

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV

CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DA LINHAGEM DE SOJA UnB 1125 DE
TEGUMENTO PRETO COM GENÓTIPOS COMERCIAIS

ESTELA REIS DE ANDRADE

Brasília, DF
Julho de 2012

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DA LINHAGEM DE SOJA UnB 1125 DE
TEGUMENTO PRETO COM GENÓTIPOS COMERCIAIS

ESTELA REIS DE ANDRADE

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de graduação em Agronomia para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovado pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Everaldo Anastácio Pereira (Orientador) - UnB

Prof. Dr. Luiz Antônio Borgo (Co-orientador) - UnB

Prof. Dr. Marcelo Fagioli (Co-Orientador) - UnB

Prof. Carlos Roberto Spehar, PhD (Membro) - UnB

Brasília, 30 de julho de 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Andrade, Estela Reis de

Caracterização e comparação da linhagem de soja UnB 1125 de tegumento preto com genótipos comerciais. Orientação: Everaldo Anastácio Pereira, Brasília, 2012.

Monografia – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília, 2012

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE, E.R. Caracterização e comparação da linhagem de soja UnB 1125 de tegumento preto com genótipos comerciais. Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2012. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do autor: Estela Reis de Andrade

Título da monografia do curso de graduação: Caracterização e comparação da linhagem de soja UnB 1125 de tegumento preto com genótipos comerciais.

Grau: 3º

Ano: 2012

É cedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias dessa monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se ao direito de publicação e nenhuma parte dessa monografia pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

ESTELA REIS DE ANDRADE

*Ao meu amado Deus,
que em todo tempo me amou,
cuidou dos meus sonhos,
das minhas conquistas,
de tudo que é meu.*

Dedico.

*Aos meus pilares, Pedro e Ediene,
que não medem esforços para que
eu realize todos os meus sonhos.*

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço ao meu amado Deus. Simplesmente porque Ele é o que há de melhor em mim. Senhor, eu te agradeço por tudo, mas principalmente porque eu pude sentir o Teu amor a cada minuto dessa jornada. O Senhor é o motivo da minha alegria! Eu te amo!

À minha família... Ah! Eu agradeço pelos dias em que cada um disponibilizou tempo para mim. Para me ajudar a debulhar soja, não é Maria? Ou que me aguentou nervosa com um projeto que não andava. Pobre Luciana! Em especial, agradeço ao meu pai. Seria impossível descrever o que o senhor representa para mim e o quanto eu agradeço por todos os sonhos que abriu mão para que eu realizasse o meu sonho, se preocupando até em desenvolver um equipamento chave no projeto! Te amo! Mãe, querida! Obrigada por parar o trabalho tantas vezes para atender aos meus telefonemas e me acalmar, por ter ido inúmeras vezes na EB comigo, seu amor me emociona! Flávia, irmã! Você é o meu espelho e é você que me estimula a buscar o melhor. Essa realização também é sua.

Meus amigos... Fábio, Mari, Robertinha, Moíra, Diego! Obrigada, me aturar não é tarefa fácil. Jorge! Os seus conselhos me fizeram repensar situações e o seu carinho demonstrado em cada atitude me confortou! Buh, amiga... Obrigada por ser a melhor das amigas, por não medir palavras, por ser o meu braço forte. Eu te amo demais! Amanda, flor de amendoim! Obrigada por ter pensado esse projeto junto comigo! Luíza, mi florzita! Gracias por ser una hermana en todo tiempo...

Laboratório de Termobiologia... Aprendi a pesquisar aí! Foram dois anos tendo esse lugar como a minha segunda casa. Sarinha e Fabian: só consigo agradecer, agradecer e agradecer; vocês foram muito importantes na minha formação. LTG... Estiveram ao meu lado nesse último semestre, entendendo a minha ausência e, mais que isso, sempre acrescentando. Cris... Não tenho como agradecer por todo seu carinho e compreensão nas horas mais complicadas. Muito obrigada!

Aos professores e funcionários da FAV... Agradeço o empenho de cada um para formar uma agrônoma em mim. Destaco o prof. Marcelo Fagioli, que foi um grande colaborador, suas contribuições foram sempre muito valiosas e as suas ideias me encheram de entusiasmo. Prof. Luiz Antônio Borgo que aceitou me orientar na parte de análise de alimentos, me emprestou um pedaço da sua sala e o seu laboratório, me aturou, me deu forças e fez o melhor por mim! Andréia e Márcio: obrigada por me encherem de ideias, por se esforçarem para que eu entendesse de área completamente nova e por abraçarem esse projeto comigo. Prof. Carlos

Spehar... As suas palavras nunca mais serão esquecidas: “Vamos fazer da Estela uma melhorista... De soja!”. Prometo que farei tudo para honrá-las!

Prof. Everaldo... Meu orientador e amigo. Foram muitas as vezes que estivemos juntos tentando desvendar enigmas e contornar problemas. As suas ideias, sempre tão ricas, aprimoraram meu trabalho, ajustaram pontos de vista, lapidaram arestas. Não consigo te agradecer por tudo. Palavras jamais serão suficientes para dizer o que você representa para mim, mas eu creio que nesses dois anos e meio de amizade, companherismo e trabalho, as atitudes demonstraram, não é? Olha o resultado aqui! Foi você que me ganhou para o melhoramento e por você que quero me esforçar para ser a “melhor melhorista”. De soja e de campo. Sinto-me orgulhosa por ter sido sua estudante, monitora e orientada. Carpe diem!

A todas as outras pessoas que de alguma forma contribuíram,
Meu muito obrigada!

“La utopía está en el horizonte y yo sé muy bien que nunca la alcanzaré,
que si yo camino diez pasos, ella se alejará diez pasos.
Ella se va alejando a la medida que yo me acerco.
La utopía sirve para eso, para hacerme caminar.”

Fernando Birri

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	2
2.1 Objetivo geral	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Caracterização botânica, morfológica e fenológica de soja.....	3
3.2 Composição centesimal de grãos e brotos de soja.....	5
3.3 Qualidade da semente de soja.....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4.1 Material vegetal.....	9
4.2 Caracterização botânica, morfológica e fenológica de soja.....	9
4.3 Composição centesimal de grãos e brotos de soja.....	11
4.4 Qualidade da semente de soja.....	12
4.5 Análise estatística.....	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5.1 Caracterização botânica, morfológica e fenológica de soja.....	16
5.2 Composição centesimal de grãos e brotos de soja.....	18
5.3 Qualidade da semente de soja.....	21
6 CONCLUSÕES.....	27
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Temperaturas máxima, média e mínima e pluviosidade, em Brasília, Distrito Federal, de janeiro a março de 2012	10
Figura 2.	Brotos da cultivar P98C81 (P) e da linhagem UnB 1125 (U)	11
Figura 3.	Teste de embebição de sementes de soja	13
Figura 4.	Pêndulo para teste de resistência de sementes de soja à danificação mecânica	14
Figura 5.	Categorias do Índice de Resistência visual (IRv)	14
Figura 6.	Amostras de tegumento de soja sob refluxo	15
Figura 7.	Região da parte aérea (A) e parte radicular (R) da plântula de soja	15
Figura 8.	Características morfológicas da semente e da vagem da linhagem de soja UnB 1125 ...	16
Figura 9.	Relação entre a coloração da semente e o número de dias após a floração	17
Figura 10.	Características morfológicas da planta da linhagem de soja UnB 1125	17
Figura 11.	Rompimento do tegumento da semente da linhagem UnB 1125 durante o processo de embebição	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Estádios fenológicos da cultura da soja	4
Tabela 2.	Denominação e características agronômicas dos genótipos utilizados	9
Tabela 3.	Características morfológicas da linhagem de soja UnB 1125 de tegumento preto	16
Tabela 4.	Data de florescimento (início e fim) e de colheita, e altura da planta da linhagem de soja UnB 1125 em intervalos semanais e fotoperíodo ambiental observado em R1	17
Tabela 5.	Média da composição centesimal de grãos de diferentes genótipos de soja	19
Tabela 6.	Comparativo da média da composição centesimal de grãos e brotos de soja	20
Tabela 7.	Teor de cinzas presente no tegumento e nos cotilédones da linhagem de soja UnB 1125..	21
Tabela 8.	Avaliação do potencial de germinação de diferentes genótipos de soja	22
Tabela 9.	Análise comparativa da qualidade fisiológica de sementes de diferentes genótipos de soja ..	22
Tabela 10.	Porcentagem de embebição de sementes de genótipos de soja em diferentes tempos	23
Tabela 11.	Conteúdo de lignina no tegumento de sementes de soja	24
Tabela 12.	Avaliação visual do dano mecânico em sementes de soja de diferentes genótipos submetidas ao Teste do Pêndulo e avaliadas pelo Teste do hipoclorito de sódio	25

RESUMO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma espécie de grande importância mundial, sendo que Brasil ocupa a segunda colocação no ranking dos maiores produtores. A produção em larga escala deve-se especialmente à versatilidade da soja quanto aos seus usos: como grão, ou processado como farelo e óleo. Baseado na demanda por soja tem-se intensificado os trabalhos de melhoramento genético. Na busca por materiais potenciais que possam suprir a demanda por características desejáveis, a soja de tegumento preto pode ser uma alternativa viável, tanto como matéria-prima para a indústria de óleo quanto como alimento de consumo *in natura* ou processado. O objetivo dessa pesquisa foi caracterizar e comparar a linhagem de soja de tegumento preto, UnB 1125, dando ênfase à morfologia, fenologia e às análises – nutricional e de qualidade de semente. Para isso, a linhagem UnB 1125 teve seus aspectos botânicos, morfológicos e fenológicos caracterizados. Ademais, a composição centesimal da linhagem UnB 1125 foi determinada e comparada com todas as cultivares comerciais e com grãos da marca comercial Campobelo[®] para consumo humano. Brotos de UnB 1125 foram produzidos e avaliados em comparação com brotos de P98C81. No âmbito de qualidade de sementes, a linhagem UnB 1125 foi comparada com as cultivares comerciais a partir de sete testes. Os resultados mostraram que a linhagem de soja preta UnB 1125 é de maturação tardia, com ciclo total médio de 128 dias e 67 dias entre a emergência e a floração. O fotoperíodo crítico é de aproximadamente 12h50. Nutricionalmente, observou-se que os grãos possuem baixo teor de óleo – característica observada também em cultivares destinadas à alimentação humana e possui maior teor de cinzas. Os grãos germinados não apresentaram diferenças significativas em relação à grãos germinados da cultivar P98C81 de soja com tegumento amarelo. A linhagem de soja UnB 1125 se destaca por possuir alto conteúdo de lignina no tegumento e, por isso, ser mais resistente aos danos mecânicos, podendo ser utilizada como material doador em programas de melhoramento.

1. INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma espécie de grande importância, tendo como centro de origem o continente asiático. É o cultivo majoritário nos Estados Unidos, Brasil, China e Argentina, e importante em muitos outros países (ORF, 2010). No Brasil, que atualmente ocupa a segunda colocação no ranking dos maiores produtores e exportadores de soja, foram cultivados 24,76 milhões de hectares na safra 2011/2012, que produziram 69,23 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2012; USDA, 2012).

A produção em larga escala deve-se especialmente à versatilidade da soja quanto aos seus usos: como grão, ou processado como farelo e óleo. O grão, em relação ao seu peso, possui teores de óleo em torno de 20% e de proteína em torno de 40% (ŽILIC et al., 2009). Por ter elevado teor de proteína de alta qualidade e ser fonte de aminoácidos essenciais, ela é considerada um alimento completo para a alimentação, tanto animal quanto humana (TOLEDO et al., 2007).

Baseado na demanda por soja, que é crescente, tem-se intensificado os trabalhos de melhoramento genético. Busca-se o desenvolvimento de novas cultivares que produzam mais e/ou que sejam resistentes às moléstias de maior importância na cultura, além de se adaptarem às mais diversas condições edafoclimáticas. O sucesso de um programa de melhoramento genético depende, em especial, da existência de diversidade genética que garante ganhos por seleção (ALLARD, 1971). Entretanto, a maioria das cultivares disponíveis atualmente apresenta base genética estreita, ou seja, foram originadas de poucos ancestrais (ROSSINI et al., 1995).

Na busca por materiais potenciais que possam suprir a demanda por características desejáveis, a soja de tegumento preto pode ser uma alternativa viável, tanto como matéria-prima para a indústria de óleo quanto como alimento de consumo *in natura* ou processado. Várias características e potencialidades dessa soja podem ser exploradas (OLIVEIRA et al., 2010).

No âmbito de qualidade de semente verifica-se que a coloração escura do tegumento está relacionada à permeabilidade, conferindo à semente maior resistência a danos por percevejos e maior tolerância a deterioração no campo (ALVAREZ, 1997). Quanto à qualidade nutricional, são relatadas diversas vantagens provenientes da ingestão da soja preta, principalmente uma elevada capacidade antioxidativa, que reduz os danos ocorridos no corpo humano, especialmente quando comparada à soja de tegumento amarelo (SHIH et al., 2009).

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar e comparar a linhagem de soja de tegumento preto – linhagem UnB 1125, dando ênfase à morfologia, fenologia e às análises nutricional e de qualidade de semente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I. Avaliar a influência do fotoperíodo no ciclo fenológico da linhagem UnB 1125 e caracterizá-la morfológica e agronomicamente.

II. Avaliar as características da semente da linhagem UnB 1125 com potencial para utilização em programas de melhoramento, comparando-a com seis genótipos comerciais de soja com tegumento amarelo.

III. Analisar comparativamente a composição físico-química de grãos da linhagem UnB 1125 com seis genótipos comerciais de soja de tegumento amarelo e com grãos da marca Campobelo[®] comercializados para alimentação humana. Ademais, também foi realizada análise comparativa de brotos produzidos com linhagem UnB 1125 e P98C81.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA, MORFOLÓGICA E FENOLÓGICA DE SOJA

A Soja (*Glycine max* (L.) Merrill), pertence ao gênero *Glycine*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae* e tribo *Phaseoleae*. Evidências históricas e geográficas indicam que a soja surgiu como espécie domesticada na China (HYMOWITZ, 1990). No Brasil, o primeiro cultivo foi registrado na Bahia, em 1882, por Gustavo Dutra, sendo logo depois alvo de estudos do Instituto Agrônomo de Campinas. Naquela época, o interesse era a utilização como forrageira e o seu uso como grão só foi iniciado em 1941 no Rio Grande do Sul (ROCHA, 2009).

É uma planta anual, ereta, autógama, que apresenta variabilidade quanto às suas características morfológicas, podendo ser influenciada por diversas condições ambientais. A estatura varia de 30 a 200 cm, podendo apresentar ramificações. O seu ciclo (número de dias da emergência até a maturação) varia de 70 (para as cultivares mais precoces) a 200 dias (para as mais tardias) (BORÉM, 1999a).

O sistema radicular é pivotante, com uma raiz principal e ramificações laterais profusas com habilidade de estabelecer simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio. O caule apresenta pilosidade, é ereto, frequentemente ramificado, com altura entre 30 e 200 cm e pode apresentar crescimento indeterminado, semi-determinado ou determinado. As folhas primárias são unifolioladas e opostas, sendo que as demais são trifolioladas, alternas e com pecíolos sulcados. As flores são zigomórficas, em número de 5 a 8, e nascem em racemos axilares, podendo apresentar cor branca, rósea ou violácea. A flor da soja é autofecundada anteriormente à antese (BORÉM, 1999b). Os frutos são vagens oblongas e pendentes, pubescentes e com 25 a 75 mm de comprimento. Em estado de maturação, podem apresentar cor palha, de oliva, marrom clara ou preta. Contém de 1 a 5 sementes redondas e um pouco aplanadas, que podem ser de cor verde, creme, palha, marrom ou preta (MÜLLER, 1981).

De acordo com Neumaier, Nepomuceno e Farias (2000), o ciclo da soja é dividido em estádios de desenvolvimento, vegetativo e reprodutivo. Os estádios vegetativos são designados pela letra V e os reprodutivos pela letra R. Com exceção dos eventos de emergência e abertura dos cotilédones, as letras V e R são seguidas de números que identificam estádios específicos. Os estádios V compreendem os eventos ocorridos desde a emergência da plântula até a emissão do último trifólio antes da abertura da primeira flor. Por

sua vez, os estádios R compreendem os eventos ocorridos desde a abertura da primeira flor até a maturação completa das vagens (Tabela 1).

Tabela 1- Estádios fenológicos da cultura da soja

Evento	Descrição
S	Semeadura
VE	Emergência dos cotilédones
VC	Abertura e expansão completa dos cotilédones
V1	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas
V2	Primeiro trifólio completamente desenvolvido
V3	Segundo trifólio completamente desenvolvido
V4	Terceiro trifólio completamente desenvolvido
V5	Quarto trifólio completamente desenvolvido
V6	Quinto trifólio completamente desenvolvido
Vn	Enésimo trifólio completamente desenvolvido
R1	Primeira flor completamente aberta
R2	95% das flores completamente abertas
R3	Início da formação das vagens
R4	Formação completa das vagens
R5	Início do enchimento dos grãos
R6	Grãos completamente cheios
R7	Início da maturação – maturação fisiológica
R8	Maturação completa a campo – 95% das vagens maduras
C	Colheita

Fonte: Adaptado de Fehr e Caviness (1977) citado por Neumaier, Nepomuceno e Farias (2000).

O ciclo vegetal é afetado por vários fatores, sendo que os climáticos são os que mais alteram o desenvolvimento. Dentre esses, a disponibilidade hídrica, a temperatura e o fotoperíodo são os mais importantes por provocarem alterações qualitativas no ciclo da soja (RODRIGUES et al., 2001). O fotoperíodo determina a indução ao florescimento e a temperatura o modela. Em condições de temperatura elevada, a soja pode adiantar o seu florescimento. Quanto ao fotoperíodo, ela é considerada uma planta de dias curtos – com resposta quantitativa e não absoluta, ou seja, o florescimento ocorre mesmo com condições de dia longo, tornando-se mais rápido à medida que os dias se tornam mais curtos. Vale ressaltar que essa característica varia de cultivar para cultivar (FARIAS, NEUMAIER e NEPOMUCENO, 2000).

Dada a influência dos fatores climáticos e do fotoperíodo no ciclo da soja, é importante determinar a duração do período que compreende a emergência até a floração visando o melhor manejo da cultura e, ainda, mensurar a produção de matéria seca que posteriormente determinará a produção de grãos. A altura da planta e da primeira vagem são outros importantes parâmetros, dada a sua estreita relação com fatores como suscetibilidade ao acamamento, eficiência da colheita e a produtividade (ROCHA, 2009). Para Costa (1996), citado por Pires et al. (2005), um ideótipo desejável da planta de soja deve ter estatura superior a 65 cm e inserção de primeira vagem superior a 10 cm.

A produção de grãos de uma planta depende de diversas características como o número de vagens e o peso de 100 grãos. Segundo Mauad et al. (2010), o número de vagens é determinado pelo balanço entre as flores por planta e a proporção dessas que se desenvolvem até a vagem. Os mesmos autores afirmam que maiores densidades de plantio podem reduzir o número de vagens, visto que nessa condição, as plantas ramificam menos.

3.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE GRÃOS E BROTOS DE SOJA

Os grãos de soja possuem muita versatilidade quanto ao uso. Seus produtos e subprodutos são muito utilizados pela agroindústria, indústria química, de alimentos e de biocombustíveis. A maior utilização de subprodutos derivados do esmagamento da soja é como óleo refinado utilizado na culinária em geral, e como farelo, utilizado no arraçamento de aves e suínos. Entretanto, em menor escala, a soja entra na composição de vários produtos destinados à alimentação humana. De forma aromatizada ou não, é transformada em embutidos, empanados, hambúrgueres e sucos, popularizando-se como substituto de lácteos para pessoas que apresentam intolerância à lactose (EMBRAPA SOJA, 2007; SILVA et al., 2006; BOATTO et al., 2010).

Em função da sua utilização, a soja pode ser classificada em dois grupos: tipo grão e tipo alimento. A soja tipo grão apresenta sementes de tamanho médio, com o peso de 100 grãos entre 12 e 19 gramas e atende à indústria de óleo e farelo. A soja tipo alimento pode apresentar peso de 100 grãos menor que 10 gramas, sendo consumida como broto ou natto; ou superior a 20, que é destinada ao consumo direto como hortaliça (OLIVEIRA et al., 2010).

