL; KARCHER, 2005), é uma função empírica de densidade populacional (EDWARDS; PURCELL, 2005). Tanto o manejo de culturas ou a seleção de características morfológicas que minimizem a variabilidade e o número de pequenas plantas em uma lavoura, deve levar a um aumento no rendimento e estabilidade. Esta hipótese precisa ser testada com linhas isogênicas que diferem apenas em características morfológicas que afetam a sua competitividade como plantas. Características agronômicas ou fisiológicas, que levam à variabilidade no peso de planta dentro de uma população, diminuirão índice de colheita, e a produção da cultura. Nos programas de melhoramento é preciso identificar fenótipos que minimizem a variabilidade de planta para planta (AYAZ, et al., 2004).

O trabalho de Fasoula ; Boerma (2007) é o primeiro a relatar evidências da variação intra cultivar. Há uma vantagem distinta em olhar para a variação intra cultivar, porque, cultivares são reservas de genes altamente adaptados, com bom desempenho agronômico. Estes resultados têm implicações importantes para os melhoristas de plantas, pois fornecem evidências de que cultivares não podem ter registros permanentes com variação inexistente, mas o material genético pode ser atualizado para manter a uniformidade a longo prazo e melhorar as características agronômicas desejáveis.

Os autores Burton; Brownie (2006) relatam que a existência de heterose em soja é a evidência de que combinações superiores de genes são possíveis. A magnitude da heterose no rendimento pode ser um critério útil para a seleção entre cruzamentos biparentais. Não há garantia de que combinações heteróticas dos parentais produzirão linhas puras com

rendimento de grãos maior, em relação às que não são heteróticas. No entanto, a existência de heterose seria evidência de que combinações superiores de genes são possíveis. Isto, combinado com a seleção eficiente na geração F2 e ou F3, pode produzir uma maior frequência de linhas puras de alta produtividade de grãos, do que, métodos de melhoramento que ignoram a possibilidade de dominância.

Do mesmo modo, segundo Stefaniak et al. (2006), o progresso no melhoramento da soja pode ser obtido pelo uso do melhoramento assistido, através da seleção de QTLs com combinações de alelos favoráveis para a característica desejada.

Por ser uma cultura nova e promissora, ainda fazem-se necessários mais estudos sobre o comportamento de genótipos de soja-hortaliça, para as condições brasileiras (CASTOLDI, et al., 2009). Portanto, as avaliações agronômicas do desempenho, composição química, propriedades funcionais, e presença de fatores antinutricionais devem ser conduzidas (CASTOLDI et al., 2011).

3 ARTIGO A – CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E SELEÇÃO DE LINHAGENS DE SOJA DESTINADAS AO CONSUMO HUMANO

Resumo

A soja é a oleaginosa de maior importância para o homem, por conter no grão, aproximadamente 20% de óleo e 40% de proteína de baixo custo de produção. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja; entretanto a maior parte da produção é destinada as indústrias de óleo vegetal e a exportação na forma de grão. Mesmo reduzindo os riscos de doenças crônicas, no ocidente a soja não tem boa aceitação, devido ao sabor característico de feijão verde. No Brasil, o consumo direto na alimentação humana é muito pequeno. Para aumentar o consumo da soja, a UEL busca desenvolver variedades adequadas ao consumo humano. Este trabalho teve como objetivo caracterizar e selecionar linhagens de soja adequadas ao consumo humano. Foram realizados dois experimentos no ano agrícola de 2010/11. No primeiro experimento foram semeadas 71 linhagens, oriundas do programa de melhoramento de soja alimento da UEL. No segundo experimento foram semeadas 37 linhagens, do programa de melhoramento de soja da UFV. O delineamento empregado foi inteiramente ao acaso, com três repetições, cada unidade experimental foi constituída por um metro de comprimento e com espaçamento entre linhas de 0,45 metros; as seguintes características de importância agronômica foram avaliadas: dias para florescimento, altura da planta no florescimento, cor da flor, valor agronômico, dias da emergência a maturação, altura da planta na maturação, altura da inserção da primeira vagem, cor da pubescência, produtividade de grãos, cor do tegumento, cor do hilo, peso de mil sementes. Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. As linhagens UEL 17, 18 e 34, podem ser indicadas para o consumo humano. O genótipo Wilami, permite a obtenção de progênies com massa de cem sementes maior que 20 gramas. As linhagens 3 e 19 da UFV, são produtivas e com ciclo precoce. É possível desenvolver cultivares de soja destinadas ao consumo humano, com produtividades iguais aos cultivares destinados a indústria de processamento de grãos.

Palavras-chave: *Glycine max*. Soja hortaliça. Soja alimento. Lipoxigenase. Melhoramento genético.

Abstract

Soybean is the most important crop to man, because it contains in the grain, about 20% of oil and 40% of protein of low cost of production. Brazil is the second largest world producer of soybeans; however the most of the production is destined for industries of vegetable oil and the exportation in the form of grain. Even reducing the risk of chronic diseases in the West soybeans isn't well accepted, due to the flavor characteristic of green beans. In Brazil, the direct consumption as food is very small. To increase the consumption of soybeans, the UEL aims to develop varieties appropriate for human consumption. This work aimed to characterize and select soybean lines appropriate for human consumption. Two experiments were conducted in the agricultural year of 2010/11. In the first experiment were sown 71 lines originated from the program of breeding UEL's soybean food. In the second experiment were sown 37 lines of the program of breeding UFV's soybean. The experimental design was completely randomized with three replications; each experimental unit consisted of one meter

in length and spacing of 0.45 m. The following characteristics of agronomic importance were evaluated: days to flowering, plant height at flowering, color flower, agronomic value, days from emergence to maturity, plant height at maturity, height of first pod, color of pubescence, grain yield, the coat color, hilum color, and weight of thousand seeds. Quantitative data were subjected to analysis of variance and the means grouped by Scott-Knott test at 5% probability. The UEL lines 17, 18 and 34, can be appropriate for human consumption. The genotype Wilami allows obtaining progenies with one hundred seed mass bigger than 20 grams. The lines 3 and 19 UFV's, are productive and early maturity. It is possible to develop soybean cultivars destined to human consumption, with a yield equal to the cultivars for the industry of grain processing.

Keywords: *Glycine max.* Vegetable soybean. Soybean food. Lipoxygenase. Breeding.

3.1 INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura de grande importância mundial, devido à aplicabilidade generalizada de seus produtos e seu valor econômico no mercado nacional e internacional (FILHO et al., 2004). Foi com grãos de soja que o Brasil iniciou sua ascensão como um gigante agrícola (TOLLEFSON, 2010). Hoje o país ocupa o *ranking* de segundo maior produtor em nível mundial.

A soja alimento tem gerado grande interesse público em diversos alimentos de soja, incluindo tofu, leite de soja, natto e edamame, devido ao seu valor nutricional (SHI et al., 2010) e também benefícios à saúde (FAVONI et al., 2004). Atualmente, devido as suas propriedades funcionais (CIABOTTI et al., 2006), muitas pesquisas estão em andamento com soja e isoflavonas, relacionadas com à questão de doenças em humanos (GENOVESE; HASSIMOTTO; LAJOLO, 2005; CARRÃO-PANIZZI et al., 2009), mostrando que: O consumo de soja está associado com a redução do risco de doenças como; Diabetes mellitus tipo 2 (VILLEGAS, et al., 2008), doenças coronárias (ZHANG, et al., 2003), câncer de próstata (YAN et al., 2005) e de fratura em mulheres na pós-menopausa (ZHANG et al., 2005). Os autores Shu et al. (2009) concluíram que a ingestão de até 11 gramas por dia de proteína de soja é segura e potencialmente benéfica para mulheres com câncer de mama, entretanto para Wu et al. (2008), esses mecanismos de ação ainda precisam ser elucidados.

Existem genótipos específicos de soja em função de seu uso (YOKOMIZO; DUARTE; VELLO, 2000). Segundo Meneguice et al. (2005) o tamanho dos grãos é uma característica importante para o consumo humano, pois dependendo do alimento a ser

produzido são recomendados grãos pequenos ou grandes. O tempo de cozimento também é importante, quanto menor o tempo, melhor.

Conforme Carpenter et al. (2006) tamanho de semente grande e sabor de nozes, são características essenciais para soja-hortaliça (edamame). Consumida em diversos países e recentemente introduzida no Brasil, a soja-hortaliça (edamame) vem despertando grande interesse na população (MENDONÇA; CARRÃO-PANIZZI, 2003), sendo consumida em especial no estado de São Paulo, restrita aos descendentes de orientais (CASTOLDI et al., 2009). Também há o queijo “tofu” feito a partir da proteína vegetal da soja (COVILLE, 1929).

Existem muitos genótipos de soja comercial com potencial de uso como soja-hortaliça, porém apresentam produtividades muito variadas, dependendo das condições em que são cultivadas (CHARLO et al., 2008). Todavia, o que viabiliza estes sistemas é o preço em mercados diferenciados, podendo chegar a prêmios de mais de 50%, como é o caso da soja orgânica no mercado internacional (DAROLT; NETO, 2010).

A soja é uma excelente produtora de proteína, (VIANNA, et al., 2011). Porém, os produtos protéicos derivados dos grãos da soja não têm boa aceitação no mercado consumidor ocidental, em virtude do sabor e odor característicos, conhecidos como “beany flavor” (MARTINS et al., 2002). Esse sabor característico é proporcionado pelas enzimas lipoxigenases (Lox 1, Lox 2 e Lox 3). Nelson et al. (1979) propuseram o processo de tratamento térmico dos grãos, visando a inativação dessas enzimas. Mas, de acordo com Bayram et al. (2004), o processamento do grão pode proporcionar mudanças no seu teor de nutrientes e conseqüentemente, na sua qualidade nutricional. Entretanto, Ciabotti et al. (2006), relata que, o tratamento térmico, não afeta a composição dos macronutrientes, sendo semelhante em cultivares de soja comum e livre de lipoxigenase.

Para melhorar as características organolépticas dos derivados da soja, removeram-se essas isoenzimas lipoxigenases das sementes, por meio de retrocruzamentos, resultando em substancial melhoria na aceitação pelo consumidor (SEDIYAMA et al., 1999), sem prejudicar as características agrônômicas ligadas à produção de sementes (MARTINS, et al., 2001).

Enzimas lipoxigenases são codificadas por três genes dominantes, os quais são herdados de modo mendeliano. O loco para LOX 1 e LOX 2 estão mapeados no mesmo grupo de ligação e o loco para LOX 3 é independente (KITAMURA; DAVIES; KAIZUMA, 1983). Lenis et al. (2010), esclareceu que a recombinação genética foi o mecanismo que

quebrou a ligação entre o loco Lox1 e Lox2, permitindo a combinação independente dos três alelos mutantes lox, na série livre de lipoxigenase em soja.

Nos programas de melhoramento de soja, para a criação de novos cultivares, são consideradas algumas características agronômicas importantes (MEDEIROS, 2009): genótipos com elevada produtividade de grãos e capacidade de adaptação ambiental é o principal objetivo (Faria et. al, 2007), sendo capazes de superar os patamares de produtividade (COSTA et. al, 2004). Também são importantes caracteres como altura e acamamento da planta na maturidade; tamanho das sementes (YOKOMIZO; VELLO, 2000), e cultivares cada vez mais precoces, com bom desempenho agrônômico (BRACCINI, et al., 2010). Do mesmo modo, segundo Stefaniak et al. (2006), o progresso no melhoramento da soja pode ser obtido pelo uso do melhoramento assistido, através da seleção de QTLs com combinações de alelos favoráveis para a característica desejada.

Por ser uma cultura nova e promissora, ainda fazem-se necessários mais estudos sobre o comportamento de genótipos de soja-hortaliça, para as condições brasileiras (CASTOLDI, et al., 2009). Portanto, as avaliações agronômicas do desempenho, composição química, propriedades funcionais, e presença de fatores antinutricionais devem ser conduzidas (CASTOLDI et al., 2011; SILVA; CARRÃO-PANIZZI; PRUDÊNCIO, 2009).

Este trabalho teve como objetivo a caracterização agrônômica, e a seleção de linhagens de soja adequadas ao consumo humano.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A condução do trabalho foi realizada na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL), localizada no município de Londrina, Paraná, cujas coordenadas geográficas são: 23°20'25''S e 51°12'36''O, com altitude média de 540 metros. O solo da área é classificado como Nitossolo Vermelho Escuro Eutroférico. O solo foi revolvido com arado e após foi realizada uma gradagem para sistematização do terreno.

No ano agrícola de 2010/11 dois experimentos foram conduzidos. No primeiro experimento, foram semeados setenta e um genótipos de soja tipo alimento destinados ao consumo humano, (Linhagens puras desenvolvidas pelo programa de melhoramento de soja alimento da UEL; ver anexo B), mais duas testemunhas utilizadas como padrões para comparação no ensaio (BRS 257 e NK 7059RR). A testemunha BRS 257 foi escolhida por ser um cultivar recomendado pela Embrapa soja, para o consumo humano e a NK 7059RR por ser um dos cultivares de soja mais cultivada no estado do Paraná. A

comparação com as testemunhas tem por objetivo, garantir a seleção de cultivares superiores aos existentes no mercado.

O segundo experimento foi constituído por trinta e sete genótipos de soja, provenientes do programa de melhoramento de soja da Universidade Federal de Viçosa, mais duas testemunhas utilizadas como padrões para comparação no ensaio (NK 7059RR e BMX Potência RR). O delineamento experimental empregado nos dois experimentos foi inteiramente ao acaso, com três repetições.

Cada tratamento foi constituído por um genótipo. As parcelas eram constituídas por um metro de comprimento, com apenas uma linha de sementeira. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,45 m, sendo a área útil da parcela de 0,45m².

A sementeira foi realizada de forma manual, em 29 de outubro de 2010. De acordo com a interpretação da análise de solo, realizou-se a adubação da área antes da sementeira. Para proteger o sistema sementeira/plântula, o sulco de sementeira foi pulverizado com inseticida (imidacloprido; tiodicarbe; 0,5L/ha) e fungicida (carbendazim; tiram; 0,2L/ha).

Na local do experimento foi instalado sistema de irrigação por aspersão, sempre que necessário, ocorreu o molhamento do solo, para um melhor desenvolvimento da cultura. Através da capina manual ocorreu o controle de plantas daninhas. O controle de pragas (desfolhadoras e sugadoras); e doenças (fúngicas), foi realizado através do uso de produtos químicos, com registro para a cultura no Estado do Paraná. Nas pulverizações utilizou-se pulverizador costal de CO₂, nas seguintes épocas:

Para o controle de doenças foram realizadas 4 aplicações de fungicidas (trifloxistrobina; ciproconazol; 0,2L/ha), aos 55, 77, 104 e 120 dias após a emergência (DAE).

O controle de pragas mastigadoras e sugadoras iniciou aos 55 (DAE) com (triflumurom; 0,03L/ha) e (metamidofós; 0,5L/ha); a segunda aplicação ocorreu aos 77 (DAE) com (imidacloprido; beta-ciflutrina; 0,5L/ha) e (teflubenzurom; 0,05L/ha); Decorridos 104 (DAE), utilizou-se (tiametoxam; lambda-cialotrina; 0,2L/ha), (metamidofós; 1L/ha) e (teflubenzurom; 0,05L/ha); a terceira aplicação foi com (tiametoxam; lambda-cialotrina; 0,2L/ha) e (metamidofós; 1L/ha) ocorreu aos 120 dias, e a última aplicação foi aos 132 (DAE), com (tiametoxam; lambda-cialotrina; 0,2L/ha);

A população final foi de 10 plantas por metro linear. As seguintes características de importância agrônômica foram avaliadas:

Dias da emergência ao florescimento (DAF); leva em consideração, o número de dias decorridos da emergência à abertura do primeiro botão floral na haste

principal em 50% ou mais das plantas, classificado como estágio fenológico R1 (FEHR; CAVINES, 1977) para a cultura da soja.

Cor da flor (CF); característica utilizada na diferenciação de genótipos. Pode ser branca: B ou roxa: R.

Altura de planta no florescimento (APF); distância a partir da superfície do solo, até o último nó formado na haste principal da planta. Obtido com a média das plantas avaliadas na parcela, expressa em centímetros.

Valor agrônômico na maturidade (VA); avaliação realizada durante o estágio fenológico R₈, com adoção de uma escala com notas visuais para a parcela, variando de 1 (todas as plantas com aspecto agrônômico indesejável) até 5 (todas as plantas com aspecto agrônômico satisfatório). A subjetividade da escala de notas é reduzida, comparando-se os genótipos em teste com os cultivares padrão ou testemunhas. Vários caracteres são considerados como: arquitetura de plantas; quantidade de ramificações; quantidade e preenchimento das vagens; altura de planta e da inserção da primeira vagem; presença do racemo terminal com vagens bem formadas; aspecto de superioridade ou semelhança da parcela com a testemunha, demonstrando ser um parâmetro para maior rendimento de grão.

Dias da emergência a maturidade (DEM); número de dias decorridos entre a emergência e a maturação plena das plantas, estágio fenológico R8 Fehr; Caviness (1977). Atingida quando 95% das vagens estiverem com coloração de madura.

Altura da planta na maturidade (APM); distância a partir da superfície do solo até a última vagem na haste principal da planta. Obtido com a média das plantas avaliadas na parcela, expressa em centímetros.

Altura da primeira vagem (APV); distância a partir da superfície do solo até a inserção da primeira vagem na haste principal da planta. Obtido com a média das plantas avaliadas na parcela expressa em centímetros.

Acamamento (Ac); em uma escala de notas visuais, variando de 1 (ereta) até 5 (haste principal paralela a superfície do solo), quantificada no estágio fenológico R8 da escala de Fehr; Caviness (1977).

Produtividade de grãos (PG); Determinada pela média das três repetições; e expressa em gramas por parcela.

Massa de mil sementes (MMS); foi determinada pela pesagem de mil sementes em balança analítica.

Cor do tegumento (CT); tegumento é o tecido que reveste a semente, após a debulha das plantas, sua coloração foi determinada variando de A: amarelo, a M: marrom

Cor do hilo (CH); o hilo é definido como o ponto de ligação entre óvulo e o funículo, ao atingir a maturação fisiológica uma espécie de cicatriz fica na semente, essa cicatriz denominada de hilo possui diferentes cores, auxiliando na distinção de diferentes genótipos. A classificação foi de acordo com as seguintes cores do hilo: P: preto, PI: preto-imperfeito, M: marrom, MC: marrom-claro, A: amarelo, C: cinza.

Tamanho da semente: sementes grandes acima de 200 gramas por 1000 sementes; sementes pequenas próximas de 100 gramas por 1000 sementes. A preferência pelo tamanho da semente depende da sua finalidade para alimentação. A determinação foi através do peso de 1000 sementes.

A colheita foi realizada uma semana após o estágio R8 da escala de Fehr; Caviness (1977). A trilha das parcelas ocorreu de forma cuidadosa para evitar danos mecânicos e mistura genética.

O método da correção da produção pelo estande proposto por Cruz & Vencovsky (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004), foi utilizado para corrigir os efeitos das falhas sobre a produção de grãos por parcela, esta correção foi realizada com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006).

Expressão proposta por Vencovsky & Cruz (1991) utilizada para correção:

$$Z_{ij} = Y_{ij} \left\{ \frac{H - \hat{a}(H - X_{ij})}{X_{ij}} \right\}, \text{ em que:}$$

$$X_{ij}$$

Z_{ij} : rendimento corrigido para o i-ésimo tratamento, na j-ésima repetição;

Y_{ij} : rendimento antes da correção o i-ésimo tratamento, na j-ésima repetição;

H: Estande ideal;

\hat{a} : mede a capacidade média de compensação de rendimento dos genótipos para cada falha da parcela;

$$- \hat{a} = \hat{c}$$

□

$$- \hat{c} = \frac{SPR_{xy}}{SQR_x}$$

- □: em que □ é a relação entre o total original de produção e o total de plantas do experimento;

X_{ij} : estande observado para o i-ésimo tratamento, na j-ésima repetição;

O modelo matemático empregado na análise de variância foi:

$Y_{ij}: m + t_i + e_{ij}$ em que:

Y_{ij} : observação do i-ésimo tratamento na j-ésima repetição;

m: média geral;

t_i : efeito do i-ésimo tratamento;

e_{ij} : erro experimental associado a observação Y_{ij} ;

Os dados foram submetidos à análise de variância, a significância dos tratamentos foi verificada pelo teste F, as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste de média Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade. As características, DEF, DEM, VA, Ac, não apresentaram homocedasticidade das variâncias e normalidade dos resíduos, nenhuma transformação foi necessária para estes dados, sendo apresentados apenas as médias dos tratamentos.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTO 1 - LINHAGENS DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE SOJA TIPO ALIMENTO, DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

O resultado da análise de variância para os caracteres altura da planta no florescimento (APF), altura da planta na maturação (APM), altura da inserção da primeira vagem (A1V), produtividade de grãos (PROD) e massa de mil sementes (MMS) encontram-se na tabela 3.1. A análise de variância de cinco características de importância agrônômica, indicou diferença significativa ($p < 0,001$) entre os tratamentos, para todas as características analisadas (Tabela 3.1). A diferença entre tratamentos indica a existência de variabilidade entre as linhagens, possibilitando assim a seleção dentro desta população, pois na ausência de variabilidade não é possível realizar seleção.

Tabela 3.1 – Análise de variância do experimento 1, para as linhagens do programa de melhoramento de soja tipo alimento, da Universidade Estadual de Londrina, avaliadas no ano agrícola de 2010/2011.

Causas de variação	G.L	QM				
		APF(cm)	APM(cm)	A1V(cm)	PROD(g)	MMS(g)
Trat.	72	598,08**	1673,75**	25,89**	59364,77**	4788,73**
Erro	146	93,55	133,17	6,99	15020,85	146,99
Média		71,13	78,76	5,80	439,52	179,55
CV _E (%)		13,60	14,65	45,58	27,88	6,75

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. APF: Altura de planta no florescimento; APM: Atura de planta na maturação; A1V: Altura da inserção da primeira vagem; PROD: Produtividade de grãos; MMS: Massa de mil sementes;

O caractere MMS, apresentou coeficiente de variação experimental (CV_E) baixo. Para os caracteres APF e APM o CV_E foi médio. O alto CV_E para A1V, esta associado à variabilidade genética entre tratamentos para esta característica. Da mesma forma para produtividade de grãos, o CV_E elevado, se justifica, porque esta é uma característica muito influenciada pelo ambiente, Destro et al. (2002) também reportou similar CV_E ao utilizar parcelas do mesmo tamanho. De acordo com Pimentel; Garcia (2002) os coeficientes de variação são classificados em baixos, se inferior a 10%; médios, quando de 10 a 20%; altos, quando de 20 a 30% e muito altos, acima de 30%.

Na tabela 3.2 são apresentadas as médias agrupadas pelo teste de média Scott & Knott (1974), dos caracteres avaliados nas 71 linhagens e nas testemunhas BRS 257 e NK7059RR.

Tabela 3.2 – Teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, para detectar diferença entre as características avaliadas, nas linhagens do programa de melhoramento de soja alimento da Universidade Estadual de Londrina, no ano agrícola de 2010/2011.

Linhagem	Caracteres quantitativos											Caracteres qualitativos						
	APF	APM	A1V	PROD	MMS	DEF	DEM*	VA	Ac	CF	CP	CT	CH					
13	82,7	c	83,2	c	4,2	c	386,00	b	180,6	e	52,0	115,0 ^P	4,0	3,0	B	C	A	M
22	75,0	c	74,9	c	8,4	b	357,00	b	201,5	d	52,0	115,0 ^P	4,0	1,0	R	C	A	A
70	78,3	c	134,1	a	8,9	b	117,60	c	106,8	h	52,0	115,0 ^P	1,0	4,0	B	C	A	M
34	75,0	c	102,1	b	5,8	c	783,70	a	215,4	d	52,0	122,0 ^{SP}	4,0	3,0	R/B	C	A	A
58	58,7	d	55,9	d	7,3	b	750,60	a	184,1	e	52,0	122,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	MC
17	59,7	d	59,3	d	4,4	c	698,90	a	255,6	b	52,0	119,0 ^{SP}	4,0	2,0	R	C	A	A
15	70,0	c	66,6	d	5,6	c	675,60	a	167,7	e	59,0	119,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	MC
2	76,7	c	84,0	c	3,9	c	646,00	a	199,9	d	52,0	119,0 ^{SP}	5,0	1,0	R	C	A	M
39	51,3	e	56,2	d	5,2	c	617,40	a	189,6	e	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	A
3	82,3	c	87,7	c	2,8	c	611,50	a	191,6	d	47,0	119,0 ^{SP}	5,0	1,0	R	C	A	M
9	90,0	b	91,6	c	3,3	c	580,30	a	171,2	e	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	M
32	78,7	c	80,3	c	5,4	c	515,20	a	193,3	d	52,0	123,0 ^{SP}	5,0	1,0	B	C	A	M
54	78,3	c	80,2	c	1,7	c	510,70	a	193,0	d	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	MC
41	66,7	d	65,3	d	6,2	b	492,40	b	159,7	f	59,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	MC
BRS 257	69,0	d	65,1	d	3,6	c	465,10	b	171,8	e	47,0	119,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	M
33	62,3	d	68,8	d	6,6	b	464,60	b	265,2	b	59,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	R	C	A	A
48	76,7	c	73,0	c	1,3	c	438,60	b	147,7	g	52,0	119,0 ^{SP}	4,0	2,0	R/B	C	A	A
16	76,1	c	84,2	c	8,0	b	427,30	b	187,7	e	47,0	119,0 ^{SP}	4,0	3,0	R/B	C	A	M

10	95,3	b	96,0	c	6,6	b	421,90	b	184,0	e	52,0	123,0 ^{SP}	5,0	1,0	R	C	A	M/C
36	82,0	c	82,9	c	8,4	b	420,40	b	189,2	e	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	A
57	43,8	e	46,3	d	4,1	c	418,50	b	209,1	d	45,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	A
42	66,3	d	67,7	d	6,4	b	412,20	b	183,3	e	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	A
37	79,0	c	81,6	c	4,6	c	404,90	b	179,1	e	52,0	119,0 ^{SP}	4,0	2,0	B	C	A	A
5	83,3	c	83,7	c	2,6	c	404,30	b	179,4	e	52,0	119,0 ^{SP}	4,0	1,0	R	C	A	M
4	84,0	c	80,8	c	3,2	c	395,90	b	200,4	d	47,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	R	C	A	M
20	76,7	c	71,9	c	2,7	c	393,10	b	183,1	e	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	2,0	B	C	A	A
6	50,4	e	71,4	c	12,1	a	388,50	b	241,8	c	45,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	R	C	A	MC
28	76,3	c	80,9	c	6,9	b	379,70	b	145,2	g	45,0	119,0 ^{SP}	3,0	2,0	B/R	C	A	M
NK 7059RR	55,8	e	105,0	b	14,3	a	374,80	b	178,0	e	46,0	119,0 ^{SP}	5,0	1,0	B	C	A	M
31	80,0	c	86,3	c	5,5	c	368,70	b	178,7	e	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	2,0	B	C	A	M
21	76,7	c	73,4	c	9,4	b	348,50	c	209,6	d	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	2,0	B	C	A	A
64	61,7	d	66,3	d	7,4	b	336,70	c	159,7	f	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	M
44	77,7	c	82,3	c	6,6	b	285,80	c	182,7	e	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	A
35	77,0	c	81,6	c	6,6	b	284,40	c	179,8	e	47,0	119,0 ^{SP}	3,0	4,0	B	C	A	A
52	79,7	c	82,6	c	6,4	b	277,90	c	142,3	g	52,0	119,0 ^{SP}	4,0	2,0	B	C	A	MC
43	75,0	c	78,8	c	6,9	b	264,00	c	161,0	f	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	A
68	92,3	b	87,2	c	6,8	b	262,40	c	162,0	f	52,0	123,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	C	A	M
38	73,0	c	76,9	c	8,4	b	703,40	a	186,8	e	59,0	129,0 ^M	4,0	2,0	B	C	A	A
14	60,0	d	65,1	d	6,2	b	679,80	a	161,9	f	59,0	129,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	MC
55	67,7	d	66,1	d	5,9	c	657,70	a	221,4	c	52,0	134,0 ^M	3,0	2,0	B	C	A	M
40	52,7	e	52,7	d	2,7	c	632,30	a	145,1	g	59,0	129,0 ^M	4,0	1,0	R	C	A	MC
53	87,3	c	91,6	c	2,6	c	626,50	a	168,0	e	59,0	136,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	A
56	46,1	e	77,7	c	12,0	a	595,70	a	192,3	d	45,0	130,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	MC
65	69,3	d	68,7	d	5,0	c	571,70	a	198,2	d	52,0	129,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	M
49	75,3	c	78,3	c	9,0	b	510,10	a	196,9	d	52,0	136,0 ^M	3,0	3,0	B	C	A	A
51	81,7	c	81,6	c	6,8	b	490,90	b	194,6	d	52,0	136,0 ^M	3,0	3,0	B	C	A	A
8	68,3	d	71,3	c	8,1	b	487,20	b	203,8	d	59,0	134,0 ^M	4,0	1,0	R	C	A	MC
7	67,1	d	69,4	d	10,6	a	483,20	b	239,5	c	46,0	129,0 ^M	4,0	1,0	R	C	A	MC
50	68,6	d	68,2	d	5,8	c	464,80	b	179,4	e	45,0	136,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	A
59	51,0	e	54,3	d	4,1	c	459,60	b	114,0	h	59,0	130,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	MC
73	81,3	c	84,7	c	7,2	b	459,00	b	199,8	d	52,0	129,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	MC
11	84,3	c	87,8	c	4,3	c	451,40	b	211,9	d	52,0	129,0 ^M	4,0	1,0	R	C	A	MC
69	79,7	c	80,3	c	2,7	c	447,90	b	213,1	d	52,0	135,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	M
30	79,7	c	83,2	c	6,6	b	443,90	b	194,1	d	52,0	129,0 ^M	4,0	2,0	B	C	A	M
19	47,0	e	51,2	d	2,0	c	428,00	b	282,1	a	59,0	137,0 ^M	2,0	2,0	R	C	A	M
47	66,7	d	73,6	c	1,6	c	419,20	b	238,0	c	59,0	136,0 ^M	3,0	3,0	R	C	A	MC
66	60,7	d	58,9	d	2,7	c	376,00	b	221,9	c	52,0	129,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	M
63	59,7	d	57,4	d	4,8	c	373,30	b	138,6	g	52,0	129,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	MC
60	47,7	e	48,7	d	4,2	c	368,00	b	112,1	h	59,0	129,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	MC
26	80,0	c	114,9	a	1,0	c	325,20	c	127,7	g	50,0	131,0 ^M	3,0	5,0	R	C	A	PI
71	54,0	e	58,9	d	2,4	c	300,70	c	110,1	h	59,0	129,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	MC
23	63,0	d	52,2	d	4,3	c	300,50	c	201,9	d	52,0	134,0 ^M	3,0	1,0	B	C	A/M	M
62	50,0	e	51,0	d	4,7	c	269,80	c	101,1	h	59,0	129,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	MC
25	80,0	c	117,2	a	3,3	c	263,40	c	129,3	g	52,0	132,0 ^M	2,0	4,0	B	C	A	M
61	40,3	e	44,8	d	7,4	b	230,80	c	105,1	h	59,0	129,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	MC
67	50,0	e	92,7	c	13,7	a	229,10	c	159,3	f	52,0	119,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	A
46	70,3	c	82,9	c	4,9	c	218,10	c	232,7	c	59,0	136,0 ^M	2,0	3,0	B	C	A	M
29	88,0	c	97,9	c	13,4	a	642,20	a	201,5	d	60,0	143,0 ST	4,0	2,0	R	C	A	MC
45	69,0	d	78,0	c	3,6	c	462,70	b	204,4	d	59,0	140,0 ST	3,0	1,0	R	C	A	MC
18	59,7	d	59,9	d	7,1	b	377,40	b	83,4	h	59,0	141,0 ST	3,0	2,0	B	C	A	A
27	78,0	c	212,1	a	2,1	c	338,90	c	98,0	h	47,0	140,0 ST	1,0	5,0	R	C	A	PI/M
12	101,7	b	101,2	b	5,6	c	331,50	c	173,2	e	68,0	138,0 ST	3,0	3,0	B	C	A	MC
1	113,3	a	119,2	a	6,9	b	284,80	c	136,2	g	76,0	157,0 ST	4,0	1,0	B	C	A	MC
Média total	71,1		78,7		5,8		439,52		179,5									

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. APF: Altura de planta no florescimento (cm); APM: Atura de planta na maturação (cm); A1V: Altura da inserção da primeira vagem (cm); PROD: Produtividade de grãos (gramas por parcela); MMS: Massa de mil sementes (g); DEF: Dias da emergência ao florescimento; DEM: Dias da emergência a maturação; VA: Valor agrônomo (nota de 1 a 5); Ac: Acamamento (nota de 1 a 5); CF: Cor da flor (R: roxa e B: branca); CP: Cor da pubescência (C: cinza e M: Marron); CT: Cor do tegumento (A: amarelo e M: marrom); CH: Cor do hilo (A: amarelo, MC: marrom claro, M: marrom e PI: Preto Imperfeito;

*: P: precoce; SP: Semi precoce; M: ciclo médio; ST: Semi tardio;

Cinco grupos de médias foram formados pelo teste de média para altura de plantas no florescimento (tabela 3.2), as médias variaram de 113,3 a 40,3 cm, para as testemunhas as médias foram 69,0 cm para BRS 257 e 55,8 cm para NK 7059RR. Para altura na maturação quatro grupos de médias formaram-se, as médias variaram de 212,1 a 44,8 cm, sendo as médias das testemunhas 65,1 e 105 cm para BRS 257 e NK 7059RR, respectivamente. Para Carvalho et al. (2002), a avaliação da altura da planta na floração é mais eficiente que a realizada na maturação para fins de seleção de linhagens mais produtivas.

A maioria das linhagens apresentaram tipo de crescimento determinado, sendo a diferença média entre altura no florescimento para altura na maturação de 7,63 cm, o que demonstra que as plantas cessaram o crescimento vegetativo após início da fase reprodutiva. De acordo com Bernard (1972), dois locos gênicos controlam o tipo de crescimento em soja ($Dt1/dt1$) e ($Dt2/dt2$), para o tipo de crescimento determinado temos: ($dt1 dt1 _ _$).

De acordo com o agrupamento de médias, três grupos formaram-se para a altura da inserção da primeira vagem, variando de 13,7 a 1,0 cm. As médias das testemunhas foram 3,6 cm e 14,3 cm, respectivamente. Esta característica de acordo com Toledo et al. (2009), está associada à altura da planta que é determinada geneticamente e também com a densidade de semeadura. Em plantios com densidades maiores ocorre o abortamento de flores em porções inferiores da planta, que é ocasionado pela maior competição entre plantas de soja, principalmente por luz. Segundo Mauro et al. (2000), as linhagens selecionadas devem apresentar altura adequada de inserção da primeira vagem, de modo a permitir que a barra de corte da colhedora trabalhe em posição favorável, minimizando as perdas na colheita.

Apesar de no Brasil, as atuais colheitadeiras não serem preparadas para colherem grãos verdes, ou seja, com alto teor de umidade (acima de 14% de umidade) é de fundamental importância selecionar plantas com altura de inserção de vagens adequada, facilitando futuramente, a colheita da soja hortaliça com máquinas (CASTOLDI et al., 2009).

Para produtividade de grãos três grupos de médias foram formados, com variação de 783,70 a 117,60 g por parcela. As médias das testemunhas foram 465,10 e 374,80 g por parcela para BRS 257 e NK 7059RR, respectivamente. Costa et al. (2004) reporta que o caractere produtividade de grãos é o de maior importância para os melhoristas. Por esta razão, os programas de melhoramento genético da cultura da soja, visam à seleção dos melhores genótipos, capazes de superar os patamares de produtividade. Segundo Barona; Filho; Geraldi (2009), a interação gênica do tipo epistática está presente na expressão do caráter produção de grãos em soja.

A massa de mil sementes foi dividida em oito grupos de médias, a variação foi de 282,1 a 83,4 gramas. Para as testemunhas as médias foram 171,8 e 178,0 gramas. O tamanho dos grãos é uma característica importante para soja tipo alimento, pois dependendo do alimento a ser produzido é recomendado um tamanho diferente de grão (MENEGUCE et al., 2005). Os autores Silva; Carrão-Panizzi; Prudêncio (2009) relatam que cultivares de soja, com maior tamanho de grãos, são adequadas para queijo “tofu” e edamame, e as com menores tamanho são apropriadas para natto e para produção de brotos de soja.

A característica dias para florescimento variou de 45 a 76 dias após emergência. A linhagem BRS 257 floresceu com 47 dias e a NK 7059RR com 46 dias após emergência. Dias para maturação variou de 115 a 157 dias após emergência. As testemunhas atingiram a maturação aos 119 dias após emergência.

O valor agronômico variou de 1 a 5. Para as testemunhas o valor agronômico foi 4 e 5 para BRS 257 e NK 7059RR. O acamamento variou de 1 plantas eretas até 5 plantas crescendo paralela ao solo. A nota de acamamento para as testemunhas foi 1, ou seja não acamaram. De acordo com Yokomizo; Vello (2003), a avaliação do valor agronômico e acamamento, são essenciais para evitar a seleção de plantas que apresentem bom desempenho para uma característica, e pobre para outras.

Para as características qualitativas, observaram-se as seguintes classes fenotípicas: cores da flor roxa e branca foram observadas. As linhagens apresentaram apenas pubescência cinza. Para cor do tegumento duas classes foram encontradas, amarela e marrom. A coloração do hilo apresentou 4 classes, sendo, amarela, marrom clara, marrom e preto imperfeito.