Uma das características mais importantes desse grão é o alto teor de proteína, especialmente rica em aminoácidos essenciais, incluindo lisina, triptofano, apesar do baixo teor de metionina, encontrada nos cereais, como trigo e arroz. Contém aproximadamente 20% de lipídio e é considerada a segunda melhor leguminosa em qualidade de lipídio. Ademais, a

soja é composta por aproximadamente 5,4% de cinzas, dos quais há uma parte considerável de ferro, potássio e magnésio; 2,3% de fibra e 32,4% de carboidratos (KIM et al., 2006; ŽILIC et al., 2009; DESTRO et al., 2002).

Na Ásia, é comum sua utilização na alimentação humana, sendo os produtos derivados muito diversificados: edamame (grãos verdes consumidos como hortaliça), broto, leite (extrato hidrossolúvel), shoyu (molho), natto (grãos moles fermentados cobertos por polímero viscoso, pegajoso e com aroma distinto) ou tofu. Para o consumidor ocidental, entretanto, os produtos originários da soja tipo grão não possuem boa aceitação devido ao seu sabor característico conhecido como “beany flavor” e considerado desagradável. Esse sabor, adstringente, é causado pela ação das lipoxigenases, isoenzimas presentes nos grãos da soja que catalisam a oxidação de ácidos graxos poli-insaturados (MARTINS, 2001).

O consumo da soja como broto é muito antigo, tendo registros de 1421, época em que os chineses, durante longas viagens, germinavam grãos de soja dentro das embarcações para suprir a deficiência de vitaminas, especialmente da “C”, relacionada com a ocorrência de escorbuto (MENZEIS (2002) citado por BURSSSENS et al., 2011). Para Kumar et al. (1993) a germinação é a forma mais simples e econômica de melhorar o valor nutricional de grãos, além de ser uma alternativa para reduzir os fatores antinutricionais e melhorar a digestibilidade.

Vários autores relatam mudanças significativas na composição centesimal em grãos de soja por ocorrência da germinação, dentre elas se destacam o aumento do teor de proteína (RAMADAN, 2012), vitaminas e minerais (MARTINEZ, 2011), fibras (RUZYDI, 2011) além da redução do teor de óleo (FARZANA et al., 2011) e de fatores antinutricionais (RIBEIRO et al., 1999). Para Shin (1997), os brotos de soja apresentam diversas características nutricionais vantajosas, tais como baixo valor calórico, menor quantidade de ácidos graxos saturados e elevado teor de fibra alimentar.

Para os coreanos, o broto de soja é utilizado como hortaliça, sendo preparado como sopa, cozido com arroz ou consumido em saladas. Os chineses, que utilizam grãos de soja com tegumento preto para fazer brotos, relatam poder medicinal maior que os grãos amarelos (SHURTLEFF; AOYAJI, 2007). Lin e Lai (2005) concordando com Ming-wei e Bao-jiang (2001), concluíram que sementes com tegumento de coloração escura possuem elevados teores de compostos fenólicos e flavonoides e, por isso, possuem capacidade antioxidante alta. Observaram também que esses teores reduzem logo que a semente começa a germinar, e em seguida, se elevam e alcançam altos valores nos brotos.

A soja preta apresenta alto teor de antocianina no tegumento e por isso apresenta coloração diferente do tegumento de cultivares usualmente comercializadas no Brasil. Mingwei e Bao-jiang (2001) afirmaram que grãos com coloração escura possuem, geralmente, composição nutricional mais rica e são mais balanceados. Para os autores, a soja preta possui teor de flavonoides cinco a sete vezes mais alto que a soja amarela.

3.3 QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA

A semente é, em primeiro lugar, um veículo de transmissão de tecnologias e, principalmente, de ganhos genéticos resultantes de um programa de melhoramento, independente dele ser clássico ou de engenharia genética (SANTOS et al., 2007). Sendo assim, a obtenção de grandes produtividades de uma lavoura de soja está intimamente ligada à qualidade da semente que é utilizada. O uso de sementes de baixo vigor pode comprometer totalmente a produção ou aumentar os custos da lavoura, causando prejuízos ao produtor (HENNING, 2007).

Após a maturidade fisiológica, as sementes de soja sofrem um processo contínuo e irreversível de deterioração ou envelhecimento. A campo, os principais aspectos a serem observados são a perda da germinação e o vigor. Sementes de alta qualidade dão origem a plântulas vigorosas, bem desenvolvidas e com condições para se desenvolverem nas mais diversas condições edafoclimáticas. Ademais, testes de vigor devem ser realizados no intuito de detectar e monitorar as alterações degenerativas provenientes do processo natural de envelhecimento da semente (CUSTÓDIO, 2005; KRZYŻANOWSKI et al., 2008a).

No que concerne à constituição, a semente de soja possui basicamente três partes: embrião, cotilédones e tegumento. A casca ou tegumento é uma cobertura que atua especialmente como modulador das interações entre a parte interna da semente e o meio externo, além de proteger suas partes vitais. Algumas de suas funções são: manter os cotilédones unidos, proteger a semente de agentes externos (de natureza climática, biótica, mecânica e/ou química), regular trocas gasosas e de água com o ambiente e regular a germinação, interferindo nos mecanismos de dormência (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo França Neto e Henning (1984), a semente de soja apresenta tegumento pouco espesso, que oferece pouca proteção ao embrião tornando-a muito susceptível aos danos por umidade e mecânicos. Esses últimos são a maior causa da deterioração durante o armazenamento, haja vista que tegumentos danificados ou quebrados facilitam o acesso de patógenos para o interior da semente (SHELAR, 2008).

A presença de lignina, portanto, é essencial por proporcionar maior resistência, além de manter a integridade da parede celular (MARCOS FILHO, 2005). Braccini et al. (1994) confirmaram o proposto quando, estudando genótipos de soja, encontraram os melhores resultados de vigor e germinação com as sementes portadoras de tegumento impermeável.

Alguns trabalhos sugerem correlação entre a coloração do tegumento e a qualidade de sementes. Mertz et al. (2009) avaliaram a qualidade fisiológica dos genótipos de soja CD – 202 (tegumento amarelo) e TP (tegumento preto). As sementes de tegumento preto mostraram-se superiores e mais tolerantes à deterioração. Santos et al. (2007) avaliaram a qualidade fisiológica de mutantes naturais quanto à cor das cultivares Embrapa 48 e BRS 133 e encontraram que a coloração do tegumento afeta positivamente a qualidade da semente devido à menor velocidade de embebição e à maior concentração de lignina e proteína.

Sendo assim, tem-se verificado especial atenção nos programas de melhoramento para o teor de lignina no tegumento da semente, visando a melhoria das qualidades física e fisiológica, em especial maior tolerância à deterioração no campo (COSTA et al., 2001). Entretanto, para que um programa de melhoramento seja realizado é necessário que haja genótipos que apresentem a característica desejada e que sejam doadores do alelos de interesse assegurando ganho genético (VIEIRA et al., 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento e acompanhamento vegetal deu-se na Estação Experimental de Biologia - UnB (15°44'10" S 47°53'0" W) entre setembro de 2011 e julho de 2012. As análises da composição físico-química de grãos e brotos foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos - UnB, e as análises da qualidade de semente, nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Análise de Alimentos - UnB, entre fevereiro e julho de 2012.

4.1 MATERIAL VEGETAL

Os genótipos utilizados foram produzidos na Estação Experimental de Biologia. Como as sementes apresentavam variação quanto à dimensão, foi realizada a separação em peneiras granulométricas de forma que sementes de mesma dimensão foram utilizadas em todos os testes (Tabela 2). Todos os materiais ficaram armazenados em condição ambiente.

Tabela 2. Denominação e características agronômicas dos genótipos utilizados.

Genótipo	Característica	Cor		Ciclo em DAE ¹	Grupo de Maturação	Peneira (mm)
		Flor	Tegumento			
P98Y51	Transgênica	Branca	Amarela	125-130	8.5	4,75
P98N71	Convencional	Branca	Amarela	120-125	8.7	4,75
P98C81	Convencional	Púrpura	Amarela	132-138	8.8	4,75
Emgopa 313 (Anhanguera)	Convencional	Branca	Amarela	>140	9.0	4,75
MG/BR 46 (Conquista)	Convencional	Púrpura	Amarela	128-130	8.1	5,6
TMG 801 (Inox [®])	Convencional	Púrpura	Amarela	122	8.2	5,6
Linhagem UnB 1125*	Convencional	-	Preta	-	-	4,75

Fonte: Registro Nacional de Cultivares – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

¹ DAE: Ciclo em dias após a emergência

*Sob análise

4.2 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA, MORFOLÓGICA E FENOLÓGICA DE SOJA

A linhagem UnB 1125 teve seus aspectos botânicos, morfológicos e fenológicos caracterizados. O preparo do solo, a adubação e a irrigação foram realizados conforme recomendações para a cultura da soja (EMBRAPA, 2011). Não foram utilizados inoculantes nem tampouco tratamentos fitossanitários. Cinco características agronômicas da linhagem UnB 1125 foram analisadas, sendo elas:

- a. **Peso de 100 sementes:** conforme Brasil (2009), as sementes foram separadas em oito grupos de 100 e pesadas em balança de precisão (0,01), sendo a média dos resultados expressa em gramas.

- b. Cor do hipocótilo:** foram semeadas 50 unidades de cada genótipo em areia e colocadas em condição de casa de vegetação. Sete dias após a emergência (VE), foi verificada visualmente a cor do hipocótilo das plântulas.
- c. Características fenológicas:** foram conduzidos ensaios com a linhagem UnB 1125 em cinco épocas de semeadura distintas (11, 18 e 25/11 e 1 e 8/12/2011) no ano agrícola 2011/2012. A duração da emergência até o florescimento e da emergência até a maturação foram observadas diariamente, do primeiro evento (emergência) até o último evento (florescimento ou maturação). A determinação dos eventos obedeceu ao proposto por Fehr e Caviness (1977) citado por Neumaier et al. (2000). Os dados climáticos (temperatura máxima, média e mínima e pluviosidade no período do florescimento se encontram na Figura 1).