As linhagens foram agrupadas de acordo com o ciclo, que leva em consideração o número de dias decorridos da emergência à maturação, ou seja, estágio fenológico R8 na escala proposta por Fehr; Caviness (1977). Cultivares de ciclo precoce atingem a maturação em até 115 dias após a emergência, semi-precoce entre 116 e 125 dias, ciclo médio de 126 à 137 dias e ciclo semi tardio entre 138 e 150 dias, segundo a escala proposta pela Embrapa soja (2011).

As duas testemunhas BRS 257 e NK 7059RR mostraram-se semi-precoces, apresentando ciclo de 119 dias após a emergência. A produtividade de grãos das linhagens em relação às testemunhas, foi o critério utilizado para seleção das melhores linhagens para o ano agrícola de 2011/2012. Linhagens com produtividade igual ou maior que a das testemunhas foram selecionadas, linhagens com produtividade inferior as testemunhas não foram selecionadas. Dentro do grupo das linhagens classificadas como precoce, as linhagens 13

(Araçatuba x BRS 155) e 22 (Wilami x Alta produtividade) foram selecionadas por apresentarem produtividade que não diferem estatisticamente das testemunhas.

No grupo classificado como semi-precoce as linhagens 34 (Toffumane I x Araçatuba), 58 (BRS 216 x BRS 213), 17 (54 x 72 F9:2), 15 (BRS 216 x Wilami), 2 (GA-131-Londrina 47-MSY 7221), 39 (BRS 155 x BRS 216), 3 (GA-110-Londrina 26), 9 (GA-129-Londrina 45- MSY 7204), 32 (Araçatuba x BRS 155) e 54 (BRM - 92660 x Alta produtividade) foram selecionadas por apresentar produtividade superior as duas testemunhas BRS 257 e NK 7059RR. As linhagens 3, 9 e 54 apresentaram baixa inserção da primeira vagem, característica indesejável em um cultivar para colheita mecanizada. As linhagens 17 e 34 por apresentar massa de mil sementes acima de 200 gramas e hilo claro, podem ser destinadas para consumo na forma de soja hortaliça, ou para produção de leite de soja ou queijo toffu.

Ainda no grupo das linhagens com ciclo semi-precoce as linhagens 41 (BRS 213 x Fazenda progresso), 33 (Wilami x Fazenda progresso), 48 (BRS 216 x Wilami), 16 (GA-115-Londrina 31), 10 (GA-130-Londrina 46-CD 215), 36 (BRS 155 x BRS 213), 57 (BRS 213 x BR 36), 42 (BRS 213 x Araçatuba), 37 (BRS 155 x BRS 213), 5 (GA-110-Londrina 26), 4 (GA-110-Londrina 26), 20 (Toffumane I x BRS 216), 6 (GA-111-Londrina 27), 28 (72 x 55), e 31 (Araçatuba x BRS 155), foram selecionadas por não diferir das testemunhas para produtividade de grãos. As linhagens 48, 5, 4 e 20 apresentaram baixa inserção da primeira vagem, sendo uma restrição a colheita mecanizada. As linhagens 33, 57, e 6 podem ser consumidas como soja hortaliça, ou destinadas para produção de leite ou queijo toffu por apresentarem massa de mil sementes acima de 200 gramas.

Dentro do grupo das linhagens com ciclo médio as linhagens 38 (BRS 155 x BRS 216), 14 (BRS 216 x Wilami), 55 (BR 36 x BRS 258), 40 (BRS 213 x Fazenda progresso), 53 (BRM - 92660 x Alta produtividade), 56 (BR 36 x MN 01-139011), 65 (BRS 257 x BRS 258), 49 (BRM - 92660 x Alta produtividade), apresentaram produtividade maior do que as testemunhas BRS 257 e NK 7059RR, portanto, foram selecionadas para o experimento do ano agrícola de 2011/2012. As linhagens 51 (BRM - 92660 x Alta produtividade), 8 (GA-116-Londrina 32), 7 (GA-111-Londrina 27), 50 (BRM - 92660 x Alta produtividade), 59 (BRS 216 x BRS 258), 73 (Araçatuba x BRS 155), 11 (GA-132-Londrina 48-BRS 2321), 69 (BR 36 x BRS 258), 30 (Araçatuba x BRS 155), 19 (Wilami x Fazenda progresso), 47 (BRS 216 x Fazenda progresso), 66 (BRS 257 x BRS 258), 63 (BRS 257 x BRS 258), 60 (BRS 216 x BRS 258), foram selecionadas pois não diferem das testemunhas para produtividade de grãos. As linhagens 40, 53, 69, 19, 47 e 66 apresentaram baixa altura da

inserção da primeira vagem. As linhagens 55, 8, 7, 11, 69, 19, 47 e 66 apresentam massa de mil sementes acima de 200 gramas, podendo ser destinadas para a produção de leite ou queijo toffu. As linhagens 60 e 59 apresentam massa de mil sementes próxima de 100 gramas, podendo ser consumidas na forma de broto ou natto.

As linhagens selecionadas dentro do ciclo semi tardio foram: A linhagem 29 (BR 92-15360 x Fazenda progresso RC2F9), que apresentou maior produtividade do que a das testemunhas BRS 257 e NK 7059RR. E as linhagens 45 (BRS 216 x Fazenda progresso) e 18 (BR 92-15360 x Natto), também foram selecionadas pois não diferem estatisticamente das testemunhas para produtividade de grãos. As linhagens 29 e 45 apresentam massa de mil sementes acima de 200 gramas, podendo ser destinadas para produção de leite e de queijo toffu. A linhagem 18 é ideal para o consumo na forma de broto ou natto, por apresentar massa de mil sementes abaixo de 100 gramas.

Na tabela 3.3, é apresentada a produtividade relativa para cada linhagem da UEL, em relação às testemunhas.

Tabela 3.3 – Produtividade relativa (%) de cada linhagem em relação às testemunhas BRS 257 e NK 7059RR.

Linhagem	Genealogia	PROD. Relativa (%)					
		MMS	PROD.		BRS 257	NK 7059RR	DEM*
	BRS 257	171,8	465,10	b	-	24	119,0 ^{SP}
	NK 7059RR	178,0	374,80	b	-19	-	119,0 ^{SP}
25	(21 x 9 RC2F10)	129,3	263,40	c	-43	-30	132,0 ^M
26	(21 x 9 RC2F10)	127,7	325,20	c	-30	-13	131,0 ^M
27	(21 x 9 RC2F10)	98,0	338,90	c	-27	-10	140,0 ST
17	(54 x 72 F9:2)	255,6	698,90	a	50	86	119,0 ^{SP}
28	(72 x 55)	145,2	379,70	b	-18	1	119,0 ^{SP}
21	(Alta produtividade x BRM 42660)	209,6	348,50	c	-25	-7	123,0 ^{SP}
13	(Araçatuba x BRS 155)	180,6	386,00	b	-17	3	115,0 ^P
30	(Araçatuba x BRS 155)	194,1	443,90	b	-5	18	129,0 ^M
31	(Araçatuba x BRS 155)	178,7	368,70	b	-21	-2	123,0 ^{SP}
32	(Araçatuba x BRS 155)	193,3	515,20	a	11	37	123,0 ^{SP}
73	(Araçatuba x BRS 155)	199,8	459,00	b	-1	22	129,0 ^M
55	(BR 36 x BRS 258)	221,4	657,70	a	41	75	134,0 ^M
68	(BR 36 x BRS 258)	162,0	262,40	c	-44	-30	123,0 ^{SP}
69	(BR 36 x BRS 258)	213,1	447,90	b	-4	20	135,0 ^M
56	(BR 36 x MN 01-139011)	192,3	595,70	a	28	59	130,0 ^M
29	(BR 92-15360 x Fazenda progresso RC2F9)	201,5	642,20	a	38	71	143,0 ST
18	(BR 92-15360 x Natto)	83,4	377,40	b	-19	1	141,0 ST
49	(BRM - 92660 x Alta produtividade)	196,9	510,10	a	10	36	136,0 ^M
50	(BRM - 92660 x Alta produtividade)	179,4	464,80	b	0	24	136,0 ^M
51	(BRM - 92660 x Alta produtividade)	194,6	490,90	b	6	31	136,0 ^M
52	(BRM - 92660 x Alta produtividade)	142,3	277,90	c	-40	-26	119,0 ^{SP}
53	(BRM - 92660 x Alta produtividade)	168,0	626,50	a	35	67	136,0 ^M
54	(BRM - 92660 x Alta produtividade)	193,0	510,70	a	10	36	123,0 ^{SP}
35	(BRS 155 x BRS 213)	179,8	284,40	c	-39	-24	119,0 ^{SP}
36	(BRS 155 x BRS 213)	189,2	420,40	b	-10	12	123,0 ^{SP}
37	(BRS 155 x BRS 213)	179,1	404,90	b	-13	8	119,0 ^{SP}
38	(BRS 155 x BRS 216)	186,8	703,40	a	51	88	129,0 ^M

39	(BRS 155 x BRS 216)	189,6	617,40	a	33	65	123,0 ^{SP}
42	(BRS 213 x Araçatuba)	183,3	412,20	b	-11	10	123,0 ^{SP}
57	(BRS 213 x BR 36)	209,1	418,50	b	-10	12	123,0 ^{SP}
43	(BRS 213 x BRS 155)	161,0	264,00	c	-43	-30	123,0 ^{SP}
44	(BRS 213 x BRS 155)	182,7	285,80	c	-39	-24	123,0 ^{SP}
40	(BRS 213 x Fazenda progresso)	145,1	632,30	a	36	69	129,0 ^M
41	(BRS 213 x Fazenda progresso)	159,7	492,40	b	6	31	123,0 ^{SP}
58	(BRS 216 x BRS 213)	184,1	750,60	a	61	100	122,0 ^{SP}
59	(BRS 216 x BRS 258)	114,0	459,60	b	-1	23	130,0 ^M
60	(BRS 216 x BRS 258)	112,1	368,00	b	-21	-2	129,0 ^M
61	(BRS 216 x BRS 258)	105,1	230,80	c	-50	-38	129,0 ^M
45	(BRS 216 x Fazenda progresso)	204,4	462,70	b	-1	23	140,0 ST
46	(BRS 216 x Fazenda progresso)	232,7	218,10	c	-53	-42	136,0 ^M
47	(BRS 216 x Fazenda progresso)	238,0	419,20	b	-10	12	136,0 ^M
14	(BRS 216 x Wilami)	161,9	679,80	a	46	81	129,0 ^M
15	(BRS 216 x Wilami)	167,7	675,60	a	45	80	119,0 ^{SP}
48	(BRS 216 x Wilami)	147,7	438,60	b	-6	17	119,0 ^{SP}
62	(BRS 257 x BRS 258)	101,1	269,80	c	-42	-28	129,0 ^M
63	(BRS 257 x BRS 258)	138,6	373,30	b	-20	0	129,0 ^M
64	(BRS 257 x BRS 258)	159,7	336,70	c	-28	-10	123,0 ^{SP}
65	(BRS 257 x BRS 258)	198,2	571,70	a	23	53	129,0 ^M
66	(BRS 257 x BRS 258)	221,9	376,00	b	-19	0	129,0 ^M
67	(BRS 257 x MN 01-288.008)	159,3	229,10	c	-51	-39	119,0 ^M
12	(Fazenda progresso x BRS 216)	173,2	331,50	c	-29	-12	138,0 ST
70	(MN 0203 SP x BR 36)	106,8	117,60	c	-75	-69	115,0 ^P
34	(Toffumane I x Araçatuba)	215,4	783,70	a	69	109	122,0 ^{SP}
20	(Toffumane I x BRS 216)	183,1	393,10	b	-15	5	123,0 ^{SP}
22	(Wilami x Alta produtividade)	201,5	357,00	b	-23	-5	115,0 ^P
19	(Wilami x Fazenda progresso)	282,1	428,00	b	-8	14	137,0 ^M
33	(Wilami x Fazenda progresso)	265,2	464,60	b	0	24	123,0 ^{SP}
71	Desconhecida	110,1	300,70	c	-35	-20	129,0 ^M
3	GA-110-Londrina 26	191,6	611,50	a	31	63	119,0 ^{SP}
4	GA-110-Londrina 26	200,4	395,90	b	-15	6	123,0 ^{SP}
5	GA-110-Londrina 26	179,4	404,30	b	-13	8	119,0 ^{SP}
6	GA-111-Londrina 27	241,8	388,50	b	-16	4	123,0 ^{SP}
7	GA-111-Londrina 27	239,5	483,20	b	4	29	129,0 ^M
16	GA-115-Londrina 31	187,7	427,30	b	-8	14	119,0 ^{SP}
8	GA-116-Londrina 32	203,8	487,20	b	5	30	134,0 ^M
9	GA-129-Londrina 45- MSY 7204	171,2	580,30	a	25	55	123,0 ^{SP}
10	GA-130-Londrina 46-CD 215	184,0	421,90	b	-9	13	123,0 ^{SP}
2	GA-131-Londrina 47-MSY 7221	199,9	646,00	a	39	72	119,0 ^{SP}
11	GA-132-Londrina 48-BRS 2321	211,9	451,40	b	-3	20	129,0 ^M
1	GA-45-Paranagoiana N	136,2	284,80	c	-39	-24	157,0 ST
23	Late giant tegumento amarelo	201,9	300,50	c	-35	-20	134,0 ^M

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. MMS (g): Massa de Mil Sementes; PROD: Produtividade de grãos (gramas por parcela); DEM: Dias da emergência a maturação;

*: P: precoce; SP: Semi Precoce; M: ciclo médio;

A testemunha BRS 257 produziu 24% a mais que testemunha NK 7059RR.

O cruzamento entre a linhagem Araçatuba e BRS 155 se mostrou bastante promissor para obtenção de linhagens produtivas. O cultivar BRS 155 é um progenitor que contribuiu para boas produtividades de grãos. O progenitor Wilami quando mãe em cruzamentos apresentou MMS maior que 200 gramas, em sua descendência. Cruzamentos entre progenitores de diferentes programas de melhoramento tendem a apresentar maior produtividade, devido ao menor coeficiente de endogamia.

Os cruzamentos que apresentaram a maior produtividade relativa, em relação a melhor testemunha foram: 17 (54 x 72 F9:2), 32 (Araçatuba x BRS 155), 55 (BR 36 x BRS 258), 56 (BR 36 x MN 01-139011), 29 (BR 92-15360 x Fazenda progresso RC2F9), 49 (BRM - 92660 x Alta produtividade), 38 (BRS 155 x BRS 216), 40 (BRS 213 x Fazenda progresso), 58 (BRS 216 x BRS 213), 14 (BRS 216 x Wilami), 65 (BRS 257 x BRS 258), 34 (Toffumane I x Araçatuba). As linhagens 17 e 34 são produtivas, portanto, podem ser recomendadas para o consumo na forma de soja hortalíça, salada, ou para produção de toffu. A linhagem 18 (BR 92-15360 x Natto) pode ser destinada à produção de broto de soja ou natto.

EXPERIMENTO 2 - LINHAGENS DE SOJA DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE SOJA ALIMENTO, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA.

As linhagens desse programa de melhoramento são destinadas a indústria de grãos, porém com características que melhoram a qualidade do grão como; hilo claro, ausência das enzimas lipoxigenase. Não tivemos acesso a genealogia das linhagens da UFV.

O resultado da análise de variância para os caracteres altura da planta no florescimento (APF), altura da planta na maturação (APM), altura da inserção da primeira vagem (A1V), produtividade de grãos (PROD) e massa de mil sementes (MMS) encontram-se na tabela 3.4. A análise de variância de cinco características de importância agrônômica, indicou diferença significativa ($p < 0,001$) entre os tratamentos para todas as características analisados (Tabela 3.4). A diferença entre tratamentos indica a existência de variabilidade genética entre as linhagens, possibilitando assim a seleção nesta população.

Tabela 3.4 – Análise de variância do experimento 2, para as linhagens do programa de melhoramento de soja da Universidade Federal de Viçosa, avaliadas no ano agrícola de 2010/2011.

Causas de variação	G.L	QM				
		APF(cm)	APM(cm)	A1V(cm)	PROD(g)	MMS(g)
Trat.	38	702,56**	1313,24**	50,04**	24964,09**	1264,08**
Erro	78	62,11	63,24	11,03	4115,66	86,28
Média		57,80	107,03	12,28	311,70	160,13
CV _E (%)		13,64	7,43	27,04	20,58	5,80

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. APF: Altura de planta no florescimento; APM: Atura de planta na maturação; A1V: Altura da inserção da primeira vagem; PROD: Produtividade de grãos; MMS: Massa de mil sementes;

Os caracteres APM, e MMS, apresentaram coeficientes de variação experimental (CV_E) baixos. Para APF e PROD os CV_E foram médios. O alto CV_E para A1V esta associado à variabilidade genética entre tratamentos para esta característica.

Na tabela 3.5 são apresentadas as médias agrupadas pelo teste de média Scott & Knott (1974), dos caracteres avaliados nas 37 linhagens e nas testemunhas NK 7059RR e BMX Potência.

Tabela 3.5 – Teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, para detectar diferença nas características avaliadas entre as linhagens do programa de melhoramento de soja da Universidade Federal de Viçosa, no ano agrícola de 2010/2011.