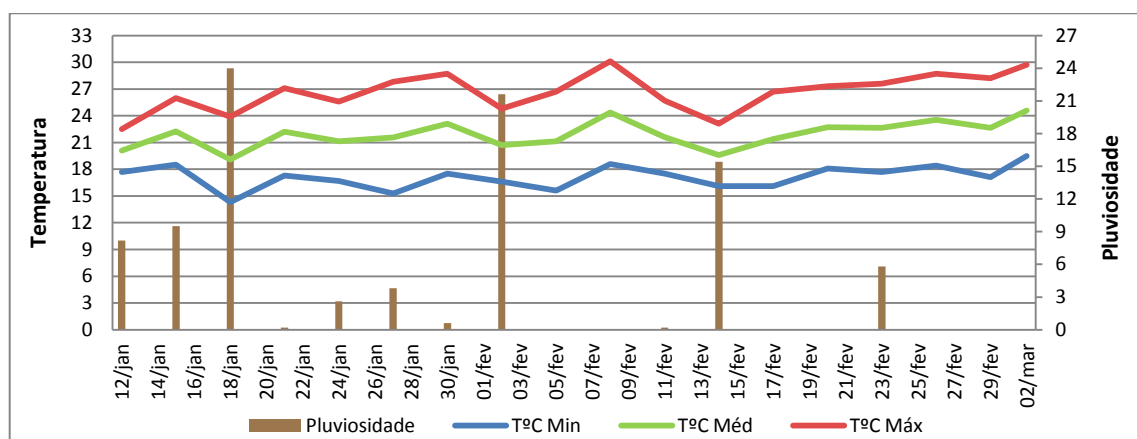


Figura 1. Temperaturas máxima, média e mínima e pluviosidade, em Brasília, Distrito Federal, de janeiro à março de 2012 (Fonte: Agritempo – Embrapa)

- d. Altura total da planta:** foram tomadas medidas em centímetros, a partir superfície do solo até o ponto mais alto da planta, de forma aleatória, após atingirem o estágio R1.
- e. Observações visuais:** as características – hábito de crescimento, cor da flor, da pubescência, da vagem, do tegumento e do hilo da semente foram observadas durante o ciclo de produção, em uma amostra de 50 plantas. Além disso, foi realizada observação da coloração da semente da linhagem UnB 1125 a partir do estágio R6 até R8 a cada 10 dias em vagem colhida aleatoriamente.

4.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE GRÃOS E BROTOS DE SOJA

A composição centesimal da linhagem UnB 1125 foi determinada e comparada com todas as cultivares comerciais e com grãos da marca comercial Campobelo[®] para consumo

humano. Além disso, brotos de UnB 1125 foram produzidos e avaliados em comparação com brotos de P98C81.

Produção dos brotos: os grãos de soja foram desinfestados com hipoclorito de sódio (0,2%) e, após tríplice enxágue em água corrente, permaneceram em maceração. Transcorridas oito horas, os grãos embebidos foram transferidos para um recipiente colocado na estufa à 25°C por três dias, e regados duas vezes ao dia. Após esse período, iniciada a germinação, o material foi transferido para um local escuro sem controle de temperatura e regado a cada quatro horas. Ao final de seis dias no escuro, os brotos estavam prontos. Os tegumentos, ou cascas, foram descartados e o material restante seguiu para determinação da composição centesimal (Figura 2).

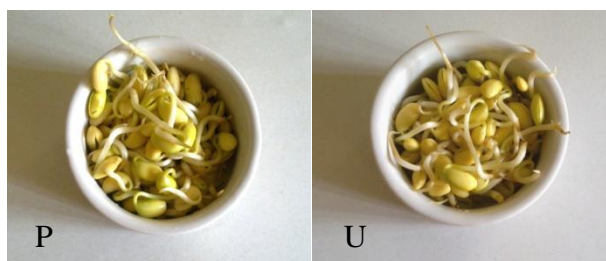


Figura 2. Brotos da cultivar P98C81 (P) e da linhagem UnB 1125 (U)

Os grãos e brotos secos foram previamente moídos e posteriormente quatro análises físico-químicas foram realizadas conforme protocolo do Instituto Adolf Lutz (2005), exceto a análise de lipídios que foi realizada de acordo com Liu (2011):

a. Proteína: em um tubo digestor, foram colocados: amostra, ácido sulfúrico concentrado e mistura catalítica. Em seguida, o tubo foi aquecido em bloco de aquecimento, gradualmente, até 450°C. Quando o líquido tornou-se incolor ou verde-claro transparente, foi mantido em aquecimento por mais 30 minutos e depois deixado esfriar. Na sequência, foi adicionada água, o tubo digestor foi acoplado ao conjunto de destilação (destilador de nitrogênio marca Tecnal TE-0363) e adicionado NaOH 50%. Aqueceu-se e destilou-se até obter 60 mL do destilado, que foram recolhidos em H₃BO₃ 4%, ao qual foram adicionadas gotas de indicador. Titulou-se com HCl 0,1N até mudança de cor, e calculou-se a porcentagem de proteína (%P) pela seguinte fórmula:

$$\% \text{Proteína} = \frac{V \times N \times f \times 14 \times 100}{P} \times 5,71$$

Em que: V = volume de HCl gasto na titulação,
 N = normalidade do HCl
 P = peso da amostra (mg).
 f = fator de conversão da normalidade

b. Umidade: a amostra foi inicialmente pesada e colocada em cadinho de porcelana previamente seco e tarado. As amostras foram levadas à estufa (Marconi MA 037) à 105°C por 3 horas. Após esse tempo, foram resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente e pesadas. O resultado foi obtido pela fórmula:

$$\% \text{ de umidade} = \frac{(\text{peso da amostra} - \text{peso da amostra seca}) \times 100}{\text{peso da amostra}}$$

c. Cinzas: pesou-se a amostra e transferiu-se para um cadinho de porcelana previamente tarado. Em seguida, a amostra foi aquecida em chapa elétrica até ficar carbonizada. Levou-se a amostra para a mufla (Linn – Elektro Therm KK 260) aquecida a 550°C, onde permaneceu por 5 horas. O resultado foi obtido pela fórmula:

$$\% \text{ cinzas (m/m)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de gramas de cinzas}}{\text{n}^\circ \text{ de gramas da amostra}} \times 100$$

d. Lipídios: para essa análise, utilizou-se o extrator semiautomático da marca Ankom® modelo XT10. A amostra foi pesada, colocada em bolsas de filtro XT4 da mesma marca do extrator e selada. A extração ocorreu em éter etílico à temperatura de 90°C. No final do ciclo de aproximadamente 60 minutos, as bolsas de filtro foram removidas, secas em estufa e pesadas.

Os resultados dos testes permitiram a estimativa de carboidratos e valor calórico por cálculo:

e. Carboidratos: foi realizado por diferença de acordo com a fórmula: Carboidratos = 100 – (proteína + lipídios + cinzas).

f. Valor calórico: foi estimado pela fórmula: [(proteína + carboidratos) x4] + (lipídios x 9), sendo o valor dado em Kcal/100 gramas.

4.4 QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA

A avaliação da qualidade das sementes da linhagem UnB 1125 comparadas aos genótipos comerciais foi realizado com base nos seguintes testes:

a. Condutividade elétrica: conforme Vieira e Krzyzanowski (1999), quatro repetições de 50 sementes previamente pesadas em balança digital (0,001), colocadas em embebição em

água destilada (75 mL) por 24 h a 25°C, sendo os lixiviados mensurados em condutivímetro DIGIMED, modelo CD21.

- b. Emergência em campo:** de acordo com Nakagawa (1994), quatro repetições de 25 sementes foram semeadas em um canteiro em linhas espaçadas de 25 cm. Ao quinto dia após a semeadura iniciou-se a contagem das plântulas, seguindo diariamente até o 10º dia, sendo os resultados expressos em porcentagem. Aproveitou-se o mesmo canteiro para analisar o índice de velocidade de germinação (IVE), que relaciona o número de plântulas normais emergidas com o dia em que é feita a contagem. O resultado foi obtido pela seguinte fórmula: $IVE = (n^\circ \text{ de plântulas } 1^\circ/\text{dia } 1^\circ) + \dots + (n^\circ \text{ de plântulas } n/\text{dia } n)$
- c. Germinação em areia:** segundo Brasil (2009), quatro repetições de 50 sementes de cada genótipo foram instaladas em bandejas plásticas com areia em condições de casa de vegetação. A umidade foi mantida com irrigações diárias e, dez dias após a semeadura, as plântulas foram avaliadas. As avaliações consistiram em porcentagem de plântulas normais e índice de velocidade de germinação (IVG), pela seguinte fórmula: $IVG = (n^\circ \text{ de sementes germinadas } 1/\text{dia } 1) + \dots + (n^\circ \text{ de sementes germinadas } n/\text{dia } n)$.
- d. Porcentagem de embebição:** conforme metodologia adaptada de Arantes et al. (1994), quatro amostras de 50 sementes de cada genótipo foram pesadas em balança digital (0,01), transferidas para copos plásticos com 50 mL de água destilada permanecendo em embebição por 4, 8, 10 e 12 horas (Figura 3). Transcorrido o tempo, as sementes foram retiradas, secas em papel toalha, pesadas e novamente submersas em água até atingir o posterior intervalo de tempo.



Figura 3. Teste de embebição de sementes de soja

- e. Teste do Pêndulo:** objetivando avaliar a resistência das sementes ao dano mecânico, as amostras foram submetidas ao teste do pêndulo (CARBONEL et al., 1998, com adaptações), o qual tem como base a queda livre de um pêndulo metálico à altura de 11 cm sobre as sementes, distribuídas aleatoriamente em alvéolos de um disco metálico, o qual

corresponde a uma energia cinética aplicada sobre a semente de 0,267 joules (Figura 4). Para esse teste foram utilizadas duas amostras de 50 sementes de cada genótipo. Após serem submetidas ao pêndulo, as sementes foram separadas em três categorias segundo o Índice de Resistência Visual (IRv) (Figura 5): sementes sem dano ou com dano visual leve no tegumento foram classificadas como categoria I, sementes com dano visual médio e rompimento do tegumento foram discriminadas na categoria II, e sementes com danos visuais profundos e quebra da estrutura da semente foram agrupadas na categoria III.



Figura 4. Pêndulo para teste de resistência de sementes de soja à danificação mecânica.



Figura 5. Categorias do Índice de Resistência visual (IRv).

- f. **Teste do hipoclorito de sódio:** realizado segundo Krzyzanowski et al. (2004), foi aplicado em sequencia ao material submetido ao teste do pêndulo como forma de confirmação das avaliações visuais.
- g. **Teor de lignina:** a determinação foi realizada segundo Alvarez (1997), citado por Carvalho (2009). As sementes foram embebidas em água por 12 horas e, posteriormente, o tegumento foi retirado e seco em estufa a 105°C por 16 horas. Da amostra seca, foram pesados 250 mg e transferidos para frascos de 250 mL que, acrescidos de 50 mL de etanol 80%, foram aquecidos sob refluxo por 10 minutos (Figura 6). Em seguida, as amostras foram filtradas e o resíduo devolvido para os frascos e adicionados 100 mL de ácido sulfúrico 1N e aquecidos por duas horas sem refluxo. Depois, os resíduos foram filtrados e lavados com 50 mL de acetona, sendo então transferidos para um Becker em que 20 mL de ácido sulfúrico 72% foram adicionados e mantidos por 12 horas. Após esse período, as

amostras foram transferidas para frascos de 250 mL, adicionados 100 mL de água destilada e submetidos a aquecimento sob refluxo por duas horas. As amostras foram filtradas a vácuo em cadinho de vidro sinterizado previamente seco. Os resíduos foram lavados com 200 mL de água destilada e secos por seis horas em estufa a 105°C. A porcentagem de lignina foi determinada gravimetricamente.



Figura 6. Amostras de tegumento de soja sob refluxo.

h. Comprimento da raiz e da parte aérea: plântulas normais oriundas de quatro repetições de 50 sementes de cada genótipo, após sete dias de semeadura em casa de vegetação foram limpas e medidas com o auxílio de um paquímetro digital. Considerou-se como parte radicular a região do ápice da raiz até a transição do hipocótilo; e como aérea, a região de transição do hipocótilo até o ponto de inserção do cotilédono, conforme observado na Figura 7. Os resultados foram obtidos pela média das plântulas normais.

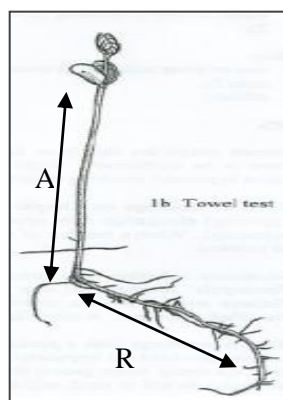


Figura 7. Região da parte aérea da parte radicular (R) da plântula de soja (Fonte: AOSA)

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado com três repetições para as análises de composição centesimal e quatro repetições para as demais. As variáveis mensuradas foram submetidas à análise estatística pelo software Estat 2.0[®] (UNESP, 1994) e as médias discriminadas pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA, MORFOLÓGICA E FENOLÓGICA DE SOJA

A linhagem UnB 1125 apresenta comportamento de crescimento determinado por ter o seu ciclo vegetativo (10 – 12 trifólios) interrompido com o desenvolvimento do primeiro racemo floral. Essa característica obedece ao padrão seguido pela maioria das cultivares comerciais atualmente (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Relação entre cor da pubescência e a do tegumento foi observada, conforme descrito por Vernetti e Vernetti Júnior (2009). Os autores afirmam que os alelos que controlam a cor da pubescência (T), também influenciam na cor do tegumento. A linhagem UnB 1125 apresentou pubescência marrom e tegumento preto fosco, conforme Tabela 3 e Figura 8. Na Figura 9 pode ser observada a relação entre a coloração da semente e o período de dias após a floração. Para Menezes et al. (1997), as características morfológicas mais eficazes na caracterização de um genótipo são a cor da pubescência, do hilo e do hipocótilo.

Tabela 3. Características morfológicas da linhagem UnB 1125 de soja de tegumento preto

Hábito de crescimento	Cor					Peso de 100 sementes
	Hipocótilo	Flor	Pubescência	Tegumento	Hilo	
Determinado	Púrpura	Púrpura	Marrom	Preta	Preta	7,2 g

O hilo da linhagem UnB 1125 é preto (Figura 8), mesma cor do tegumento, sendo a mesma observação feita por Destro et al. (2002), que relatam a mesma cor de hilo para os nove genótipos de soja de tegumento preto analisados. A mesma relação tegumento-hilo foi observada na cultivar BRSMG 800A de tegumento marrom (ARANTES et al., 2010). O mesmo não ocorre em sementes com o tegumento amarelo, que podem apresentar hilo de coloração preta, preta imperfeita, marrom ou amarela (ROSSINI et al., 1995).



Figura 8. Características morfológicas da semente e da vagem da linhagem de soja UnB 1125.

A cor da flor observada em todas as plantas foi púrpura (Figura 10), resultado que corrobora com o encontrado por Bhartiya et al. (2011), que estudando 282 acessos de soja preta, observaram que em 91% dos casos as flores apresentaram-se púrpura. Os mesmos autores observaram que as sementes não seguem um padrão para o tamanho: a metade dos acessos apresentaram sementes médias e a outra metade, sementes pequenas. Esse resultado contrasta com o observado no presente estudo, em que a maioria das sementes apresentou-se pequena, com peso de 100 sementes menor que 10 gramas (Tabela 3). O mesmo foi observado por Marwanto (2003) que encontrou peso menor que 10 gramas para todos os genótipos de tegumento preto estudados.

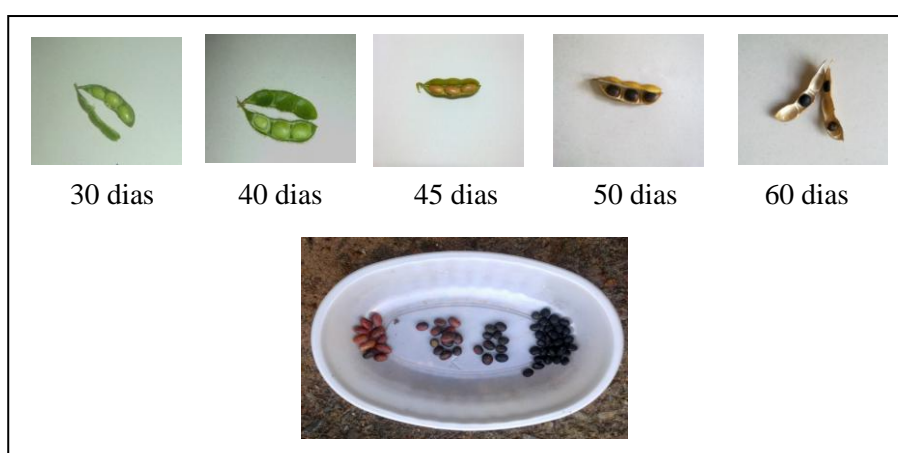


Figura 9. Relação entre a coloração da semente e o número de dias após a floração.



Figura 10. Características morfológicas da planta da linhagem

Tabela 4. Data de florescimento (início e fim) e de colheita, e altura da planta da linhagem de soja UnB 1125 em intervalos semanais e fotoperíodo ambiental observado em R1.

Genótipo	Fotoperíodo* (horas)	Semeadura	Florescimento		Colheita	Altura (cm)
			R1	R2		
UnB 1125	12:51	11/11/12	27/01/12	02/02/12	30/03/12	95
	12:51	18/11/12	27/01/12	02/02/12	02/04/12	100
	12:49	25/11/12	30/01/12	03/02/12	02/04/12	90
	12:40	1/12/12	10/02/12	24/02/12	02/04/12	80
	12:29	8/12/12	17/02/12	07/03/12	20/04/12	60

*Fonte: Apolo 11

O parâmetro altura da planta da linhagem UnB 1125 está de acordo com o descrito por Peluzio et al. (2009) que é de, 0,6 - 0,8 m. Segundo o autor, plantas mais altas e com menor altura de primeira vagem apresentam maior número de vagens. Entretanto, cultivares de tegumento preto, tais como “Geomjeongkong 3” (YUN et al., 2003) e “Cheongja 3” (HONG-TAE et al., 2005) apresentaram-se mais baixas que a linhagem UnB 1125.

Ao analisar o intervalo de dias necessário para a floração nas cinco datas de semeadura (Tabela 4), verifica-se que o fotoperíodo crítico da linhagem UnB 1125 encontra-se em torno de 12:50 horas; entretanto, observa-se que para as semeaduras realizadas em dezembro – quando o fotoperíodo encontrava-se abaixo do fotoperíodo crítico – há um incremento no número de dias necessário para a floração. Esse fato é explicado por Rodrigues et al. (2001) como sendo resposta à temperaturas baixas haja vista que, segundo os autores, em condições fotoperiódicas favoráveis, entretanto com temperaturas baixas, há um aumento na duração do intervalo entre a emergência e a floração. Isso não pôde ser observado nesse estudo, haja vista que nas referidas datas de semeadura não houve alteração considerável da temperatura média (Figura 1).

Silveira Neto et al. (2005), em estudo com quatorze linhagens de soja, assinalaram que em épocas de semeadura tardia ocorreu a redução do número de dias para a maturidade e, Tragnago e Bonetti (1984), citado pelos mesmos autores, encontraram a redução da fase reprodutiva em decorrência do atraso da época de semeadura. Esses resultados puderam ser observados nesse estudo: as plantas provenientes de semeadura em dezembro tiveram redução da fase reprodutiva. Observou-se também redução significativa da altura nas plantas provenientes da semeadura do dia 8/12, fato que pode ser explicado por estresse hídrico, haja vista que houve redução acentuada do volume de chuvas após o dia 15 de fevereiro (Figura 1).

Em relação ao ciclo total da planta, a linhagem UnB 1125 encontra-se na mesma faixa da maioria das cultivares brasileiras, sendo classificada, segundo Embrapa (2011), no ciclo de maturação médio (126-140 dias) para Goiás e Distrito Federal.

5.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE GRÃOS E BROTOS DE SOJA

Os resultados de cinzas, umidade e valor calórico estão de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA, 2011), exceto o teor de umidade encontrado nos grãos comerciais, que estão abaixo do esperado, como pode ser observado na Tabela 5. Os valores encontrados para proteína e lipídios apresentaram-se mais elevados e carboidratos, mais baixos. Wang et al. (2001) em estudo comparativo com grão de soja com e sem casca, encontraram, na soja integral, resultados semelhantes ao do presente estudo. Os autores sugerem que a casca aporta uma quantidade maior de cinzas. A linhagem UnB 1125 apresentou teor mais alto desse componente e, apesar de não diferir significativamente dos outros genótipos, esse resultado sugere diferença na composição da casca desse material.