Linhagem	Caracteres quantitativos										Caracteres qualitativos							
	APF	APM	AIV	PROD	MMS	DEF	DEM*	VA	Ac	CF	CP	CT	CH					
19	38,1	c	97,3	d	12,1	c	447,20	b	162,7	b	45,0	115,0 ^P	4,5	2,0	B	C	A	MC
3	86,3	a	124,2	b	14,1	b	368,70	c	161,9	b	47,0	115,0 ^P	3,7	1,0	B	M	A	PI
24	53,6	c	123,8	b	17,8	a	340,09	c	190,3	a	45,0	115,0 ^P	3,8	2,3	B	C	A	MC
20	41,9	c	101,2	d	14,9	b	338,52	c	178,2	a	45,0	115,0 ^P	4,5	1,0	B	C	A	MC
35	46,2	c	106,7	c	11,7	c	331,74	c	168,8	b	45,0	115,0 ^P	4,0	1,0	B	C	A	M
36	47,3	c	107,4	c	11,9	c	314,53	c	171,0	b	45,0	115,0 ^P	4,3	1,2	B	C	A	M
28	40,6	c	107,8	c	10,2	c	311,76	c	154,9	b	45,0	115,0 ^P	4,0	2,0	B	C	A	MC
27	39,7	c	105,6	c	12,8	c	307,58	c	173,3	b	45,0	115,0 ^P	4,0	1,3	B	C	A	M
23	51,6	c	120,9	b	12,0	c	299,99	c	169,8	b	45,0	115,0 ^P	4,0	2,0	B	C	A	MC
4	85,3	a	119,9	b	12,8	c	294,18	c	162,7	b	46,3	115,0 ^P	4,0	1,0	B	M	A	M
21	41,9	c	107,4	c	12,3	c	286,21	c	165,8	b	45,0	115,0 ^P	3,7	1,8	B	C	A	MC
37	47,1	c	109,1	c	14,9	b	273,53	d	172,3	b	45,0	115,0 ^P	4,8	1,0	B	C	A	M
22	43,8	c	106,8	c	14,4	b	269,57	d	168,2	b	45,0	115,0 ^P	3,5	1,7	B	C	A	MC
15	50,2	c	115,4	c	18,2	a	264,45	d	202,0	a	45,7	115,0 ^P	3,5	1,0	B	M	A	P
14	49,0	c	107,4	c	12,4	c	262,98	d	169,6	b	47,3	115,0 ^P	3,5	1,0	B	M	A	C
26	40,7	c	102,4	d	13,1	c	261,62	d	168,5	b	45,0	115,0 ^P	3,7	1,0	B	C	A	MC
13	66,7	b	72,1	e	11,7	c	259,55	d	149,9	c	52,0	115,0 ^P	3,7	1,0	B	C	A	M
29	85,7	a	129,8	b	7,9	d	254,06	d	133,5	c	47,0	115,0 ^P	3,0	4,0	B	M	A	MC
12	44,4	c	97,6	d	11,6	c	251,80	d	142,7	c	45,7	115,0 ^P	4,0	3,0	B	C	A	M
16	69,0	b	114,3	c	22,3	a	249,66	d	152,0	c	47,0	115,0 ^P	3,0	2,0	B	M	A	PI
1	49,9	c	64,7	f	9,2	c	231,07	d	164,6	b	45,0	115,0 ^P	3,0	1,0	B	C	A	MC
2	91,7	a	138,1	a	13,8	b	210,48	d	146,9	c	46,3	115,0 ^P	3,7	1,7	B	M	A	M
25	39,8	c	114,7	c	19,1	a	207,15	d	184,0	a	45,0	115,0 ^P	4,0	1,0	B	C	A	MC
10	56,3	c	93,9	d	11,8	c	190,11	d	149,1	c	47,0	115,0 ^P	3,8	1,0	B	M	A	P
5	46,7	c	55,9	f	7,3	d	144,36	d	125,6	d	46,3	115,0 ^P	2,0	1,0	B	C	A	M
NK 7059RR	47,6	c	110,8	c	13,8	b	345,03	c	184,9	a	47,0	118,3 ^{SP}	5,0	1,0	B	C	A	M
8	50,0	c	98,7	d	11,9	c	340,47	c	162,8	b	47,0	120,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	M	A	P
BMX Potência	83,0	a	124,3	b	14,9	b	339,51	c	168,9	b	47,0	121,3 ^{SP}	5,0	1,0	B	C	A	MC
9	58,0	c	101,9	d	9,9	c	320,38	c	161,5	b	47,0	120,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	M	A	P
11	55,0	c	102,8	d	10,1	c	310,67	c	161,7	b	52,0	120,0 ^{SP}	4,0	1,0	B	M	A	PI
7	71,3	b	123,9	b	16,3	b	206,94	d	164,8	b	59,0	125,0 ^{SP}	3,3	1,3	B	C	A	M
30	66,7	b	131,9	b	3,2	d	579,62	a	186,6	a	48,7	137,3 ^M	3,7	3,0	B	C	A	M
34	67,3	b	77,3	e	6,1	d	574,11	a	142,2	c	59,7	140,0 ^M	4,8	1,3	B	M	A	A
18	78,3	a	147,9	a	10,1	c	479,94	b	136,3	c	59,7	136,0 ^M	4,0	2,0	B	M	A	P
32	69,3	b	74,9	e	4,7	d	425,25	b	111,1	d	59,0	136,0 ^M	4,0	1,0	B	C	A	A
6	67,0	b	137,1	a	12,2	c	343,38	c	133,8	c	59,0	136,0 ^M	3,7	3,2	B	M	A	P
33	61,3	b	68,5	e	5,8	d	325,22	c	115,9	d	59,0	136,7 ^M	3,0	1,0	R	C	A	A
31	69,3	b	98,3	d	9,2	c	303,79	c	136,4	c	52,0	136,0 ^M	3,8	1,0	B	C	A	A
17	56,7	c	131,7	b	20,4	a	291,27	c	190,3	a	52,0	136,0 ^M	3,3	3,0	B	M	A	P
Média total	57,8		107,0		12,28		311,70		160,13									

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. APF: Altura de planta no florescimento (cm); APM: Atura de planta na maturação (cm); AIV: Altura da inserção da primeira vagem (cm); PROD: Produtividade de grãos (gramas por parcela); MMS: Massa de mil sementes (gr); DEF: Dias da emergência ao florescimento; DEM: Dias da emergência a maturação; VA: Valor agrônomo (nota de 1 a 5); Ac: Acamamento (nota de 1 a 5); CF: Cor da flor (R: roxa e B: branca); CP: Cor da pubescência (C: cinza e M: Marron); CT: Cor do tegumento (A: amarelo); CH: Cor do hilo (A: amarelo, MC: marrom claro, M: marrom, P: preto e PI: Preto Imperfeito;

*: P: precoce; SP: Semi Precoce; M: ciclo médio;

Pelo teste de Scott & Knott (1974), três grupos de médias foram encontrados, para altura no florescimento (tabela 3.5), variando de 91,7 a 38,1 cm, as médias para as testemunhas foram 47,6 cm para NK 7059RR e 83,0 cm para BMX Potência. Para altura na maturação seis grupos de foram formados, a variação foi de 147,9 a 55,9 cm, sendo as médias das testemunhas 110,8 e 124,3 cm para NK 7059RR e BMX Potência, respectivamente. A diferença entre a altura no florescimento e a altura na maturação foi de 49,2 cm, indicando que o tipo de crescimento indeterminado ou semideterminado, é o que predomina nessas linhagens. Nesse caso após iniciar a fase reprodutiva as plantas ainda mantêm o crescimento vegetativo.

Para a altura da inserção da primeira vagem, quatro grupos de médias se formaram, variando de 22,3 a 3,2 cm. Nas testemunhas as médias foram 13,8 e 14,9 cm, respectivamente.

As médias para produtividade foram agrupadas em quatro classes, com variação de 579,62 a 144,36 gramas por parcela. As médias das testemunhas foram 345,03 e 339,51 gramas por parcela, para NK 7059RR e BMX Potência RR, respectivamente. A massa de mil sementes variou de 202,0 a 111,1 gramas. Para as testemunhas as médias foram 184,9 e 168,9 gramas. Devido aos resultados para MMS, essas linhagens são mais adequadas à indústria de processamento de soja.

Dias da emergência ao florescimento variou de 45 a 59,7 dias. As testemunhas floresceram aos 47 dias após emergência. Dias para maturação variou de 115 a 140 dias após emergência. As médias das testemunhas foram 118,3 e 121,3 dias após emergência.

O valor agrônômico variou de 2 a 5. Para as testemunhas o valor agrônômico foi nota 5. O acamamento variou de 1 plantas eretas até 4 com plantas apresentando acamamento acentuado. A nota de acamamento para as testemunhas foi 1, ou seja não acamaram.

As linhagens apresentaram apenas flores brancas. Para coloração da pubescência foi verificada cinza e marrom. Para cor do tegumento apenas a classe amarela foi encontrada. A coloração do hilo apresentou 6 classes de cores, amarela, cinza, marrom clara, marrom, preto e preto imperfeito. As cores de hilo amarela e marrom clara são mais adequadas para grãos de soja, destinos ao consumo humano.

As linhagens foram agrupadas de acordo com o ciclo: precoce até 115 dias, semi-precoce 116 à 125 dias, ciclo médio 126 à 137 dias da emergência até a maturação segundo a escala proposta pela da Embrapa soja (2011).

As duas testemunhas NK 7059RR e BMX Potência são cultivares semi-precoces, apresentando ciclo de 118,3 e 121,3 dias para maturação após a emergência. A produtividade de grãos das testemunhas em relação às linhagens foi o principal critério utilizado para seleção. Linhagens com produtividade inferior que das testemunhas foram eliminadas.

Dentro do grupo das linhagens classificadas como precoce, a melhor linhagem foi a 19 sendo selecionada por apresentar produtividade maior estatisticamente que a das testemunhas. As linhagens 3,24,20,35,36,28,27,23,4 e 21, apresentaram produtividade que não difere das testemunhas, dessa forma, foram avaliadas novamente no ano agrícola de 2011/12. A linhagem 3 apresentou inserção da primeira vagem muito alta, uma parte muito grande do caule sem vagem não é interessante, pois essa região da planta não produziu frutos, diminuindo assim o potencial produtivo da planta.

No grupo semi-precoce as linhagens, 8, 9 e 11 não diferem das testemunhas para produtividade de grãos, também foram avaliadas novamente na safra de 2011/12.

Dentro do grupo das linhagens com ciclo médio as linhagens 30 e 34, apresentaram as maiores produtividades do experimento diferindo estatisticamente das testemunhas NK 7059RR e BMX Potência. Também as linhagens 18 e 32, foram mais produtivas que as testemunhas e as linhagens 6, 33, 31 e 17 não diferem das testemunhas para produtividade de grãos. A linhagem 17 apresentou altura da inserção da primeira vagem, muito alta, problemas com relação a essa característica já foram discutidos anteriormente.

Na tabela 3.6, é apresentada a produtividade relativa para cada linhagem da UFV, em relação às testemunhas.

Tabela 3.6 – Produtividade relativa (%) de cada linhagem em relação às testemunhas NK 7059RR e BMX Potência.

Linhagem	PROD. Relativa (%)				PROD. Relativa (%)						
	PROD.	NK 7059RR	Potência	DEM*	Linhagem	PROD.	NK 7059RR	Potência	DEM*		
NK 7059RR	345,03	c	-	2	121,3 ^{SP}	26	261,62	d	-24	-23	115,0 ^P
Potência	339,51	c	-2	-	118,3 ^{SP}	27	307,58	c	-11	-9	115,0 ^P
1	231,07	d	-33	-32	115,0 ^P	28	311,76	c	-10	-8	115,0 ^P
2	210,48	d	-39	-38	115,0 ^P	29	254,06	d	-26	-25	115,0 ^P
3	368,70	c	7	9	115,0 ^P	35	331,74	c	-4	-2	115,0 ^P
4	294,18	c	-15	-13	115,0 ^P	36	314,53	c	-9	-7	115,0 ^P
5	144,36	d	-58	-57	115,0 ^P	37	273,53	d	-21	-19	115,0 ^P
10	190,11	d	-45	-44	115,0 ^P	8	340,47	c	-1	0	120,0 ^{SP}
12	251,80	d	-27	-26	115,0 ^P	9	320,38	c	-7	-6	120,0 ^{SP}
13	259,55	d	-25	-24	115,0 ^P	11	310,67	c	-10	-8	120,0 ^{SP}
14	262,98	d	-24	-23	115,0 ^P	7	206,94	d	-40	-39	125,0 ^{SP}
15	264,45	d	-23	-22	115,0 ^P	6	343,38	c	0	1	136,0 ^M
16	249,66	d	-28	-26	115,0 ^P	17	291,27	c	-16	-14	136,0 ^M
19	447,20	b	30	32	115,0 ^P	18	479,94	b	39	41	136,0 ^M
20	338,52	c	-2	0	115,0 ^P	31	303,79	c	-12	-11	136,0 ^M
21	286,21	c	-17	-16	115,0 ^P	32	425,25	b	23	25	136,0 ^M
22	269,57	d	-22	-21	115,0 ^P	33	325,22	c	-6	-4	136,7 ^M
23	299,99	c	-13	-12	115,0 ^P	30	579,62	a	68	71	137,3 ^M
24	340,09	c	-1	0	115,0 ^P	34	574,11	a	66	69	140,0 ^M
25	207,15	d	-40	-39	115,0 ^P						

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. PROD: Produtividade de grãos (gramas por parcela); DEM: Dias da emergência a maturação;

*: P: precoce; SP: Semi Precoce; M: ciclo médio;

As Linhagens que se destacaram foram: 3, 19, 18, 32, 30 e 34, pois apresentaram produtividade relativa (%) maior que a melhor testemunha (NK 7059RR). De acordo com Faria et al. (2007), cultivares com boa produtividade de grãos é a característica mais importante no melhoramento da soja. Nota-se que as linhagens 3 e 19 são de ciclo precoce, sendo as mais promissoras, pois os produtores de soja têm exigido cultivares: Braccini et al. (2010), precoces e com bom desempenho agrônômico. Entretanto, as maiores produtividades podem ser observadas para linhagens de ciclo médio 30 e 34.

As linhagens da UEL e UFV, selecionadas nos experimentos de 2010/2011 participaram de ensaio preliminar I na safra de 2011/2012. Análise para detectar a ausência das enzimas lipoxigenases deve ser realizada, para identificar as linhagens com sabor suave. Também será necessário testar as linhagens para as principais doenças da cultura da soja, identificando as que são resistentes.

3.4 CONCLUSÃO

As linhagens UEL 17, 18 e 34, podem ser destinadas como cultivar para o consumo humano.

O genótipo Wilami em cruzamentos como progenitor feminino, permite a obtenção de progênies com massa de cem sementes acima de 20 gramas.

As linhagens 3 e 19 da UFV, são produtivas e com ciclo precoce.

É possível desenvolver cultivares de soja destinadas ao consumo humano, com produtividades iguais aos cultivares destinados a indústria de processamento de grãos.

3.5 REFERÊNCIAS

- BARONA, M. A. AC.; FILHO, J. M. C.; GERALDI, I. O. Epistasia para a produção de grãos em soja. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.313-318, 2009.
- BAYRAM, M.; KAYA, A.; ONER, M. D. Changes in properties of soaking water during production of soy-bulgar. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 61, n. 2, p. 221-230, feb. 2004.
- BERNARD, R. L. Two genes affecting stem termination in soybeans. **Crop Science**, Madison, v. 12, n. 2, p. 235-239, 1972.
- BRACCINI, A. L.; STÜLP, M.; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; RICCI, T. T. Agronomic traits and seed yield produced in the soybean-corn crop in succession cropping. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringa, v. 32, n. 4, p. 651-661, 2010.
- CARPENTER, D.; PANTALONE, V.; ALLEN, F.; DEYTON, D.; SAMS, C.; STEWART, A. Edamame vegetable soybean production in Tennessee. **Horticultural Science**, v.40, n.3, jun. 2006.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERHOW, M.; MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. C. N. Environmental and genetic variation of isoflavone content of soybean seeds grown in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1444-1451, nov. 2009.
- CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; OLIVEIRA, M. F.; VELLO, N. A. Correlação e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p. 311-320, mar. 2002.
- CASTOLDI, R.; CHARLO, H.C.O.; VARGAS, P.F.; BRAZ, L.T.; CARRÃO-PANIZZI, M.C. Agronomic characteristics, isoflavone content and Kunitz trypsin inhibitor of vegetable soybean genotypes. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.2, p. 222-227, 2011.
- CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T.; MENDONÇA, J. L.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. C. Desempenho de quatro genótipos de soja-hortaliça em dois anos agrícolas. **Horticultura brasileira**, v. 27, n.2, abr./jun. 2009.

CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R. ; VARGAS, P. F. ; BRAZ, L. T.; MENDONÇA, J. L. Desempenho de genótipos de soja-hortaliça de ciclo precoce [*Glycine max* (L.) Merrill] em diferentes densidades. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 630-634, mar./abr., 2008.

CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; MANDARINO, J. M. G.; A. G. TARONE. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, set./out., 2006.

COSTA, M. M.; MAURO, A. O. D.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; MUNIZ, F. R. S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1095-1102, nov. 2004.

COVILLE, F. V. Soybean cheese. **Science**, Washington, v.70, n.1812, p. 282-283, sep. 1929.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480 p.

DAROLT, M. R.; NETO, F. S. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica**.

Disponível em:

<http://www.prefiraorganicos.com.br/media/25128/sistema_de_plantio_direto_em_agricultura_a_organica.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2010.

DESTRO, D.; MIRANDA, Z. F. S.; MARTINS, A. L.; MANDARINO, J. M. G.; MIRANDA, L. A.; SOUZA, H. M.; FAVARETO, R.; MONTALVÁN, R. Agronomic and chemical characterization of soybean genotypes for human consumption. **Crop Breeding and applied Biotechnology**, Viçosa, v. 2, n.4, p. 599-608. 2002.

EMBRAPA SOJA 2011. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 262 p.

FARIA, A. P.; JÚNIOR, N. S. F.; DESTRO, D.; FARIA, R. T. Ganho Genético na Cultura da Soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.1, p. 71-78, jan./mar. 2007.

FAVONI, S. P. de G.; BELÉIA, A. D. P.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. C.; MANDARINO, J. M. G. ISOFLAVONAS EM PRODUTOS COMERCIAIS DE SOJA. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n.4, p.582-586, out./dez. 2004.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames : Iowa State University of Science and Technology, 1977. 12 p. (Special Report, 80).

FILHO, O. L. M.; SEDIYAMA, C. S.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; MASSONI, G. A.; PIOVESAN, N. D. Grain yield and seed quality of soybean selected for high protein content. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.5, p.445-450, maio 2004.

GENOVESE, M.I.; HASSIMOTTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M. Isoflavone Profile and Antioxidant Activity of Brazilian Soybean Varieties. **Food Science and Technology International**, v.11, n.3, p.205-211, jun. 2005.

KITAMURA, K.; DAVIES, C. S.; KAIZUMA, N. Genetic analysis of a null-allele for lipoxygenase-3 in soybean seeds. **Crop Science**, Madison, v. 23, n. 5, p. 924-927, 1983.

LENIS, J. M.; GILLMAN, J. D.; LEE, J. D.; SHANNON, J. G.; BILYEY, K. D. Soybean seed lipoxygenase genes: molecular characterization and development of molecular marker assays. **Theoretical and Applied Genetics**, v.120, n.6, p.1139-1149, jan. 2010.

MARTINS, C. A. O.; SEDIYAMA, C. S.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; ROCHA, V. S.; OLIVEIRA, M. G. A. Efeito da eliminação genética das lipoxigenases das sementes sobre as características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1389-1398, out. 2002.

MARTINS, C. A. O.; SEDIYAMA, C. S.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; ROCHA, V. S.; OLIVEIRA, M. G. A. Características Agronômicas de Genótipos de Soja Sem Lipoxigenases nas Sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.192-200, 2001.

MAURO, A. D.; OLIVEIRA, R. C.; MARCONDES, A. F.; SEDIYAMA, T. Ganho genético por seleção em linhagens de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 270, p. 135-144. 2000.

MEDEIROS, A. G. **Parâmetros genéticos e potencial agronômico de cruzamentos tipo adaptado x exótico em soja, com ênfase na reação à ferrugem asiática**. 2009. 158 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2009.

MENDONÇA, J. L.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.C. **Soja-verde: uma nova opção de consumo**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 8 p. (Comunicado técnico).

MENEGUCE, B.; FARIA, R. T.; DESTRO, D.; JÚNIOR, N. S. F.; FARIA, A. P. Interação genótipo x ano para tempo de cozimento e sua correlação com a massa e percentagem de embebição em soja tipo alimento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.26, n.4, p.463-476, out.-dez. 2005.

NELSON, A. I.; WEI, S. L.; STEINBERG, M. P. Foods from whole soybeans. In: WORD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 2., 1979, Corbinn. **Proceedings Corbin**: Westview, 1979. p. 745-761.

PIMENTAL, F. G.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A Cluster Analysis Method for Grouping Means in the Analysis of Variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p. 507-512, sep. 1974.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. 817p.