Tabela 5. Média da composição centesimal de grãos de diferentes genótipos de soja*

Genótipo	Umidade	Cinzas ¹	Lipídios ¹	Proteína ¹	Carboidratos ²	Valor calórico
	----- % -----					Kcal/100g
P98Y51	8,49 abc	5,59	17,84 cd	44,01 ab	36,28 ab	432,88 c
P98N71	8,26 cd	5,89	16,52 e	44,16 ab	37,06 ab	425,96 de
P98C81	8,64 a	5,68	18,25 bc	43,34 abc	36,46 ab	433,95 c
Anhanguera	8,18 d	5,16	18,94 b	42,22 bc	37,11 ab	441,29 b
Conquista	8,56 ab	5,09	17,07 de	44,50 ab	37,14 ab	430,72 cd
TMG 801	7,84 e	5,18	18,58 bc	47,48 a	32,46 b	440,82 b
UnB 1125	8,28 bcd	5,94	16,28 e	44,32 ab	37,11 ab	424,52 e
Campobelo [®]	6,83 f	5,43	22,51 a	35,67 c	36,37 a	463,46 a
Teste F	102,63	2,91 ^{ns}	80,26	6,26	2,88	142,6
DMS (Tukey 5%)	0,28	0,95	1,07	4,42	4,40	5,08
CV (%)	1,23	6,15	2,09	3,91	5,53	0,41

*Médias nas colunas seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si ($P < 0,05$), pelo Teste de Tukey

¹ Valores médios em base seca

² Calculado por diferença: Carboidratos = 100 – (proteína+cinzas+lipídios)

^{ns} Não significativo

O teor de proteína da linhagem UnB 1125 se encontra na amplitude esperada para soja, não diferindo significativamente dos genótipos de tegumento amarelo. Nesse parâmetro, se destacam como extremo superior TMG 801 e, como inferior, grãos Campobelo[®]. Para Destro et al. (2002), grãos de soja destinados à alimentação humana devem ter alto teor de proteína, o que não foi observado nesse estudo para os grãos Campobelo[®]. Os resultados encontrados também contrastaram com o estudo realizado por Santos et al. (2007), em que foi analisado o teor de proteína (base seca) para três cultivares de soja com amostras de tegumento amarelo e

marrom de cada genótipo. Nesse estudo, todas as amostras de tegumento marrom apresentaram maior teor de proteína quando comparadas às de tegumento amarelo.

Quanto aos dados de carboidratos, observa-se que não houve diferença significativa entre os genótipos analisados. De acordo com Liu (1997), a maior parte dos carboidratos se encontra no tegumento, podendo-se inferir que em relação a esse quesito a linhagem preta não se diferencia das demais.

Em relação à análise do teor de lipídios, a linhagem UnB 1125 apresentou o menor teor, entretanto não diferiu significativamente das cultivares P98N71 e Conquista. Esse resultado que corrobora com o encontrado por Ren et al. (2012) e se assemelha com o encontrado por Silva et al. (2008) para a cultivar BRS 267 utilizada na alimentação humana devido ao seu sabor suave. Por outro lado, contrasta com o descrito para a cultivar BRSMG 800A de tegumento marrom, em que a porcentagem de óleo encontrada foi de 20,10% (ARANTES et al., 2010). O teor de lipídio está relacionado com o valor calórico, em que P98N71 e a linhagem UnB 1125 novamente apresentaram os valores mais baixos. Entretanto, esses resultados diferem do proposto por Morais e Silva (1996) que afirmam existir, em soja, uma relação inversa entre o teor de lipídios e o de proteínas.

Tabela 6. Comparativo da média da composição centesimal de grãos e brotos de soja*

Genótipo	Umidade	Cinzas ¹	Lipídios ¹	Proteína ¹	Carboidratos ²	Valor calórico
	----- % -----					<i>Kcal/100g</i>
P98C81 G	8,64 a	5,68 b	18,25 a	43,34 b	24,07 a	433,95 a
P98C81 B	76,34 b	6,51 a	24,20 c	48,68 a	20,11 bc	497,43 b
UnB 1125 G	8,28 a	5,94 ab	16,28 b	44,32 b	25,15 ab	424,52 a
UnB 1125 B	76,21 b	5,36 b	23,42 d	48,67 a	22,55 c	495,66 c
Teste F	*	7,51	417,8	18,39	12,06	1913,45
DMS (Tukey 5%)	0,50	0,80	0,89	5,23	5,44	4,04
CV (%)	0,45	5,25	1,66	4,51	8,38	0,33

*Médias nas colunas seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si ($P < 0,05$), pelo Teste de Tukey

¹ Valores médios em base seca

² Calculado por diferença: Carboidratos = 100 – (proteína+cinzas+lipídios)

G (grão), B (broto)

Os resultados obtidos para umidade dos brotos (Tabela 6) estão de acordo com o esperado, já que no processo de germinação o grão necessita absorver água. Villas Boas et al. (2002) e Nakamura et al. (2001) também encontraram aumento da porcentagem de umidade próximo ao do presente estudo com brotos de soja.

O teor de proteínas aumentou significativamente com a germinação, resultado que corrobora com o encontrado por Lee e Karunanithy (1990). Esses autores encontraram maior aumento do teor de proteína com a germinação em indivíduos do gênero *Glycine* que em

indivíduos do gênero *Phaseolus*. Esse aumento, para Bau (1997), se deve a síntese enzimática proteica ou a mudança na composição que segue a degradação de outros constituintes. Entretanto, Kim et al. (1993) observaram discreta queda do teor de proteínas com a germinação.

O aumento do teor de lipídios foi observado nos brotos dos dois genótipos, entretanto observou-se maior incremento para a linhagem UnB 1125. Esse aumento em relação ao teor nos grãos também foi observado por Martinez et al. (2011), entretanto em apenas dois dias de germinação. Resultados contrastantes podem ser encontrados em outros estudos, descrevendo a redução desse componente com a germinação (NAKAMURA et al., 2001; RAMADAN, 2012; KUMAR et al., 2006). Shah et al. (2011) também encontraram redução desse componente em brotos de feijão mungo.

Os dados de carboidrato mostram que houve redução do teor nos brotos em relação aos grãos, o que Viana et al. (2005) justificam pelo aumento de enzimas como a α -galactosidase, que, induzidas pelo processo de germinação, quebram os carboidratos, como a rafinose, fornecendo assim energia para a germinação. Hedges e Lister (2006) ressaltam que os brotos de soja são nutricionalmente superiores quando comparados aos brotos de outras leguminosas, em contrapartida, possuem valor calórico mais alto também, conforme observado nesse estudo.

Tabela 7. Teor de cinzas de soja presente no tegumento e nos cotilédones da linhagem UnB 1125 de soja

Genótipo	Constituinte	Cinzas
		---%---
P98C81	Cotilédone	4,46 b
	Tegumento	4,36 b
UnB 1125	Cotilédone	6,03 a
	Tegumento	3,24 c
Teste F		67,97
DMS (Tukey 5%)		0,63
CV (%)		5,34

*Médias nas colunas seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si ($P < 0,05$), pelo Teste de Tukey

Quanto ao teor de cinzas, a cultivar P98C81 e a linhagem UnB 1125 tiveram comportamentos distintos quando germinadas. Entre grãos e brotos da linhagem UnB 1125 não foi observada diferença significativa, o que pode ser justificado pelo processo de

germinação que altera o metabolismo da linhagem UnB 1125, conforme observado na Tabela 7. Observa-se que a maior quantidade de cinzas está nos cotilédones de forma que a retirada do tegumento não influencia os resultados obtidos. A diferença significativa observada entre grãos e brotos da cultivar P98C81 está de acordo com o descrito por Bau et al. (1997) que relataram que, em brotos, a concentração de minerais, especialmente cálcio e magnésio, cresce cerca de 15%.

5.3 QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA

Analisando o resultado do teste de germinação em areia (Tabela 8), observou-se que a linhagem UnB 1125 apresentou potencial de germinação abaixo de 80%, potencial mínimo exigido para sementes de soja (EMBRAPA, 2011), o que é refletido no seu desempenho comprometido também no teste de emergência em campo. Entretanto, não houve diferença significativa dos resultados de germinação em areia em comparação com os de emergência em campo, como nos genótipos comerciais, sugerindo tolerância desse genótipo às intempéries de campo.

Tabela 8. Avaliação do potencial de germinação e emergência de diferentes genótipos de soja*

Genótipos	Germinação em areia	Índice de velocidade de germinação	Emergência em campo	Índice de velocidade de emergência
P98Y51	96 a	33,25 a	86 ab	15,20 ab
P98N71	95 a	34,61 a	84 abc	14,58 abc
P98C81	90 a	23,65 c	85 abc	14,54 abc
Anhanguera	91 a	27,62 abc	79 abc	13,23 abc
Conquista	88 ab	24,89 bc	70 c	11,07 c
TMG 801	97 a	32,04 ab	91 a	16,06 a
UnB 1125	79 b	22,61 c	74 bc	11,25 bc
Teste F	7,70	7,74	4,93	5,52
DMS (Tukey 5%)	10,09	8,02	19,81	3,58
CV (%)	4,84	12,29	11,50	11,32

* Médias nas colunas seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si ($P < 0,05$), pelo Teste de Tukey

O índice de velocidade de germinação baixo pode estar relacionado com o maior conteúdo de lignina em sementes com coloração escura, como observado nesse estudo (Tabela 11) e relatado por Marwanto (2003). Esse maior conteúdo confere menor permeabilidade ao tegumento, fazendo com que a embebição seja mais lenta (Tabela 10). O mesmo foi encontrado por Cavariani et al. (2009).

Tabela 9. Análise comparativa do vigor de sementes de diferentes genótipos de soja*

Genótipos	Comprimento		Condutividade Elétrica
	Parte aérea	Parte radicular	
	cm		$\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$
P98Y51	10,20 ab	3,68 b	64,26 c
P98N71	7,99 c	4,12 ab	75,99 b
P98C81	8,85 ab	3,92 ab	97,35 a
Anhanguera	9,67 abc	4,18 ab	64,24 c
Conquista	7,08 abc	4,77 ab	61,55 c
TMG 801	11,09 a	3,13 b	44,89 d
UnB 1125	10,32 ab	5,34 a	71,43 bc
Teste F	3,50	5,75	42,05
DMS (Tukey 5%)	1,65	2,44	11,35
CV (%)	29,19	19,48	7,21

* Médias nas colunas seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si ($P < 0,05$), pelo Teste de Tukey.

A avaliação do comprimento das plântulas é um teste fisiológico importante porque procura determinar a atividade fisiológica específica, cuja manifestação depende do vigor (VANZOLINI et al., 2007). Quanto ao comprimento do hipocótilo (Tabela 9), a cultivar TMG 801 alcançou o maior valor, entretanto não diferiu significativamente da linhagem UnB 1125 e da cultivar P98Y51. Não foi observada relação entre os resultados de germinação em areia e comprimento do hipocótilo, já que a linhagem UnB 1125 apresentou o menor valor de germinação e um dos mais altos valores de comprimento de hipocótilo, fato que pode ser explicado pela dificuldade de embebição (Tabela 10). Esses resultados contrastam com os encontrados por Nóbrega e Vieira (1995).

Segundo Vanzolini et al. (2007), o comprimento da raiz da plântula de soja é um dos parâmetros mais sensíveis para separar lotes com níveis distintos de vigor, tendo este teste relação direta com o teste de emergência em campo. Os resultados encontrados nesse estudo diferem dessa afirmativa já que a linhagem UnB 1125 alcançou o menor valor na emergência em campo e o maior valor no comprimento radicular. Em contrapartida, a cultivar TMG 801 alcançou o maior valor de emergência em campo e o menor comprimento de raiz. Esses dados reforçam a hipótese de que os baixos valores de germinação se devam à dificuldade de embebição da linhagem UnB 1125.

Os resultados de condutividade elétrica (Tabela 9) não mostraram relação inversa com os testes de germinação em areia e emergência em campo (exceto para a cultivar TMG 801). O mesmo foi observado por Braccini et al. (1994) em análise com sementes de genótipos com tegumento permeável e impermeável. Ainda sobre condutividade, Marwanto (2004) sugere que em genótipos que embebem lentamente, os valores de germinação apresentam-se elevados e os de condutividade elétrica mais baixos. Essa relação não pôde ser verificada nos

genótipos analisados. Vale ressaltar que durante a leitura do teste de condutividade elétrica observou-se rompimento do tegumento de algumas sementes da linhagem UnB 1125 (Figura 11), o que sugeriu que o processo de embebição ocorreu de forma rápida, podendo ter causado danos ao tegumento bem como durante a realização do teste de embebição.



Figura 11. Rompimento do tegumento da semente da linhagem UnB 1125 durante o processo de embebição.

Tabela 10. Porcentagem de embebição de sementes de genótipos de soja em diferentes tempos*

Genótipos	4 horas	8 horas	10 horas	12 horas	SD ¹
	----- % -----				
P98Y51	96,66 c	126,48 a	128,46 a	131,40 a	-
P98N71	70,36 d	118,37 a	129,10 a	130,48 a	-
P98C81	70,13 d	125,52 a	128,02 a	132,75 a	-
Anhanguera	101,37 b	129,30 a	124,82 a	130,65 a	-
Conquista	77,69 a	124,40 a	129,93 a	135,48 a	0,5
TMG 801	79,61 a	120,07 a	126,77 a	126,44 a	-
UnB 1125	33,23 e	87,80 b	99,87 b	108,97 b	6,5
Teste F	138,51	34,97	24,20	6,47	-
DMS (Tukey 5%)	1,02	11,03	3,54	5,42	-
CV (%)	4,46	4,04	10,07	15,95	-

* Médias nas colunas seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si ($P < 0,05$), pelo Teste de Tukey

¹SD: Sementes duras ao final de 12 horas de embebição

Ao analisar os resultados da Tabela 10, verifica-se que nas primeiras 4 horas as diferenças entre os genótipos foram mais acentuadas e permitiram discriminar níveis quanto à embebição, entretanto não foi possível estabelecer diferenças entre sementes grandes e pequenas como descrito por Beckert et al. (2000). Os autores afirmam que as sementes de menor tamanho apresentam porcentagem de embebição superior às de maior tamanho, o que, segundo eles, deve-se ao fato de que as sementes pequenas têm maior superfície de contato por unidade de massa e por isso embebem a uma velocidade maior.

A linhagem UnB 1125 apresentou valores inferiores aos demais genótipos em todos os intervalos de tempo analisados. Essa divergência pode ser explicada pela alta porcentagem de sementes duras encontradas nesse genótipo (Tabela 10). Para Braccini et

al. (1994), essa característica é importante na qualidade das sementes de soja, haja vista que a absorção de água pela semente, ainda no campo após a colheita, pode ser apontada como uma das principais causas da diminuição do vigor.

Analisando o intervalo de 12 horas, observou-se que não houve diferença significativa entre os genótipos, exceto a linhagem UnB 1125, que apresentou baixa taxa de absorção. Cavariani et al. (2009) assinalaram que em sementes com absorção lenta de água, o tegumento inicialmente retarda a penetração, mas gradualmente facilita o movimento de água até o embrião, permitindo que ambos os cotilédones se hidratem de maneira uniforme.

Os resultados corroboram com os encontrados por Costa et al. (2002) que concluíram que, após oito horas de embebição, as sementes de soja atingiram sua capacidade máxima de absorção. Os autores encontraram também que a quantidade de água absorvida foi se tornando menor com o passar do tempo, estabilizando-se nas últimas horas. No presente estudo, também foi encontrada essa relação: observando-se os intervalos de dez e doze horas, nota-se menor amplitude do que quando se observa os intervalos de quatro e de oito horas.

Tabela 11. Conteúdo de lignina no tegumento de sementes de soja

Genótipo	Lignina (%)
Conquista	3,76 b
P98Y51	6,25 a
UnB 1125	17,78 c
Teste F	946,78
DMS (Tukey 5%)	1,05
CV (%)	4,55

* Médias nas colunas seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si ($P < 0,05$), pelo Teste de Tukey.

O teor de lignina da linhagem de soja UnB 1125 esteve de acordo com os teores encontrados por Marwanto (2003) em cinco genótipos de soja com tegumento preto. Entretanto, os genótipos de tegumento amarelo estudados por esse autor apresentaram teores de lignina em torno de 1%, diferindo dos resultados desse estudo. Por outro lado, Krzyzanowski et al. (2008b) relatam teores mais altos (em torno de 5%) para cultivares de

soja de tegumento amarelo, concordando com resultados do presente estudo e, ressaltam que sementes com esse teor são mais suscetíveis à danos mecânicos (Tabela 11).

Tabela 12. Avaliação visual do dano mecânico em sementes de soja de diferentes genótipos submetidas ao Teste do Pêndulo e avaliadas pelo Teste do Hipoclorito de Sódio *

Genótipos	Nível de dano			TH ¹
	I	II	III	
	----- % -----			
P98Y51	58,67 ab	31,33 bcd	10 b	56,66 a
P98N71	30 c	58,67 a	11,33 b	33,33 b
P98C81	50,67 b	40,67 abc	8,67 b	28,66 b
Anhanguera	45,33 bc	48 ab	6,67 b	30 b
Conquista	68,67 a	22,67 cd	8,67 b	40 ab
TMG 801	46,67 b	24 cd	29,33 a	38 ab
UnB 1125	59,33 ab	13,33 d	27,33 a	33,33 b
Teste F	14,30	15,26	14,43	5,98
DMS (Tukey 5%)	7,95	9,81	6,05	18,77
CV (%)	11,12	20,64	29,89	18,77

* Médias nas colunas seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si ($P < 0,05$) pelo Teste de Tukey

¹Teste do hipoclorito de sódio para dano mecânico

Avaliando os níveis visuais de dano (Tabela 12), a linhagem UnB 1125 não diferiu estatisticamente da Conquista, que apresentou os maiores valores de sementes da Categoria I. Na Categoria II, a linhagem UnB 1125 apresentou, entre os genótipos avaliados, a menor danificação no tegumento. E, na Categoria III, a linhagem UnB 1125 obteve, junto com a TMG 801, os maiores valores médios de danificação severa. Esse fato pode ser, em parte, explicado pelo fato de que os danos da categoria III ocorrem, na sua maioria, quando a semente é atingida diretamente na região do hilo ou oposta a ele. A conclusão de Flor et al. (2004) por meio de imagens de raios-X também foi verificada no presente estudo, ou seja, pode-se sugerir que existem regiões da semente mais suscetíveis aos danos mecânicos.

A análise dos resultados do teste de hipoclorito de sódio mostrou alteração na classificação, sugerindo que algumas cultivares tenham apresentado elevada porcentagem de dano latente. Para exemplificar, Conquista apresentou a maior porcentagem de sementes sem dano (IRv I) quando avaliada apenas visualmente, resultado que não se repete no teste de hipoclorito e não é justificado tampouco pelo teor de lignina (Tabela 11), o que pode ser justificado pelo tamanho da semente, que não lhe permitiu alteração da posição com o movimento do disco, sendo o dano ocorrido somente nos cotilédones.

Os resultados permitem, então, classificar a linhagem de UnB 1125 como a melhor fonte de resistência mecânica em relação aos genótipos analisados nesse estudo, resultado

confirmado pelo alto teor de lignina (Tabela 11). O teste do pêndulo mostrou-se apropriado para avaliar e separar genótipos com diferentes resistências às injúrias mecânicas, entretanto faz-se necessária a confirmação com outro teste para dano mecânico tal como teste do hipoclorito ou teste do tetrazólio.

6. CONCLUSÕES

Diante das análises realizadas e dos resultados apresentados, pode-se concluir que:

- a) A linhagem de soja preta UnB 1125 é de maturação tardia, com ciclo total médio de 128 dias e 67 dias entre a emergência e a floração. O fotoperíodo crítico é de aproximadamente 12h50.
- b) Nutricionalmente, observa-se que os grãos possuem baixo teor de óleo e são pequenos – característica observada também em cultivares ideais para brotos destinados à alimentação humana. Os grãos germinados da linhagem UnB 1125 não apresentaram diferenças significativas em relação aos grãos germinados da cultivar P98C81 de soja com tegumento amarelo.
- c) A linhagem de soja UnB 1125 se destaca por possuir alta porcentagem de sementes duras devido ao elevado conteúdo de lignina no tegumento. Essa característica confere maior resistência aos danos mecânicos, podendo ser utilizada como material doador em programas de melhoramento.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados encontrados nesta pesquisa, fazem-se as seguintes sugestões:

- a) Analisar isoladamente ácidos graxos, aminoácidos, minerais e o potencial antioxidante da linhagem de soja UnB 1125, de forma a afirmar com maior precisão o valor nutricional dessa linhagem.
- b) Realizar testes de análise sensorial dos brotos de UnB 1125, para verificar a aceitabilidade do consumidor a esse produto.
- c) Iniciar a aplicação de um método de melhoramento na linhagem UnB 1125 com o intuito de agregar características desejáveis.
- d) Realizar levantamento de pragas e doenças mais frequentes no ciclo da linhagem UnB 1125, com o intuito de gerar dados para futuro programa de melhoramento.
- e) Realizar, em conjunto, teste do tetrazólio nas sementes que passam pelo teste do pêndulo a fim de investigar com maior precisão os danos latentes causados à semente de soja.
- f) Analisar anatomicamente o tegumento da semente da linhagem UnB 1125 com o objetivo de verificar a espessura da testa, haja vista que a maior espessura contribui para a impermeabilidade do tegumento, característica observada na referida linhagem.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381 p.