SHI, A.; CHEN, P.; ZHANG, B.; HOU, A. Genetic diversity and association analysis of protein and oil content in food-grade soybeans from Asia and the United States. **Plant Breeding**, v. 129, n. 3, p. 250-256. 2010.

SHU, X. O.; ZHENG, Y.; CAI, H.; GU, K.; CHEN, Z.; ZHENG, W.; LU, W.; Soy Food Intake and Breast Cancer Survival. **Journal of The American Medical Association**, v.302, n.22, p. 2437-2443, dec. 2009.

SILVA, J. B.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. C.; PRUDÊNCIO, S. H. Chemical and physical composition of grain-type and food-type soybean for food processing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.7, p.777-784, jul. 2009.

STEFANIAK, T. R.; HYTEN, D. L.; PANTALONE, V. R.; KLARER, A.; PFEIFFER, T. W. Soybean Cultivars Resulted from More Recombination Events Than Unselected Lines in the Same Population. **Crop Science**, Madison, v. 46, n. 1, p.43-51, jan./feb. 2006.

TOLEDO, M. R.; TANCREDI, F. D.; SEDIYAMA, T.; JÚNIOR, J. I. R.; REIS, M. S. Remoção do meristema apical e adensamento em plantas de soja visando sua utilização no método descendente de uma única semente. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringa, v. 31, n. 1, p. 113-119, 2009.

VENCOVSKY, R.; CRUZ, C. D. Comparações de métodos de correção de rendimento de parcelas experimentais com estandes variados. I. Dados simulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.647-657, maio. 1991.

VIANNA, G.R.; CUNHA, N.B.; MURAD, A.M.; RECH, E.L. Soybeans as bioreactors for biopharmaceuticals and industrial proteins. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v.10 n.3, p. 1733-1752, aug. 2011.

VILLEGAS, R.; GAO, Y.T.; YANG, G.; LI, H.L.; ELASY, T. A; ZHENG, W.; SHU, X. O. Legume and soy food intake and the incidence of type 2 diabetes in the Shanghai Women's Health Study. **American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v.87, n.1, p.1621-167, 2008.

WU, A. H.; YU, M.C.; TSENG, C.C.; PIKE, M.C. Epidemiology of soy exposures and breast cancer risk. **British Journal of Cancer**, United Kingdom, v.98, p.9-14, jan. 2008.

YAN, L.; SPITZNAGEL, E. L. Meta-analysis of soy food and risk of prostate cancer in men. **International Journal of Cancer**, v.117, n.4, p.667-669, nov. 2005.

YOKOMIZO, G. K.; VELLO, N. A. Evaluation of the Average Performance of Topcrosses Among Food and Grain Type Soybean. **Brazilian archives of biology and technology**, Curitiba, v. 46, n. 3, p. 323-332, 2003.

YOKOMIZO, G. K.; N. A. VELLO. Coeficiente de determinação genotípica e de diversidade genética em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2223-2228, nov. 2000.

YOKOMIZO, G. K.; DUARTE, J.B.; N. A. VELLO. Correlações fenotípicas entre tamanho de grãos e outros caracteres em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2235-2241, nov. 2000.

ZHANG, X.; SHU, X. O.; LI, H.; YANG, G.; LI, Q.; GAO, Y.T.; ZHENG, W. Prospective Cohort Study of Soy Food Consumption and Risk of Bone Fracture Among Postmenopausal Women. **Archives of International Medicine**, v.165, p.1890-1895, 2005.

ZHANG, X.; SHU, X. O.; GAO, Y.T.; YANG, G.; LI, Q.; LI, H.; JIN, F.; ZHENG, W. Soy Food Consumption Is Associated with Lower Risk of Coronary Heart Disease in Chinese Women. **The Journal of Nutrition**, v. 133, n.9, p.2874-2878, sep. 2003.

4 ARTIGO B – AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA E SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA, RESISTENTES À FERRUGEM ASIÁTICA

Resumo

Com o surgimento da ferrugem asiática da soja no Brasil, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, o melhoramento na cultura tem buscado criar cultivares resistente a esta doença. Entretanto, a grande dificuldade é que, no mundo todo, poucos genótipos de soja são resistentes, mas não há todos os isolados do fungo *P. pachyrhizi*. Este trabalho teve como objetivo, identificar no banco de germoplasma de soja alimento da UEL, genes de resistência à ferrugem asiática. Todas as etapas do trabalho foram conduzidas em casa de vegetação. A doença foi provocada de forma artificial, pulverizando esporos da ferrugem sobre as plantas. Em todas as avaliações o tipo de lesão foi utilizado para caracterização de plantas resistentes (RB) ou suscetíveis (TAN). Entre 139 acessos de soja avaliados, quatro genótipos (GA54-toffumame I, GA62-Londrina IV, GA63-Londrina V e GA110-Londrina 26) apresentaram resistência à ferrugem. Embora a resistência tenha manifestado, também foram encontradas plantas suscetíveis no mesmo genótipo. Novo experimento foi executado, para seleção de apenas plantas resistentes, ou seja, com lesão RB. Nesta etapa treze plantas S_0 resistentes à ferrugem, foram selecionadas e autofecundadas originando progênies $S_{0:1}$. As linhas de progênies $S_{0:1}$ foram novamente inoculadas com esporos de ferrugem, para confirmação da resistência. Além do tipo de lesão, a severidade foi incluída nesta avaliação. O teste de qui-quadrado foi empregado no cálculo da proporção teórica do número de genes envolvidos, no controle da resistência, nessas progênies. Para severidade realizou-se análise de variância seguida de teste de Tukey para as médias dos tratamentos. O genótipo GA110-Londrina 26 apresentou severidade menor, que a da testemunha BRS 133. Os genótipos de soja GA54-toffumame I, GA62-Londrina IV, GA63-Londrina V e GA110-Londrina 26 são resistentes à ferrugem asiática. Nos genótipos GA54-toffumame I e GA63-Londrina V, há evidências que, dois genes recessivos, com efeito epistático, estão controlando a resistência. A capitalização dos efeitos epistáticos, no controle da resistência à ferrugem asiática da soja, poderá aumentar a longevidade dos cultivares lançados no mercado.

Palavras-chave: *Glycine Max. Phakopsora pachyrhizi*. Genética. Melhoramento genético. Epistásia.

Abstract

With the emergence of Asian soybean rust in Brazil, caused by *Phakopsora pachyrhizi*, the improvement in the culture has sought to breed cultivars resistant to this disease. However, the major difficulty is that, the worldwide, few soybean genotypes are resistant, but there isn't every isolates of the fungus *P. pachyrhizi*. This work searched, to identify at UEL's soybean food germoplasm, genes for resistance to Asian rust. All stages of work were conducted in the greenhouse. The disease was caused artificially, by spraying spores of rust on the plants. In all evaluation the type of lesion was used to characterize cultivars resistant (RB) or susceptible (TAN). Among 139 soybean accessions evaluated, four genotypes (GA54-toffumame I, GA62-Londrina IV, GA63-Londrina V and GA110-Londrina 26) were resistant to rust. Although resistance has expressed, susceptible plants also were found in the same genotype. New experiment was done, to select only resistant plants, in other words, with lesion RB. At this stage thirteen S_0 plants rust resistant, were selected and self-polinization originating progenies $S_{0:1}$. The progeny lines $S_{0:1}$ were again inoculated with spores of rust, for

confirmation of the resistance. Besides the type of lesion, the severity was included in this assessment. The chi-square test was used in calculating the theoretical proportion of the number of genes involved, in the control of resistance, in these progeny. For severity analysis of variance was carried out followed by Tukey's test for the means of the treatments. The genotype GA110-Londrina 26 had lower severity than the witness BRS 133. The soybean genotypes GA54-toffumame I, GA62-Londrina IV, GA63- Londrina V and GA110-Londrina 26 are resistant to Asian rust. In the genotypes GA54-toffumame I and GA63-Londrina V, there is evidence that, two recessive genes with epistatic effect are controlling the resistance. The capitalization of epistatic effects in the control of resistance to Asian soybean rust, it can increase the longevity of the cultivars released in the market.

Keywords: *Glycine max.* *Phakopsora pachyrhizi*. Genetic. Breeding. Epistasy.

4.1 INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura de grande importância mundial, devido à aplicabilidade generalizada de seus produtos e seu valor econômico no mercado nacional e internacional (FILHO et al., 2004). O Brasil ocupa o *ranking* de segundo maior produtor, com uma produção de 74,6 milhões de toneladas previstas para a safra 2012/13 (ABIOVE, 2012). Porém, a doença denominada de ferrugem asiática da soja, tem ameaçado a produção brasileira de soja nos últimos anos. Esta é a doença de maior importância para a cultura da soja, em função de sua recente eclosão e dos níveis de danos que pode causar (GODOY, 2006).

Os valores investidos para o controle químico da doença, na safra 2008/2009, foi de aproximadamente R\$ 2,8 bilhões (EMBRAPA SOJA, 2012). A ferrugem da soja se espalhou no Brasil, a cada safra desde 2001. Apesar dos esforços para controlar a doença, as perdas continuam ocorrendo a cada ano (SILVA, at al., 2011), devido à alta agressividade (MENDES et al., 2009).

Causada por duas espécies de fungo do gênero *Phakopsora*: *P. meibomiae*, causadora da ferrugem “americana”, que ocorre naturalmente em diversas leguminosas desde Porto Rico, no Caribe, ao sul do Estado do Paraná (Ponta Grossa) e *Phakopsora pachyrhizi*, causadora da ferrugem “asiática”, presente na maioria dos países que cultivam a soja e, a partir da safra 2000/01, também no Brasil e no Paraguai. A distinção das duas espécies é feita através da morfologia de teliósporos e da análise do DNA (EMBRAPA SOJA, 2011).

Os sintomas iniciais da ferrugem asiática são pequenas pústulas foliares, de coloração castanha a marrom-escura. Na face inferior da folha, observa-se uma ou mais urédias que se rompem liberando os urediniósporos. As lesões tendem para o formato angular

e podem atingir 2 a 5 mm de diâmetro, podem aparecer em pecíolos, vagens e caules, porém são mais abundantes nas folhas, principalmente na superfície inferior, onde podem ocupar extensas áreas e, ao longo do tempo, amarelecer e cair (SINCLAIR; HARTMAN, 1999). Plantas severamente infetadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento de vagens e o peso final do grão. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho do grão e, conseqüentemente, maior a perda de rendimento e de qualidade (YANG et al, 1991). O fato de a ferrugem asiática ser uma doença de ocorrência recente no continente americano, fazem que muitos estudos sobre o assunto ainda estejam em andamento (YORINORI; JUNIOR; LAZZAROTTO, 2004).

Para o controle químico da ferrugem asiática são utilizados fungicidas do grupo dos triazóis e estrobilurinas, sendo eficientes quando aplicados na lavoura antes do estabelecimento da doença (GODOY; CANTERI, 2004), mas, representam um custo adicional médio de R\$ 38,87 por hectare uma aplicação, (RICHETII; ROESE, 2011) sendo necessárias em média duas a três aplicações por safra (EMBRAPA SOJA, 2012). O monocultivo da soja e o controle químico continuado por muitos anos possivelmente trará conseqüências sérias ao ambiente, ao rendimento da soja por multiplicação de novas doenças e pragas e, eventualmente, pode resultar no desenvolvimento de tolerância de *P. pachyrhizi* aos fungicidas utilizados (YORINORI; JUNIOR; LAZZAROTTO, 2004).

Diante do exposto, podemos reforçamos que plantas resistentes oferecem a estratégia de controle mais sustentável aos agricultores no mundo todo (TUKAMUHABWA, et al., 2011), sendo que para tanto torna-se necessária a avaliação de germoplasma e subseqüente estudos de herança (PIEROZZI, 2007).

As pesquisas nos últimos anos têm-se concentrado na obtenção de cultivares resistentes à ferrugem asiática da soja. Cinco genes maiores controlam a resistência da soja à ferrugem, sendo que quatro alelos dominantes causam plantas resistentes às suas respectivas raças fisiológicas, os quais são denominados de Rpp1 (MCLEAN; BYTH, 1980), Rpp2 (BROMFIELD; HARTWIG, 1980), Rpp3 (HARTWIG; BROMFIELD, 1983), Rpp4 (HARTWIG, 1986) e para o gene Rpp5 (GARCIA et al., 2008) a resistência é determinada pelo alelo recessivo. Esta resistência, por ser controlada por poucos genes (qualitativa) é denominada de resistência vertical, apesar de descrita na literatura, a estabilidade desse tipo de resistência pode não ser durável, quando testada em campo (HARTMAN et al., 2005).

Linhagens melhoradas e variedades têm sido selecionadas para a resistência à ferrugem da soja na Ásia, entretanto para a seleção e utilização dessas fontes de resistência, diferenças de virulência entre populações asiáticas e brasileiras desse fungo devem ser

consideradas. As populações brasileiras diferiram entre si claramente quanto à virulência e em relação à população de isolados do Japão. Apenas dois genes de resistência, Rpp4 presente na variedade PI459025 e Rpp5 presente na variedade Shiranui conferem resistência as três populações da ferrugem. O número de variedades ou genes resistentes úteis em ambos os países parece ser limitado. Assim, um cultivar universalmente efetivo contra a ferrugem da soja, deveria ser desenvolvido pela piramidação de genes maiores de resistência e pela introdução de resistência horizontal (YAMANAKA et al., 2010). Linhagens de soja tendo reações para isolados dos Estados Unidos e Paraguai, podem ser fontes importantes para o desenvolvimento de cultivares elites com ampla resistência para ferrugem asiática da soja (LI, 2009).

Para obtenção de cultivares resistentes conforme Koga et al. (2008), os parâmetros tipo de lesão, intensidade de esporulação e avaliação periódica da severidade apresentam importância prática para a diferenciação de genótipos quanto à resistência a *P. pachyrhizi*.

De acordo com Ribeiro; Toledo; Ramalho (2009) a variância genética aditiva predomina, no controle da resistência da soja à ferrugem-asiática. Porém Cruz et al. (2011), acredita que a resistência à ferrugem asiática da soja, pode ser influenciada por efeitos maternos.

A transformação genética de plantas será uma ferramenta útil, na obtenção de plantas de soja resistentes à ferrugem asiática. Os autores Vasconcelos et al. (2011), identificaram um candidato bioquímico com potencial para combater a ferrugem asiática. Uma nova quitinase tipo xilanase (XIP), encontrada em folhas de café, foi clonada em um vetor, verificou que a (XIP) inibiu a germinação de esporos de fungos, tornando-a um gene candidato elegível para o controle da ferrugem asiática. Em resposta a compreensão das redes de genes na soja e em *P. pachyrhizi*, novos conhecimentos sobre, as complexas mudanças na expressão genética de plantas estão ocorrendo globalmente (GUERRA et al. 2010; Schneider et al. 2011).

Segundo Unfried (2007) as novas e modernas técnicas da biologia molecular são ferramentas auxiliares nos programas de melhoramento genético clássico, tornando-os ainda mais ágeis e eficientes no entendimento dos mecanismos genéticos envolvidos nas características de interesse. Do mesmo modo para Resende et al., 2011, o emprego das técnicas biotecnológicas será mais difícil do que se supunha. As evidências da evolução do conceito de gene disponível comprovaram que, a seleção deve ser realizada pelo fenótipo nas condições em que a planta será cultivada no futuro. E é necessário continuar o

treinamento dos melhoristas de plantas, tendo como foco a seleção fundamentada no fenótipo em experimentos com a maior precisão possível.

Os autores Lee et al. (2008) enfatizam que, a conservação e uso de germoplasma é muito importante, na busca de novos genes para melhorar as características economicamente importantes na cultura da soja, como a produção de sementes e resistência ao estresse biótico e abiótico. Portanto, a identificação de genótipos que possam ser utilizados como fontes de resistência à ferrugem asiática da soja, aumentará a longevidade dos cultivares lançadas no mercado.

Este trabalho teve como objetivo identificar no banco de germoplasma de soja alimento da UEL, genes de resistência à ferrugem asiática.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

AVALIAÇÃO DO BANCO DE GERMOPLASMA DE SOJA ALIMENTO DA UEL, PARA REAÇÃO A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

Foram avaliados 139 acessos de soja provenientes do banco de germoplasma de soja tipo alimento da UEL, (Tabela 4.1), em casa de vegetação, instalada na Tropical Melhoramento e Genética Ltda (TMG), município de Cambé, Paraná.

Tabela 4.1 – Denominação dos acessos do banco de Germoplasma de soja alimento, da Universidade Estadual de Londrina.

Nº	Descrição	Nº	Descrição
GA1	BR27 - Cariri N	GA77	BRM 92 660
GA2	F82-5722A	GA78	Londrina 13
GA3	F82-5722P	GA79	Londrina 14
GA4	F82-5769	GA80	Londrina 15 - Takashi Mirikami/Guaravera-PR soja BRS 206
GA5	F82-5782	GA81	Londrina 16
GA6	F82-5807	GA82	Londrina 17
GA7	F82-5813	GA83	Londrina 18
GA8	Majas	GA84	Londrina 19
GA9	Seleção na Stuart	GA85	Londrina 20
GA10	Fazenda Progresso	GA86	Londrina 21
GA11	F83-8012	GA87	Londrina 22
GA12	F83-8185	GA88	Londrina 23
GA13	TMV	GA89	Londrina 24
GA14	Ivaí	GA90	Londrina 25
GA15	Delita	GA91	BRS 213
GA16	F83-8207AB	GA92	BRS 216
GA17	Soja Feira 86-13	GA93	BRS 257
GA18	EASYcook	GA94	BRS 258
GA19	F83-7977	GA95	Small seed MN0203 SP
GA20	Araçatuba	GA96	MN 2001SP Long Seed/ High Protein
GA21	Soja Feira 86-14	GA97	MN 00-505069 Edamame
GA22	PI 423-909	GA98	MN00505003 Edamame
GA23	TAMBA KURODAISU	GA99	M01-288008 Very High Protein
GA24	BR92-15.360	GA100	M01-256021 High oil - also drought
GA25	BR92-22.106	GA101	M94-275024 Drought

GA26	91k208-3-1	GA102	M01-139011 Low Phytate
GA27	Aoozora	GA103	M99-334029 Lacking Lipox./Maybe Null
GA28	KITAMUSUME	GA104	M86-1008 Lacking Kunitz Trypsin Inibidor
GA29	Late-Giant	GA105	MN 0803 SP Reduced Cooking Time also High Oil/ Small Seed
GA30	FT-Monsanto	GA106	MN 1101 SP Red. Cooking Time
GA31	F85-11.346	GA107	MN 0201 Red. Cooking Time
GA32	MIKAWASHIMA	GA108	Forage Type M95-601001
GA33	TAMAHOMARE	GA109	Coleta Prof. Ralish - Soja Preta - Forragem
GA34	WASEDA	GA110	Londrina 26 - Jorge Canevalossi/Guaravera-PR
GA35	WILAMI	GA111	Londrina 27 - Yasuaki Sato/Guaravera-PR - soja Fênis
GA36	PI 86023	GA112	Londrina 28 - Kinya Muraoka/Paiquerê-PR (Tardia)
GA37	PI 205085	GA113	Londrina 29 - André A. Muraoka/Paiquerê-PR
GA38	PI 408251	GA114	Londrina 30 - Emiko T. Nagata/Coroados - soja caseiro (Debulha)
GA39	B6F4 (L-1 less)	GA115	Londrina 31 - Mujeiki Sato/Guaravera-PR - soja Fênis
GA40	B5F5 (L-2 less)	GA116	Londrina 32 - Jorge Y. Sato/Guaravera-PR - soja Fênis
GA41	B6F4 (L-3 less)	GA117	Londrina 33 - Seleção flor branca da nº 122
GA42	KUNITZ-1	GA118	Londrina 34 - Koichi Nagata/Coroados - soja caseiro
GA43	KUNITZ-2	GA119	Londrina 35 - Nachiko Kakachi/Rubiacea - soja graúda (debulha)
GA44	NATTO	GA120	Londrina 36 - Yasukki Sato/Guaravera-PR - soja 6 meses
GA45	Paranagoiana N	GA121	Londrina 37 - Paulo M. Muraoka/Paiquerê-PR - soja
GA46	F83-7843	GA122	Londrina 38 - Oswaldo Takachi/Luiacen - soja preta (debulha)
GA47	F83-8017	GA123	Londrina 39 - Mijuki Sato/Guaravera-PR - soja 6 meses
GA48	F83-8192	GA124	Londrina 40 - Takashi Murakami/Guaravera-PR - soja japonês (debulha)
GA49	PL-1 Marrom	GA125	Londrina 41 - Mercado Shangri-lá coleta 17/06/06 - Verde (debulha/verde)
GA50	Tadasha	GA126	Londrina 42 - Mercado Shangri-lá - soja preta (debulha)
GA51	KAOSHIUNG/TAIWAN/FARAN/EDAMAME	GA127	Londrina 43 - Daizu - Pacote plástico - feijão soja 12/05/06
GA52	Pérola	GA128	Londrina 44 - Daizu - Pacote plástico - feijão soja 12/05/06
GA53	Prize	GA129	Londrina 45 - nº 000 595/Guaravera-PR/ soja monsoy 7204
GA54	Toffumame I	GA130	Londrina 46 - Zinomon Toda - Guaravera-PR - soja 215
GA55	BR-16	GA131	Londrina 47 - Ieroko Inagaki/Guaravera-PR - soja monsoy 7221
GA56	STWART	GA132	Londrina 48 - Jorge Y. Sato/Guaravera-PR - soja BRS 2321
GA57	PL-1 (Marrom)	GA133	Londrina 49 - seleção flor branca da nº 123
GA58	Toffumame II	GA134	Soja Verde - Dr. Lolato - IAPAR
GA59	Londrina 1	GA135	Soja Preta - Rolândia / Cambé
GA60	Londrina 2	GA136	Soja Verde - Renato Sugeto
GA61	Londrina 3	GA137	Soja Preta - CTA Ibibporã
GA62	Londrina 4	GA138	Soja Preta - Shangri-lá
GA63	Londrina 5	GA139	Coleta Shangri-lá - 11/Junho/2008
GA64	Londrina 6		
GA65	Londrina 7		
GA66	Londrina 8		
GA67	Londrina 9		
GA68	Londrina 10		
GA69	Londrina 11		
GA70	Embrapa 48		
GA71	Embrapa 59		
GA72	BR 36		
GA73	Barc-8		
GA74	Barc-12		
GA75	Londrina 12		
GA76	BRS-155		

* N°: Número correspondente no banco; GA: Genótipo alimento.

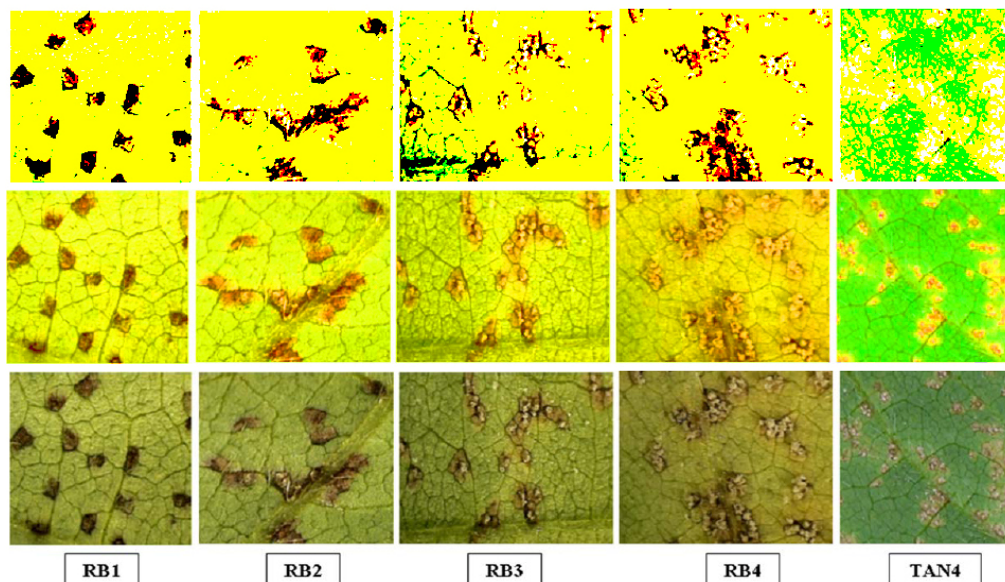
O isolado da ferrugem da soja utilizado foi obtido através da coleta de esporos de plantas suscetíveis do cultivar (BRS Bacuri), naturalmente infectadas em estufa.

Este cultivar carrega um gene de resistência à ferrugem do cultivar FT-2 tendo sua resistência quebrada durante o verão de 2003, logo após a primeira aparição da doença no Brasil. (CALVO et al., 2008 ; GARCIA et al., 2008). O cultivar BRS Bacuri foi escolhido, porque, ele carrega um gene que confere resistência ao isolado presente no sul do Brasil e suscetibilidade ao isolado presente em Mato Grosso. Esses dois isolados prevalecem no Brasil, portanto, garantindo na inoculação a predominância do isolado do Mato Grosso.

No estágio fenológico V3, as plantas foram inoculadas com *P. pachyrhizi*. Um período mínimo de 12 horas de molhamento foliar foi realizado para favorecer à infecção.

O parâmetro tipo de lesão por apresentar importância prática para a diferenciação de genótipos quanto a resistência a *P. pachyrhizi* (KOGA et al., 2008), foi utilizado como critério de avaliação. De acordo com a metodologia descrita por Bromfield (1984) os tipos de lesão são classificados em: TAN (“Tanish”), de cor palha com pouca necrose; RB (“redishbrown”), de coloração marrom-avermelhada escura necrose extensiva; e MX (“mixed”), quando em uma mesma folha ocorrem os dois tipos de lesão.

Figura 4.1 – Intensidade de esporulação de *P. pachyrhizi* em folhas de soja (adaptado Koga, 2008). RB1 = sem presença de urediniósporos; RB2 = presença esparsa de urediniósporos, algumas lesões sem urediniósporos; RB3 = presença moderada de urediniósporos em todas as lesões; e RB4 / TAN4 = presença abundante de urediniósporos em todas as lesões.



Dos cento e trinta e nove acessos de soja provenientes do banco de germoplasma de soja tipo alimento da UEL, (Tabela 4.1) avaliados, quatro linhagens (GA54-

Toffumame I, GA62-Londrina 4, GA63-Londrina5 GA110-Londrina 26) apresentam resistência à ferrugem asiática da soja (FAS). Porém encontraram-se plantas resistentes e suscetíveis dentro da mesma linhagem, desta forma foi necessária nova avaliação e seleção de plantas resistentes à FAS.

AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE PLANTAS S_0 RESISTENTES À FERRUGEM ASIÁTICA, COM TESTE DE PROGÊNIES $S_{0:1}$

Nova avaliação foi realizada em casa de vegetação, localizada no departamento de fitotecnia, da Universidade Estadual de Londrina (UEL), município de Londrina, Paraná. As quatro linhagens: GA54-Toffumame I, GA62-Londrina 4, GA63-Londrina5 GA110-Londrina 26 e o cruzamento (GA54-Toffumame I x Araçatuba), mais seis testemunhas, foram semeadas em casa de vegetação. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada vaso constitui-se em uma unidade experimental, no estágio fenológico VC ocorreu o desbaste, deixando quatro plantas. As testemunhas utilizadas foram:

Cultivares BRS-154 e BRS-133 (testemunhas suscetíveis); e as PIs que carregam genes de resistência descritos na literatura, sendo RPP₁ PI 200492 e RPP₃ PI 462312 (PIs com resistência quebrada pelo patógeno) e RPP₂ PI 230970 e RPP₄ PI 459025B (PIs que apresentam resistência ao patógeno).

Os esporos utilizados foram fornecidos pela EMBRAPA Soja, estes estavam em nitrogênio líquido. No estágio fenológico V4 e V5, as plantas foram inoculadas com *P. pachyrhizi*. Sacos plásticos foram utilizados para permitir a ocorrência de um período mínimo de 17,5 horas de molhamento foliar favorecendo a infecção. Uma segunda inoculação foi realizada nove dias após a primeira, devido à pequena quantidade de sintomas observados na primeira inoculação. Um intervalo mínimo de 15 horas de molhamento foliar foi estabelecido para garantir a infecção. Na segunda inoculação não foram usados sacos plásticos, apenas molhamento das folhas com spray.

Seguindo o parâmetro proposto por Koga et al. (2008), o tipo de lesão foi utilizado como critério de avaliação e seleção. Aos 21 dias após a inoculação, plantas que apresentaram lesão do tipo RB foram selecionadas e autofecundadas originando sementes $S_{0:1}$, essas sementes foram utilizadas para realizar o teste de progênie.

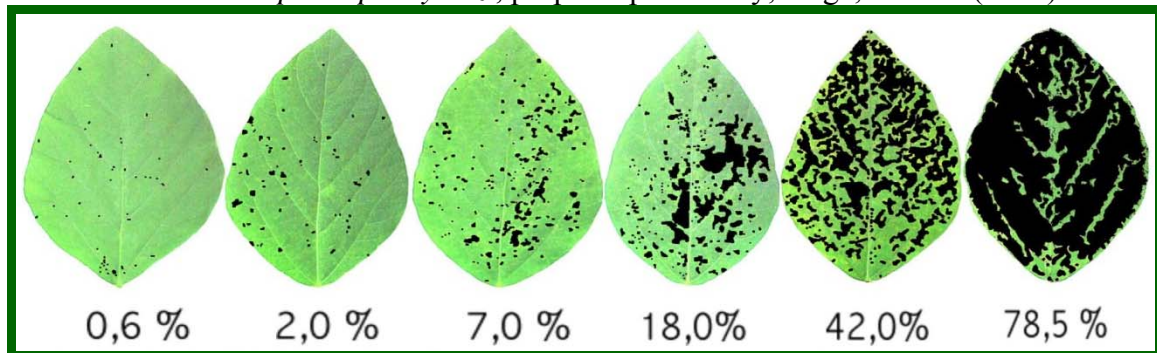
TESTE DE PROGÊNIE: AVALIAÇÃO DAS PROGÊNIES S_{0:1} E SELEÇÃO DE PLANTAS RESISTENTES À FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

As sementes das progênies S_{0:1} foram semeadas em casa de vegetação localizada na Embrapa soja, para confirmação da resistência. Trinta sementes S₁, sem repetição, foram utilizadas no teste de progênie. As mesmas testemunhas da geração S₀ foram semeadas, com quatro repetições cada.

No estágio fenológico V3 e V4, as plantas foram inoculadas com esporos de *P. pachyrhizi* coletados no cultivar BRS Bacuri, um período de 15 horas de molhamento foliar foi estabelecido para garantir a infecção.

Decorridos 24 dias após a inoculação, os parâmetros avaliados foram: tipo de lesão e a severidade da ferrugem de acordo com a escala proposta por Godoy; Koga; Canteri (2006).

Figura 4.2 – Escala diagramática para índice de severidade para ferrugem asiática da soja - *Phakopsora pachyrhizi*, proposta por Godoy; Koga; Canteri (2006).



As frequências das classes fenotípicas para o parâmetro tipo de lesão, foram testadas pelo teste de qui-quadrado (χ^2), apresentado a seguir:

$$\chi_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}, \text{ em que:}$$

O_i = número observado de indivíduos na i-ésima classe fenotípica;

E_i = número esperado de indivíduos na i-ésima classe fenotípica;

k = número de classes fenotípicas.

Através do programa GENES (CRUZ, 2006), quatro proporções fenotípicas teóricas foram testadas pelo qui-quadrado (χ^2): 3:1 (um gene dominante), 15:1 (dois genes

dominantes e independentes), 9:7 (dois genes dominantes complementares) e 13:3 (dois genes epistáticos, um dominante e um recessivo). Para conclusão da proporção fenotípica teórica, adotou-se o menor valor de qui-quadrado.

Para severidade realizou-se análise de variância com tratamentos regulares e não regulares (famílias com testemunhas intercalares). O modelo matemático empregado na análise de variância foi:

$$Y_{ij}: \mu + G_i + \epsilon_{ij} \text{ (testemunhas); e}$$

$$Y_i: \mu + G_i + \epsilon_i \text{ (famílias), sendo que:}$$

Y_{ij} : observação da i-ésima testemunha na j-ésima repetição;

μ : média das testemunhas;

G_i : efeito da i-ésima testemunha;

ϵ_{ij} : erro amostral associado a observação da i-ésima testemunha na j-ésima repetição;

Y_i : observação da i-ésima família;

μ : média das famílias;

G_i : efeito da i-ésima família;

ϵ_{ij} : erro amostral associado a observação da i-ésima família;

Através do teste de Hartley verificou-se que há homocedasticidade das variâncias, e que os resíduos apresentam distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, para a característica severidade, atendendo assim os pressupostos da análise de variância. Os dados de severidade foram submetidos à análise de variância, com prova de significância ou teste F, as diferenças entre médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com diferentes números de repetições, a 5% de probabilidade.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

AVALIAÇÃO DO BANCO DE GERMOPLASMA DE SOJA ALIMENTO DA UEL, PARA REAÇÃO À FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

Os resultados apresentados se baseiam na avaliação do tipo de lesão aos 35 dias após inoculação do patógeno. De acordo com Lapetura (2007) plantas jovens com lesões iniciais apresentam dificuldade de avaliação, uma vez que essas lesões apresentam tonalidade

muito clara e pode-se facilmente confundir lesões de resistência e suscetibilidade. Portanto, as avaliações realizadas a partir de 20 dias após inoculação dos esporos do fungo *P. pachyrhizi* permitem maior segurança para análise dos dados.

Entre os 139 acessos do banco de germoplasma avaliados, quatro apresentaram lesão do tipo red-brown (RB). Entretanto, alguns genótipos mostraram-se desuniformes, para reação a doença. As classes fenotípicas observadas são descritas a seguir: O genótipo GA54-Toffumame I, apresentou cinco plantas resistentes e uma suscetível. Já o GA62-Londrina IV, entre cinco plantas avaliadas todas se apresentaram como resistentes. Para o GA63-Londrina V, foram encontradas três plantas resistente e cinco suscetíveis. Das quatro plantas avaliadas para o GA110-Londrina 26, todas se mostraram como resistentes. Este resultado é esperado, pois como nesta população não houve seleção para ferrugem, as frequências genotípicas se mantêm ao longo das gerações de autofecundação, mantendo na população alelos que conferem resistência e suscetibilidade à ferrugem asiática da soja.

AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE PLANTAS S_0 RESISTENTES À FERRUGEM ASIÁTICA, COM TESTE DE PROGÊNIES $S_{0:1}$

Na tabela 4.2, é apresentado o número de plantas S_0 resistentes e suscetíveis encontradas em cada genótipo avaliado, e também o tipo de lesão, de acordo com a intensidade de esporulação das lesões. Para o teste de progênie as plantas selecionadas foram: GA54-Toffumame I (2 plantas RB4), GA62-Londrina IV (3 plantas RB3), GA63-Londrina V (5 plantas RB4), GA110-Londrina 26 (1 planta RB4) e GA54-Toffumame I x GA20-Araçatuba (2 plantas RB4). Na comparação desta avaliação com a descrita anterior, as mesmas proporções fenotípicas não foram encontradas. Este fato se deve a metodologia de classificação de lesões, erros podem ocorrer devido a dificuldade de classificação das lesões, entretanto, nas duas avaliações plantas resistentes foram encontradas.

Através do cruzamento entre o GA54-toffumame I x GA20-Araçatuba, pode-se confirmar que o pai GA54-toffumame I possui gene de resistência, pois a característica foi herdada pela sua progênie. O pai GA20-Araçatuba não foi incluído na avaliação das plantas S_0 , pois na avaliação do banco de germoplasma o mesmo mostrou-se como suscetível.

A reação de suscetibilidade (TAN) dos cultivares BRS 133, BRS 154, e da PI 200492 (gene *Rpp1*) e PI 462312 (gene *Rpp3*), e a reação de resistência (RB) da PI 230970 (gene *Rpp2*) e PI 459025B (*Rpp4*), são compatíveis com a predominância do isolado do Mato

Grosso. Segundo Hartwig (1986) o isolado de *P. pachyrhizi* Taiwan-72-1, quebrou a resistência na PI 200492 e PI 462312, portanto os genes Rpp1 e Rpp3 não são efetivos no controle da doença, apenas os genes Rpp2 (BROMFIELD; HARTWIG, 1980), Rpp4 (HARTWIG, 1986) e Rpp5 (GARCIA et al., 2008), conferem resistência à ferrugem asiática da soja.

Tabela 4.2 – Número de plantas S₀ apresentando lesão de resistência (RB) e de suscetibilidade (TAN) à ferrugem asiática da soja e tipo de lesão encontrada, aos 21 dias após inoculação.

Fontes	N	RB	TAN	Tipo de lesão
GA54-Toffumame I	16	2	14	RB4
GA62-Londrina IV	13	3	10	RB3
GA63-Londrina V	15	5	10	RB4
GA110-Londrina 26	16	1	15	RB4
(GA54-Toffumame I x GA20-Araçatuba)	16	2	14	RB4
PI 200492	16	0	16	TAN
PI 230970	16	16	0	RB1
PI 462312	15	0	15	TAN
PI 459025B	7	7	0	RB2
BRS 154	16	0	16	TAN
BRS 133	16	0	16	TAN

GA: Genótipo alimento; N: número total de plantas avaliadas; RB : Lesão red-brown; TAN: Lesão tanish.

TESTE DE PROGÊNIE: AVALIAÇÃO DAS PROGÊNIES S_{0:1} E SELEÇÃO DE PLANTAS RESISTENTES À FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

Os resultados apresentados se baseiam na avaliação aos 24 dias após a inoculação do patógeno. A análise de variância para severidade encontra-se na tabela 4.3. Não foi possível verificar diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as progênies, porém para as testemunhas houve diferença significativa ($p < 0,001$) para a característica analisada (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Análise de variância para severidade da doença na geração $S_{0:1}$ e nas testemunhas.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	
Famílias ($S_{0:1}$)	12	833.83	69.48	0.81 ^{ns}	
Testemunhas	5	2104.87	420.97	4.93**	
Erro	18	1534.75	85.26		
Medial geral	32.48	Média famílias ($S_{0:1}$)	30.84	Média testemunhas	33.37
CV (%) geral	28.42	CV (%) família ($S_{0:1}$)	29.93	CV (%) testemunhas	27.66

^{ns}: ** Não significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade respectivamente, pelo teste F.

Na tabela 4.4 são apresentadas as médias de severidade para as testemunhas e as progênies $S_{0:1}$, comparadas pelo teste Tukey. A testemunha PI 459025B e o genótipo GA110-Londrina 26 apresentaram severidade menor, que a da testemunha BRS 133 a 5% de probabilidade. Nos demais casos não há diferenças significativas.

Tabela 4.4 – Médias de severidade (%) para as testemunhas e a geração $S_{0:1}$, comparadas pelo teste de Tukey.

Fontes	Progênie	SEV (%)	Fontes	Progênie	SEV (%)
PI 200492	-	32,50 ab	GA62-Londrina IV ($S_{0:1}$)	1	33,33 ab
PI 230970	-	25,00 ab	GA62-Londrina IV ($S_{0:1}$)	2	30,00 ab
PI 462312	-	37,50 ab	GA62-Londrina IV ($S_{0:1}$)	3	18,33 ab
PI 459025B	-	18,25 b	GA63-Londrina V ($S_{0:1}$)	1	43,33 ab
BRS 154	-	42,00 ab	GA63-Londrina V ($S_{0:1}$)	2	33,33 ab
BRS 133	-	45,00 a	GA63-Londrina V ($S_{0:1}$)	3	38,33 ab
GA54-Toffumame I ($S_{0:1}$)	1	28,33 ab	GA63-Londrina V ($S_{0:1}$)	4	35,00 ab
GA54-Toffumame I ($S_{0:1}$)	2	40,00 ab	GA63-Londrina V ($S_{0:1}$)	5	31,67 ab
(GA54-Toffumame I x GA20-Araçatuba) ($S_{0:1}$)	1	20,00 ab	GA110-Londrina 26 ($S_{0:1}$)	1	16,00 b
(GA54-Toffumame I x GA20-Araçatuba) ($S_{0:1}$)	2	33,33 ab			

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 4.5 estão os resultados do tipo de lesão e proporção fenotípica teórica aceita pelo teste de qui-quadrado, avaliado nas testemunhas e progênies $S_{0:1}$. Para todas as linhas de progênies $S_{0:1}$, foram testadas as proporções de segregação de: 3:1, 9:7, 13:3, e 15:1, em todos os casos o fenótipo RB foi considerado para a primeira proporção (3RB: 1TAN). Porém na maioria dos casos como nenhuma das quatro hipóteses foram aceitas, a proporção foi invertida (1RB: 3TAN, 7RB: 9TAN, 3RB: 13TAN, 1RB: 15TAN), para testar a hipótese de que a resistência é controlada por gene em recessividade.

Tabela 4.5 – Segregação fenotípica da geração S_{0:1} para resistência à FAS, com proporção teórica (P>0,05) aceita pelo teste de qui-quadrado e valores de qui-quadrado (χ^2).

Fontes	Progênie	N ¹	RB ²	TAN ³	Tipo de lesão	Proporção teórica	χ^2	Probabilidade(%)
PI 200492		31	0	31	TAN	0:1	-	-
PI 230970		32	32	0	RB2	1:0	-	-
PI 462312		32	0	32	TAN	0:1	-	-
PI 459025B		27	27	0	RB2	1:0	-	-
BRS 154		31	31		TAN	0:1	-	-
BRS 133		29	29		TAN	0:1	-	-
GA54-Toffumame I (S _{0:1})	1	30	11	19	RB4	7:9	0,61 NS*	43,41
GA54-Toffumame I (S _{0:1})	2	36	7	29	RB4	3:13	0,01 NS	91,50
(GA54 x GA20) (S _{0:1})	1	15	0	15	TAN	0:1	-	-
(GA54 x GA20) (S _{0:1})	2	27	10	17	RB4	7:9	0,49	48,20
GA62-Londrina IV (S _{0:1})	1	24	6	18	RB4	1:3	-	100
GA62-Londrina IV (S _{0:1})	2	18	12	6	RB4	3:1	0,66 NS	41,42
GA62-Londrina IV (S _{0:1})	3	28	12	16	RB4	7:9	0,00 NS	92,41
GA63-Londrina V (S _{0:1})	1	24	9	15	RB4/RB2	7:9	0,38 NS	53,70
GA63-Londrina V (S _{0:1})	2	27	23	4	RB4	3:1	1,49 NS	22,16
GA63-Londrina V (S _{0:1})	3	29	15	14	RB4	9:7	0,24 NS	62,32
GA63-Londrina V (S _{0:1})	4	28	12	16	RB4	7:9	0,00 NS	92,41
GA63-Londrina V (S _{0:1})	5	28	12	16	RB4	7:9	0,00 NS	92,41
GA110-Londrina 26 (S _{0:1})	1	25	21	4	RB4/RB3	3:1	1,08 NS	29,87

GA: Genótipo alimento; N¹: Número de plantas; RB²: Red-brown; TAN³: Tanish; SEV⁴ (%): severidade da doença em porcentagem.

* NS: valor de qui-quadrado (χ^2) não significativo (p=0,05). O valor de qui-quadrado (χ^2) tabelado a 5% de probabilidade para um grau de liberdade é de 3,84 para todos os casos.

Novamente todas as PIs apresentaram o fenótipo esperado de acordo com a literatura. Somente PI 230970 apresentou lesão RB2 nesta avaliação, sendo que na anterior esta foi classificada como RB1, erros de classificação podem ocorrer devido à dificuldade na avaliação das lesões.

Para as duas progênies S_{0:1} do genótipo GA-54 toffumame I a seguinte proporção foi observada pelo teste de qui-quadrado: 7:9 e 3:13, cada linha de progênie revelou uma proporção fenotípica. Nos dois casos está ocorrendo interação gênica, ou seja, epistasia. No primeiro caso a epistasia é do tipo recessiva dupla RppX __ppX rppZ rppZ ou rppX rppX RppZ __ppZ, são necessários pelo menos dois alelos recessivos (r) em um mesmo loco gênico, para que a resistência se manifeste. No segundo caso temos uma epistasia do tipo recessiva, onde, RppX __ppX rppZ rppZ ou rppX rppX RppZ __ppZ, manifestam a

resistência. Neste caso a resistência é expressa pelo alelo dominante de um dos locos gênicos, entretanto, a forma alélica dominante do outro loco gênico inibe a expressão do caráter.

No cruzamento entre o GA54-toffumame I x Araçatuba, na progênie número 1 todas as plantas se mostraram suscetíveis. Na progênie de número 2 a proporção encontrada foi de 7:9, esse caso é um tipo de interação gênica epistática dupla recessiva. Onde os genes possíveis podem ser, $RppX _ppX rppZ rppZ$ ou $rppX rppX RppZ _ppZ$, esse resultado também pode ser observado em uma das progênies do pai resistente GA54-toffumame I.

Para o GA62-Londrina IV, temos as seguintes proporções teóricas: 1:3, 3:1 e 7:9, em nenhuma das progênies encontramos a mesma proporção fenotípica. Não é possível concluir o número de genes envolvidos na resistência à ferrugem presentes nesse genótipo.

Para o GA63-Londrina V as seguintes proporções foram encontradas: 7:9, 3:1, 9:7, 7:9 e 7:9, a proporção de 7:9 apresentou maior frequência entre as progênies, e também apresentaram probabilidade maior do que 3:1. A inversão da proporção de 7:9 nas linhas de progênie 1,4 e 5 para 9:7 na progênie 3, segundo Garcia et al. (2011) este fato pode ocorrer, caso o alelo dominante suscetível, estiver causando a inversão da dominância nesta linha de progênie.

O genótipo GA110-Londrina 26 apresentou proporção de 3:1, evidenciando que um gene maior com efeito de dominância confere resistência à ferrugem, mas os resultados não estão de acordo com o observado na avaliação de plantas S_0 , onde a proporção foi de 1:15.

Os efeitos epistáticos podem ser úteis no melhoramento da soja, mas deve atender-se ao tipo de epistasia que esta ocorrendo, para que os seus efeitos possam ser fixados. Somente linhagens com os alelos dominantes ou recessivos para cada loco, são úteis, pois os locos que apresentar heterozigose irão segregar, aparecendo na população indivíduos resistentes e suscetíveis. Características com efeitos epistáticos devem ser selecionadas em gerações avançadas, quando os locos estiverem em homozigose para o caráter de interesse.

A capitalização dos efeitos epistáticos pode aumentar a longevidade dos cultivares de soja resistente à FAS lançadas no mercado. A piramidação de genes maiores para determinado loco associados a genes de outros locos onde ocorre a interação gênica, irá dificultar a quebra da resistência pelo patógeno. Este tipo de resistência pode conferir maior estabilidade da resistência no hospedeiro à ferrugem, em virtude dos ataques do patógeno.

Os resultados obtidos sugerem evidências que dois genes recessivos com efeito epistático estão controlando a resistência a FAS, nos genótipos GA54-toffumame I e

GA63-Londrina V. Para os genótipos GA62-Londrina IV e GA110-Londrina 26, não há evidências do número de genes envolvidos no controle da resistência a FAS.

Será necessário realizar nova avaliação e seleção de genótipos até que não ocorra mais segregação nas gerações seguintes. Para conclusão sobre o número de genes envolvidos e qual o loco está presente no controlando da reação de resistência, o teste de alelismo deve ser empregado.

4.4 CONCLUSÃO

Os genótipos GA54-toffumame I, GA62-Londrina IV, GA63-Londrina V e GA110-Londrina 26 são resistentes à ferrugem asiática da soja.

Para os genótipos GA62-Londrina IV e GA110-Londrina 26, não foi possível concluir quantos genes estão conferindo resistência à ferrugem asiática da soja.

Nos genótipos GA54-toffumame I e GA63-Londrina V, há evidências que, dois genes recessivos com efeito epistático, estão controlando a resistência à ferrugem asiática da soja.

A capitalização dos efeitos epistáticos, no controle da resistência à ferrugem asiática da soja, poderá aumentar a longevidade dos cultivares lançados no mercado.

4.5 REFERÊNCIAS

ABIOVE, 2012. **Complexa Soja - Balanço Oferta / Demanda**. Disponível em: <http://www.abiove.com.br/balanco_br.html>. Acesso em: 18 jan. 2012.

BROMFIELD, K.R. **Soybean rust**. American Phytopathological Society, 1984. 65p. Monograph (American Phytopathological Society). Saint Paul. 1984.

BROMFIELD, K.R.; HARTWIG, E.E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. **Crop Science**, v.20, p.254-255, 1980.

CALVO, E. S.; KIIHL, R. A. S.; GARCIA, A.; HARADA, A.; HIROMOTO, D. M. Two major recessive soybean Genes conferring soybean rust resistance. **Crop Science**, Madison, v. 48, p. 1350-1354, jul./aug. 2008.

CRUZ, M. F. A.; SOUZA, G. A.; RODRIGUES, F. Á.; SEDIYAMA, C. S.; BARROS, E. G. Reação de genótipos de soja à infecção natural por ferrugem asiática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.2, p.215-218, fev. 2011.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 382p.

EMBRAPA SOJA, 2011. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa soja, 262 p. 2011.

EMBRAPA SOJA, 2012. Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Notícias soja: Termina vazão sanitário da soja no Paraná e no Mato Grosso**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/noticia/ver_noticia.php?cod_noticia=581&desl=31>. Acesso em: 18 jan. 2012.

GARCIA, A.; CALVO, E. S.; KIIHL, R. A. S.; SOUTO, E. R. Evidence of a Susceptible Allele Inverting the Dominance of Rust Resistance in Soybean **Crop Science**, Madison, v. 51, p. 32-34, jan. 2011.

GARCIA, A.; CALVO, E.S.; KIIHL, R.A.S; HARADA, A.; HIROMOTO, D.M.; VIEIRA, L.G.E. Molecular mapping of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) resistance genes: discovery of a novel locus and alleles. **Theoretical and Applied Genetics**, v.117, p.545-553, 2008.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic Scale for Assessment of Soybean Rust Severity. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, Jan./Fev., 2006.

GODOY, C.V. Manejo de doenças deve ocorrer de forma integrada. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 5, p. 93-95, jan./jun., 2006.

GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.7-101, 2004.

GUERRA, R.E. S.; MENDOZA, S. R.; CHANG, S.; HAUDENSHIELD, J. S.; PADMANABAN, A.; ZAS, S. R.; HARTMAN, G. L.; GHABRIAL, S. A.; KORBAN, S. S. Transcriptome analysis of resistant and susceptible genotypes of *Glycine tomentella* during *Phakopsora pachyrhizi* infection reveals novel rust resistance genes. **Theoretical and Applied Genetics**, v.120, p.1315-1333, 2010.

HARTMAN, G.L.; MILES, M.R.; FREDERICK, R.D. Breeding for resistance to soybean rust. **Plant Disease**, v.89, p.664-665, 2005.

HARTWIG, E.E. Identification of a fourth major gene conferring to rust in soybeans. **Crop Science**, v.26, p.1135-1136, 1986.

HARTWIG, E.E; BROMFIELD, K.R. Relationships among three genes conferring specific resistance to rust in soybeans. **Crop Science**, v.23, p.237-239, 1983.

KOGA, L. J.; CANTERI, M. G; CALVO, É. S.; UNFRIED, J. R.; GARCIA, A.; HARADA, A.; KIIHL, R. A. de S. Análise multivariada dos componentes da resistência à ferrugem asiática em genótipos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.10, p.1277-1286, out. 2008.

LAPERUTA, L. C. **Teste de alelismo para genes de resistência à ferrugem asiática da soja**. 2007. 95 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2007.

LEE, J. D.; YU, J. K.; HWANG, Y. H.; BLAKE S.; SO, Y. S.; LEE, G. J.; NGUYEN, H. T.; SHANNON, J. G. Genetic Diversity of Wild Soybean (*Glycine soja* Sieb. and Zucc.) Accessions from South Korea and Other Countries. **Crop Science**, Madison, v.48, p. 606-616, mar./abr. 2008.

LI, S. Reaction of Soybean Rust-Resistant Lines Identified in Paraguay to Mississippi Isolates of *Phakopsora pachyrhizi*. **Crop Science**, Madison, v.49, n.3, p. 887-894, may./jun. 2009.

MCLEAN, R.J.; BYTH, D.E. Inheritance of resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in soybeans. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.31, p.951-956, 1980.

MENDES, R. K.; FERREIRA, D. C. M; CARVALHAL, R. F.; PERONI, L. A.; STACH-MACHADO, D. R.; KUBOTA, L. T. Development of an Electrochemical Immunosensor for *Phakopsora pachyrhizi* Detection in the Early Diagnosis of Soybean Rust. **Journal of The Brazilian Chemical Society**, v. 20, n.4, p.795-801, 2009.

PIEROZZI, P. H. B. **Controle Genético da Resistência da Soja à Ferrugem Asiática: Avaliações de Severidade em Campo Experimental**. 2007. 142 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2007.

RESENDE, K. F. M.; SANTOS, F. M. C.; DIAS, M. A. D.; RAMALHO, M. A. P. Implication of the changing concept of genes on plant breeder's work. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.11, n.4, p. 345-351. 2011.

RIBEIRO, A. S.; TOLEDO, J. F. F.; RAMALHO, M. A. P. Selection strategies of segregant soybean populations for resistance to Asian rust. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1452-1459, nov. 2009.

RICHETTI, A.; ROESE, A. D. **Custo do controle químico da Ferrugem-asiática-da-Soja para a Safra 2010/11 controle**. Dourados: Embrapa Soja, 2011. 6p. (Embrapa Soja. Comunicado técnico, 161).

SCHNEIDER, K. T.; MORTEL, M. V.; BANCROFT, T. J.; BRAUN, E.; NETTLETON, D.; NELSON, R. T.; FREDERICK, R. D.; BAUM, T. J.; GRAHAM, M. A.; WHITHAM, S. A. Biphasic gene expression changes elicited by *Phakopsora pachyrhizi* in soybean correlates with fungal penetration and haustoria formation. **Plant Physiology**, preview, jul. 2011.

SILVA, J. V. C.; JULIATTI, F. C.; SILVA, J. R. V.; BARROS, F. C. Soybean cultivar performance in the presence of soybean asian rust, in relation to chemical control programs. **European Journal of Plant Pathology**, jun. 2011.

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G. L. Soybean rust. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (Ed.) **Compendium of soybean diseases**. 4 th ed. St. Paul: **American Phytopathological Society**, 1999.p.3-4.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. Soybean rust. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. St. Paul: American Phytopathological Society Press, 1999. p.25-26.

TUKAMUHABWA, P.; OLOKA, H. K.; SENGOOBA, T.; KABAYI, P. Yield stability of rust-resistant soybean lines at four mid-altitude tropical locations. *Euphytica*, mar. 2011.

UNFRIED, J. R. **Estratégias para seleção de linhagens experimentais de soja para tolerância à ferrugem e associações com outras doenças**. 2007. 221 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2007.

VASCONCELOS, E. A. R.; SANTANA, C. G.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SILVA, M. S.; MOREIRA, L. R. S.; NETO, O. B. O.; PRICE, D.; FITCHES, E.; FILHO, E. X. F.; MEHTA, A.; GATEHOUSE, J. A.; GROSSI-DE-SA, M. F. A new chitinase-like xylanase inhibitor protein (XIP) from coffee (*Coffea arabica*) affects Soybean Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi*) spore germination. **Biomedical Biotechnology**, v.11, n.14, p.1-14, feb. 2011.

YAMANAKA, N.; YAMAOKA, Y.; KATO, M.; LEMOS, N. G.; PASSIANOTTO, A. L. de L.; SANTOS, J. V.M. dos; BENITEZ, E. R.; ABDELNOOR, R. V.; SOARES, R. M.; SUENAGA, K. Development of classification criteria for resistance to soybean rust and differences in virulence among Japanese and Brazilian rust populations. **Tropical Plant Pathology**, v.35, n.3, p.153-162, 2010.

YANG, X.B.; TSCHANZ, A.T., DOWLER, W. M.; WANG, T.C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybean infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Phytopathology**, Hamburg, v.81, n.11, p.420-426, 1991.

YORINORI, J. T.; JUNIOR, J. N.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36p. (Embrapa Soja. Documentos, 247).

5 CONCLUSÕES GERAIS

Foi possível identificar linhagens de soja com bons desempenhos agronômicos, e adequadas ao consumo humano.

No banco de germoplasma de soja alimento da UEL, os genótipos GA54-toffumame I, GA62-Londrina IV, GA63-Londrina V e GA110-Londrina 26 são resistentes à ferrugem asiática. Verificou-se também que a interação gênica do tipo epistática, poder estar conferindo a resistência nesses genótipos.

A criação de cultivares de soja alimento resistente à ferrugem asiática, apresenta grande potencial para cultivo no sistema de produção orgânico.

REFERÊNCIAS

- ABIOVE, 2012. **Complexo Soja - Balanço Oferta / Demanda**. Disponível em: <http://www.abiove.com.br/balanco_br.html>. Acesso em: 18 jan. 2012.
- ANP, 2010. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Superintendência de Refino e Processamento de Gás Natural – SRP. **Boletim mensal de biodiesel Maio de 2010**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=25746&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1276830123937>>. Acesso em: 18 jun. 2010.
- AXEROLD, B.; CHEESEBROUGH, T. M.; LAAKSSO, S. Lipoxygenase from soybeans. **Methods Enzymology**, Oxford, v. 71, p. 441-451, 1981.
- AYAZ, S.; MOOT, D. J.; MCKENZIE, B. A.; HILL, G. D.; MCNEIL, D. L. The Use of a Principal Axis Model to Examine Individual Plant Harvest Index in Four Grain Legumes. **Annals of Botany**, Oxford, v. 94, n. 3, p. 385-392, sep. 2004.
- BARROS, J. G. A.; MORAES, R. M. A.; PIOVESAN, N. D.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Efeito do inibidor de protease kunitz sobre níveis de Lipoxigenases em sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1126-1132, jul./ago. 2008.
- BAYRAM, M.; KAYA, A.; ONER, M. D. Changes in properties of soaking water during production of soy-bulgur. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 61, n. 2, p. 221-230, feb. 2004.
- BILYEYU, K.; GILLMAN, J. D.; LEROY, A. R. Novel FAD3 mutant allele Combinations produce soybeans containing 1% linolenic acid in the seed oil. **Crop science**, Madison, v.51, n.1, jan./feb. 2011.
- BORN, H. (2006). **Edamame: Vegetable Soybean**. National Sustainable Agriculture Information Service. Disponível em: <<https://attra.ncat.org/attra-pub/summaries/summary.php?pub=28>>. Acesso em: 14 set. 2011.
- BRACCINI, A. L.; STÜLP, M.; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; RICCI, T. T. Agronomic traits and seed yield produced in the soybean-corn crop in succession cropping. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Máringa, v. 32, n. 4, p. 651-661, 2010.
- BURTON, J. W.; BROWNIE, C. Heterosis and Inbreeding Depression in Two Soybean Single Crosses. **Crop Science**, Madison, v. 46, n. 6, p. 2643-2648, nov.-dec. 2006.
- BYFIELD, G. E.; UPCHURCH, R. G.; Effect of Temperature on Microsomal Omega-3 Linoleate Desaturase Gene Expression and Linolenic Acid Content in Developing Soybean Seeds. **Crop science**, Madison, v.47, n.6, nov./dec. 2007.
- CARPENTER, D.; PANTALONE, V.; ALLEN, F.; DEYTON, D.; SAMS, C.; STEWART, A. Edamame vegetable soybean production in Tennessee. **Horticultural Science**, v.40, n.3, jun. 2006.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERHOW, M.; MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. C. N. Environmental and genetic variation of isoflavone content of soybean seeds grown in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1444-1451, nov. 2009.

CARRÃO-PANIZZI, M.C. **Valor nutritivo da soja e potencial de utilização na dieta brasileira**. Londrina : Embrapa-CNPSO, 1988. 13p. (Embrapa-CNPSO. Documentos, 29).

CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T.; MENDONÇA, J. L.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. C. Desempenho de quatro genótipos de soja-hortaliça em dois anos agrícolas. **Horticultura brasileira**, v. 27, n.2, abr./jun. 2009.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H.C.O.; VARGAS, P.F.; BRAZ, L.T.; CARRÃO-PANIZZI, M.C. Agronomic characteristics, isoflavone content and Kunitz trypsin inhibitor of vegetable soybean genotypes. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.2, p. 222-227, 2011.

CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R. ; VARGAS, P. F. ; BRAZ, L. T.; MENDONÇA, J. L. Desempenho de genótipos de soja-hortaliça de ciclo precoce [*Glycine max* (L.) Merrill] em diferentes densidades. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 630-634, mar./abr., 2008.

CHIARI, L.; NAOE, L. K.; PIOVESAN, N. D.; JOSÉ, I. C.; CRUZ, C. D.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Inheritance of isoflavone contents in soybean seeds. **Euphytica**, v.150, n.1-2, p.141-147, 2006.

CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; MANDARINO, J. M. G.; A. G. TARONE. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, set./out., 2006.

COSTA, M. M.; MAURO, A. O. D.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; MUNIZ, F. R. S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1095-1102, nov. 2004.

COVILLE, F. V. Soybean cheese. **Science**, Washington, v.70, n.1812, p. 282-283, sep. 1929.

DAROLT, M. R.; NETO, F. S. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica**.

Disponível em:

<http://www.prefiraorganicos.com.br/media/25128/sistema_de_plantio_direto_em_agricultura_organica.pdf> . Acesso em: 08 jun. 2010.

EDWARDS, J. T. ; PURCELL, L. C. Soybean Yield and Biomass Responses to Increasing Plant Population Among Diverse Maturity Groups: I. Agronomic Characteristics. **Crop Science**, Madison, v. 45, n. 5, p.1770-1777, sep. 2005.

EDWARDS, J. T. ; PURCELL, L. C.; KARCHER, D. E. Soybean Yield and Biomass Responses to Increasing Plant Population among Diverse Maturity Groups: II. Light Interception and Utilization. **Crop Science**, Madison, v. 45, n. 5, p.1778-1785, sep. 2005.

EMBRAPA SOJA, 2011. Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Soja na alimentação: sabor suave**. Disponível em:

<http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=10>. Acesso em: 14 set. 2011.

EMBRAPA SOJA, 2011a. Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Soja: diferentes usos grão**. Disponível em:

<http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=25&cod_pai=29>. Acesso em: 10 ago. 2011.

FARIA, A. P.; JÚNIOR, N. S. F.; DESTRO, D.; FARIA, R. T. Ganho Genético na Cultura da Soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.1, p. 71-78, jan./mar. 2007.

FASOULA, V. A.; BOERMA, H. R. Intra-Cultivar Variation for Seed Weight and Other Agronomic Traits within Three Elite Soybean Cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 1, p. 367-373, jan.-feb. 2007.

FAVONI, S. P. de G.; BELÉIA, A. D. P.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. C.; MANDARINO, J. M. G. ISOFLAVONAS EM PRODUTOS COMERCIAIS DE SOJA. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n.4, p.582-586, out./dez. 2004

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames : Iowa State University of Science and Technology, 1977. 12p. (Special Report, 80).

FILHO, O. L. M.; SEDIYAMA, C. S.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; MASSONI, G. A.; PIOVESAN, N. D. Grain yield and seed quality of soybean selected for high protein content. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.5, p.445-450, maio 2004.

GENOVESE, M.I.; HASSIMOTTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M. Isoflavone Profile and Antioxidant Activity of Brazilian Soybean Varieties. **Food Science and Technology International**, v.11, n.3, p.205-211, jun. 2005.

KITAMURA, K.; DAVIES, C. S.; KAIZUMA, N. Genetic analysis of a null-allele for lipoxygenase-3 in soybean seeds. **Crop Science**, Madison, v. 23, n. 5, p. 924-927, 1983.

LANDGRAF. Embrapa **Soja: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja**. Disponível em:

<<http://www.cnpso.embrapa.br/emdestaque/modelomateria.php?id=145>>. Acesso em: 10 ago. 2011.

LENIS, J. M.; GILLMAN, J. D.; LEE, J. D.; SHANNON, J. G.; BILYEU, K. D. Soybean seed lipoxygenase genes: molecular characterization and development of molecular marker assays. **Theoretical and Applied Genetics**, v.120, n.6, p.1139-1149, jan. 2010.

MARTINS, C. A. O.; SEDIYAMA, C. S.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; ROCHA, V. S.; OLIVEIRA, M. G. A. Efeito da eliminação genética das lipoxigenases das sementes sobre as características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1389-1398, out. 2002.

MARTINS, C. A. O.; SEDIYAMA, C. S.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; ROCHA, V. S.; OLIVEIRA, M. G. A. Características Agrônômicas de Genótipos de Soja Sem Lipoxigenases nas Sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.192-200, 2001.

MEDEIROS, A. G. **Parâmetros genéticos e potencial agrônômico de cruzamentos tipo adaptado x exótico em soja, com ênfase na reação à ferrugem asiática.** 2009. 158 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MENDONÇA, J. L.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.C. **Soja-verde: uma nova opção de consumo.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 8 p. (Comunicado técnico).

MENEGUCE, B.; FARIA, R. T.; DESTRO, D.; JÚNIOR, N. S. F.; FARIA, A. P. Interação genótipo x ano para tempo de cozimento e sua correlação com a massa e percentagem de embebição em soja tipo alimento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.26, n.4, p.463-476, out./dez. 2005.

NELSON, A. I.; WEI, S. L.; STEINBERG, M. P. Foods from whole soybeans. In: WORD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 2., 1979, Corbinn. **Proceedings Corbin:** Westview, 1979. p. 745-761.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja.** Londrina: Mecenaz, 2009. 314p.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja:** parte II. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 1996. 75p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: UFV, 1999. 817p.

SHU, X. O.; ZHENG, Y.; CAI, H.; GU, K.; CHEN, Z.; ZHENG, W.; LU, W.; Soy Food Intake and Breast Cancer Survival. **Journal of The American Medical Association**, v.302, n.22, p. 2437-2443, dec. 2009.

SILVA, J. B.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. C.; PRUDÊNCIO, S. H. Chemical and physical composition of grain-type and food-type soybean for food processing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.7, p.777-784, jul. 2009.

STEFANIAK, T. R.; HYTEN, D. L.; PANTALONE, V. R.; KLARER, A.; PFEIFFER, T. W. Soybean Cultivars Resulted from More Recombination Events Than Unselected Lines in the Same Population. **Crop Science**, Madison, v. 46, n. 1, p.43-51, jan./feb. 2006.

STOLL, M. E.; JUNIOR, W. T. S.; ZUTARA, M. S.; HU, J.; SUN, X. S. Genotype and Environment Effects on Adhesive Shear Strength in Soybean-Based Adhesives. **Crop Science**, Madison, v. 46, n.5, p.2008-2012, sep./oct. 2006.

TOLLEFSON, J. The Global Farm: With its plentiful sun, water and land, Brazil is quickly surpassing other countries in food production and exports. But can it continue to make agricultural gains without destroying the Amazon? **Nature**, Washington D.C., v.466, p.554-556, jul. 2010.

USDA, 2012. United States Department of Agriculture - National Agricultural Statistics Service. **Crop Production.** Disponível em: <http://quickstats.nass.usda.gov/results/05052925-4D7A-3194-8258-BE0136E4DDE8?pivot=short_desc>. Acesso em: 18 jan. 2012.

VERNETTI, F. J. **SOJA: Planta, Clima, Pragas, moléstias e invasoras.** Campinas: Fundação Cargil, 1983.

VERNETTI, F. J.; JUNIOR, F. J. V. **Genética da soja: caracteres qualitativos e diversidade genética.** Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2009. 221p.

VIANNA, G.R.; CUNHA, N.B.; MURAD, A.M.; RECH, E.L. Soybeans as bioreactors for biopharmaceuticals and industrial proteins. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v.10 n.3, p. 1733-1752, aug. 2011.

VILLEGAS, R.; GAO, Y.T.; YANG, G.; LI, H.L.; ELASY, T. A; ZHENG, W.; SHU, X. O. Legume and soy food intake and the incidence of type 2 diabetes in the Shanghai Women's Health Study. **American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v.87, n.1, p.1621-167, 2008.

VISSER, E. M.; FILHO, D. O.; MARTINS, M. A.; STEWARD, B. L. Bioethanol production potential from Brazilian biodiesel co-products. **Biomass and Bioenergy**, v.35, n. 1, p.489-494, jan. 2011.

WU, A. H.; YU, M.C.; TSENG, C.C.; PIKE, M.C. Epidemiology of soy exposures and breast cancer risk. **British Journal of Cancer**, United Kingdom, v.98, p.9-14, jan. 2008.

YAN, L.; SPITZNAGEL, E. L. Meta-analysis of soy food and risk of prostate cancer in men. **International Journal of Cancer**, v.117, n.4, p.667-669, nov. 2005.

YOKOMIZO, G. K.; DUARTE, J.B.; N. A. VELLO. Correlações fenotípicas entre tamanho de grãos e outros caracteres em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2235-2241, nov. 2000.

YOKOMIZO, G. K.; N. A. VELLO. Coeficiente de determinação genotípica e de diversidade genética em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2223-2228, nov. 2000.

ZHANG, X.; SHU, X. O.; GAO, Y.T.; YANG, G.; LI, Q.; LI, H.; JIN, F.; ZHENG, W. Soy Food Consumption Is Associated with Lower Risk of Coronary Heart Disease in Chinese Women. **The Journal of Nutrition**, v. 133, n.9, p.2874-2878, sep. 2003.

ZHANG, X.; SHU, X. O.; LI, H.; YANG, G.; LI, Q.; GAO, Y.T.; ZHENG, W. Prospective Cohort Study of Soy Food Consumption and Risk of Bone Fracture Among Postmenopausal Women. **Archives of International Medicine**, v.165, p.1890-1895, 2005.

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A – Características agrônômicas, químicas e reação a doenças, de algumas das linhagens utilizadas em cruzamentos do programa de soja alimento, da Universidade Estadual de Londrina.

Linhagem	Características agrônômicas e químicas									Reação a doenças						Fonte
	TC	GM	Ciclo (dias)	CF	CHi	CP	TP(%)	TO(%)	MCS(g)	Lipo x.	CH	MO	PRF	NC S	NG	
Araçatuba	SI	SI	154,2	r	M	C	39,67	19,95	21,32	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Destro et al. (2002).
BR 36	D	SI	136	b	M	C	40,29	21,45	19,35	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Destro et al. (2002).
BR 92-15360	D	SI	152,8	b	A	C	39,73	20,64	14,43	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Destro et al. (2002).
BRS 213	D	6.6	122	b	A	C	39,70	19,00	16,5	TN	R	R	S	S	R (Mi) e MR (Mj)	Embrapa (2009)
BRS 216	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	R	SI	S	S	MR (Mi) e MR (Mj)	Embrapa (2011)
BRS 257	D	6.7	122	b	Mc	C	41,30	22,60	14,4	TN	R	R	R	S	R (Mi) e MR (Mj)	Embrapa (2009)
BRS 258	D	7.1	128	b	Mc	C	41,70	23,70	16,0	SI	R	R	S	S	S	Embrapa (2009)
Fazenda progresso Natto	D	SI	160	r	Mc	C	40,62	19,91	23,74	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Destro et al. (2002).
	D	SI	106,3	r	A	C	40,31	18,50	15,05	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Destro et al. (2002).
Toffumane I	D	SI	108,8	r	A	C	39,45	19,59	23,41	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Destro et al. (2002).
Wilami	D	SI	99,7	r	A	M	41,16	17,63	25,36	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Destro et al. (2002).

TC: tipo de crescimento (D: Determinado); GM: grupo de maturação; CF: cor da flor (r: roxa e b: branca); CHi: cor do hilo (M: marrom, A: amarela e marrom clara); CP: cor da pubescência (C: cinza e M: marrom); TP: teor de proteína em porcentagem; TO: teor de óleo em porcentagem; MCS(g): massa de cem sementes em gramas; Lipo.: lipoxigenase (TN: triplo nulo); CH: cancro da haste; MO: mancha olho-de-rã; PRF: podridão radícula de fitóftora; NCS: nematóide de cisto da soja; NG: nematóide de galha (Mi: *Meloidogyne incognita* e Mj: *Meloidogyne javanica*); R: resistente, MR: moderadamente resistente, S: suscetível e SI: sem informação.

ANEXO B

ANEXO B – Linhagens de soja alimento da Universidade Estadual de Londrina, testados no ano agrícola de 2010/2011 com suas respectivas numerações e genealogia.

Linhagem	Genealogia
1	GA-45-Paranagoiana N
2	GA-131-Londrina 47-MSY 7221
3	GA-110-Londrina 26
4	GA-110-Londrina 26
5	GA-110-Londrina 26
6	GA-111-Londrina 27
7	GA-111-Londrina 27
8	GA-116-Londrina 32
9	GA-129-Londrina 45- MSY 7204
10	GA-130-Londrina 46-CD 215
11	GA-132-Londrina 48-BRS 2321
12	(Fazenda progresso x BRS 216)
13	(Araçatuba x BRS 155)
14	(BRS 216 x Wilami)
15	(BRS 216 x Wilami)
16	GA-115-Londrina 31
17	(54 x 72 F9:2)
18	(BR 92-15360 x Natto)
19	(Wilami x Fazenda progresso)
20	(Toffumane I x BRS 216)
21	(Alta produtividade x BRM 42660)
22	(Wilami x Alta produtividade)
23	Late giant tegumento amarelo
24 (testemunha)	BRS 257
25	(21 x 9 RC2F10)
26	(21 x 9 RC2F10)
27	(21 x 9 RC2F10)
28	(72 x 55)
29	(BR 92-15360 x Fazenda progresso RC2F9)
30	(Araçatuba x BRS 155)
31	(Araçatuba x BRS 155)
32	(Araçatuba x BRS 155)
33	(Wilami x Fazenda progresso)
34	(Toffumane I x Araçatuba)
35	(BRS 155 x BRS 213)
36	(BRS 155 x BRS 213)
37	(BRS 155 x BRS 213)
38	(BRS 155 x BRS 216)
39	(BRS 155 x BRS 216)
40	(BRS 213 x Fazenda progresso)
41	(BRS 213 x Fazenda progresso)
42	(BRS 213 x Araçatuba)
43	(BRS 213 x BRS 155)

44	(BRS 213 x BRS 155)
45	(BRS 216 x Fazenda progresso)
46	(BRS 216 x Fazenda progresso)
47	(BRS 216 x Fazenda progresso)
48	(BRS 216 x Wilami)
49	(BRM - 92660 x Alta produtividade)
50	(BRM - 92660 x Alta produtividade)
51	(BRM - 92660 x Alta produtividade)
52	(BRM - 92660 x Alta produtividade)
53	(BRM - 92660 x Alta produtividade)
54	(BRM - 92660 x Alta produtividade)
55	(BR 36 x BRS 258)
56	(BR 36 x MN 01-139011)
57	(BRS 213 x BR 36)
58	(BRS 216 x BRS 213)
59	(BRS 216 x BRS 258)
60	(BRS 216 x BRS 258)
61	(BRS 216 x BRS 258)
62	(BRS 257 x BRS 258)
63	(BRS 257 x BRS 258)
64	(BRS 257 x BRS 258)
65	(BRS 257 x BRS 258)
66	(BRS 257 x BRS 258)
67	(BRS 257 x MN 01-288.008)
68	(BR 36 x BRS 258)
69	(BR 36 x BRS 258)
70	(MN 0203 SP x BR 36)
71	Desconhecida
72 (testemunha)	NK-7059RR
73	(Araçatuba x BRS 155)

* GA; Genótipo alimento.