ALVAREZ, P. J. C. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, v.25, n.2, p.209-214, 1997.

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário Estatístico 2011**. 2011. Disponível em < <http://www.anp.gov.br/?pg=57890>>. Acesso em: 25 de março de 2012.

ARANTES, H. A. G.; ROCHA, V. S.; SILVA, E. A. M.; SEDIYAMA, T. Espessura do tegumento, embebição em água e qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Ceres**. Viçosa: v.41, n.234, p.126-132, 1994.

ARANTES, N. E.; ZITO, R. K.; ZANETTI, A. L.; VANOLI, F.; LISEI de SÁ, M. E. **Cultivares de soja: Minas Gerais e Região Central do Brasil (Safrá 2010/2011)**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 20-21.

BAU, H-M; VILLAUME, C.; NICOLAS, J-P; MÉJEAN, L. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. **Journal of Science Food Agriculture**, v.73, p.1-9, 1997.

BECKERT, O. P.; MIGUEL, M. H.; MARCOS FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agricola**, v.27, n.4, p. 671-675, 2000.

BHARTIYA, A.; ADITYA, J. P.; SINGH, G.; GUPTA, A.; AGARWAL, P. K.; BHAT, J. C. Assessment of genetic diversity in indigenous and exotic collections of black soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Sabrao Journal of Breeding and Genetics**: v.43, n.1, p.81-90, 2011.

BOATTO, D. A.; MESOMO, M. C.; MADRONA, G. S.; BRANCO, I. G.; MATUMOPRINTO, P. T. Desenvolvimento e caracterização de queijo tipo *petit suisse* de soja comum e de soja livre de lipoxigenase, enriquecido com cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.3, p.766-770, 2010.

BORÉM, A. Escape gênico. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento (Encarte Especial)**, p. 101-107, 1999a.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV. 1999b. 817 p.

BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T. Testes rápidos para a avaliação da qualidade fisiológica da semente dura em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.2, p.201-207, 1994.

BRASIL: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: **Regras para análise de sementes**. 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Descritores de cultivares protegidas de soja**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/protacao-cultivares/publicacoes>>. Acesso em: 11 de julho de 2012.

BURSENS, S.; PERTRY, I.; NGUDI, D. D.; KUO, Y. H.; MONTAGU, M. V.; LAMBEIN, F. **Soya, Human Nutrition and Health**. 2011. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/221916478_Soya_Human_Nutrition_and_Health. Acesso em: 10 de junho de 2012.

CARBONEL, S. A. M.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MESQUITA, C. M. A device to impart impact on soybean seeds for screening genotypes for resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, v.26, p.45-52, 1998.

CARVALHO, T. C. **Sensibilidade de análises de raios X para detecção de injúrias mecânicas imediatas e latentes, em sementes de soja e relações com o potencial fisiológico**. 2009. 86 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

CAVARIANI, C.; TOLEDO, M. Z.; RODELLA, R. A.; FRANÇA NETO, J. B.; NAKAGAWA, J. Velocidade de hidratação em função de características do tegumento de sementes de soja de diferentes cultivares e localidades. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.30-39, 2009.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: quinto levantamento**. 2012. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_02_16_08_47_47_boletim_portugues__fevereiro_2012.pdf>. Acesso em: 07 de março de 2012.

COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; THOMAS, A. L.; ALBERTON, M. Variedades de soja diferem na velocidade e capacidade de absorver água. **Scientia Agraria**, v.3, n.1-2, p.91-96, 2002.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, C. A.; FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, J. E.; BORDINGNON, J. R.; KRZYZANOWSKI, F. C; HENNING, A. A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p. 140-145, 2001.

CUSTÓDIO, C. C. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: uma revisão. **Colloquium Agrariae**, v.1, n.1, p.29-41, 2005.

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**, v.2, n.4, p. 599-608, 2002.

EMBRAPA SOJA. **Diferentes usos do grão de soja**. 2012. Disponível em:<http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=25&cod_pai=29>. Acesso em: 25 de março de 2012.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011, 261 p.

EMBRAPA SOJA. **Soja na Alimentação**. 2007. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php>. Acesso em: 27 de agosto de 2012.

ESTAT- Sistema de Análise Estatística (**ESTAT 2.0**). Jaboticabal: Pólo Computacional do Departamento de Ciências Exatas da UNESP, 1994.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Soja. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. p.261-277.

FARZANA, K.; MAHMOOD, S.; MURTAZA, G. Physical-chemical changes in soybean oil during germination. **Phillip Agriculture Scientist**, v.94, n.3, p.312-315, 2011.

FLOR, E. P. O.; CICERO, S. M.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.68-76, 2004.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. EMBRAPA- CNPSo, 1984. 3p. (Circular Técnica 9)

HEDGES, L. J.; LISTER, C. E. 2006. **Nutritional attributes of legumes (2) sprouted beans and seeds**. Disponível em: <http://www.vegetables.co.nz/resources/1files/pdf/booklet_brassicafoodreport.pdf>. Acesso em: 07 de julho de 2012.

HENNING, F. A. **Mapeamento de caracteres do tegumento da semente de soja e análise in silico dos marcadores microsatélites**. 2007. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas.

HONG-TAE, Y. et al. A new black soybean cultivar “Cheongja 3” with green cotyledon, medium-late maturity and high anthocyanin. **Korean Journal of Breeding**, v.37, n.4, p. 261-262, 2005.

HYMOWITZ, T. Soybeans: The Success Story. **Advances in New Crops**. Oregon: p. 159-163, 1990.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4ed. São Paulo: IAL, 2005. 1018p.

KIM, S. D.; KIM, S. H.; HONG, E. H. Composition of soybean sprout and its nutritional value. **Korea Soybean Digest**, v.10, n.1, p.1-9, 1993.

KIM, J. A.; JUNG, W. S.; CHUN, S. C.; YU, C. Y.; MA, K. H.; GWAG, J. G.; CHUNG, I. M. A correlation between the level of phenolic compounds and the antioxidant capacity in cooked-with-rice and vegetable soybean (*Glycine max* L.) varieties. **European Food Research and Technology**, v.224, n.2, p.259-270, 2006.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. **Teste do hipoclorito de sódio para sementes de soja**. Embrapa – CNPF, 2004. 4p. (Circular Técnica 37).

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades – Série Sementes**. Embrapa – CNPSo, 2008a. 8p. (Circular Técnica 55).

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; MANDARINO, J. M. G.; KASTER, M. Evaluation of lignin content of soybean seed coat stored in a controlled environment. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.220-223, 2008b.

KUMAR, A.; CHAUHAN, B. M. Chemical composition and utilization of pearl millet sprouts. **Nahrung**, v.37, n.4, p.356-363, 1993.

KUMAR,V.; RANI, A.; CHAUHAN, G. S. Influence of germination temperature on oil content and fatty acid composition of soy sprouts. **Journal of Food Science and Technology**, v.43, n.3, p.325-326, 2006.

LEE, C. K. e KARUNANITHY, R. T. Effects of germination on the chemical composition of *Glycine* and *Phaseolus* beans. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.51, n.4, p.437-445, 1990.

LIN, P. Y. e LAI, H. M. 2005. **Bioactive compounds in legumes and their germinated products**. Disponível em: <<http://www.aseanbiodiversity.info/Abstract /51007137.pdf>>. Acesso em: 26 de maio de 2012.

LIU, K. **Grain and Oilseed Chemistry and Utilization Laboratory, National Small Grains and Potato Germplasm Research Unit, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1691 S. 2700 West, Aberdeen, ID 83210, U.S.A, 2011.** 2011. Disponível em: <<http://lipidlibrary.aocs.org/topics/oilcontentLiu/ index.htm>>. Acesso em: 09 de abril de 2012

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários, 2005. 495 p.

MARTINEZ, A. P. C.; MARTINEZ, P. C. C.; SOUZA, M. C.; BRAZACA, S. G. C. Alterações químicas em grãos de soja durante a germinação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.1, p.23-30, 2011.

MARTINS, C. A. O. **Avaliação de caracteres agronômicos de linhagens com ou sem lipoxigenases nas sementes**. 2001. 188 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MARWANTO. Soybean seed coat characteristics and its quality losses during incubator aging and storage. **Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia**, v.6, n.2, p.57-65, 2004.

MARWANTO. Genotypic differences in soybean seeds for resistance to Field deterioration: II. The role of seed coat characteristics. **Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia**, v.5, n.2, p.58-63, 2003.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; NETO, A. I. A.; ABREU, V. G. Influencia da densidade de sementeira sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; RUBIN, S. A. L.; BERNARDI, G. E. Caracterização de vagens e sementes de soja. **Ciência Rural**, v.27, n.3, 1997.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; CRUZ, H. L.; MENEGHELLO, G. E.; FERRARI, C. S.; ZIMMER, P. D. Diferenças estruturais entre tegumentos de sementes de soja com permeabilidade contrastante. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.23-29, 2009.

MING-WEI, Z. e BAO-JIANG, G. Nutritional functions and exploitation of black cereal and oil food resources. **Journal of South China Normal University**, n.2, 2001 (Natural Science Edition).

MORAIS, A. A. C.; SILVA, A. L. Valor nutritivo e funcional da soja. **Revista Brasileira de Nutrição Química**. Porto Alegre: v.15, n.2, p.306-315, 1996.

MÜLLER, L. Taxionomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A Soja no Brasil**. 1981, p.65-104.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Evangraf, 2005. 30 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, M. N. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. FUNEP, 1994, p.49-85.

NAKAMURA, Y.; KAIHARA, A.; YOSHII, K.; TSUMURA, Y.; ISHIMITS, S.; TONAGA, Y. Content and composition of isoflavonoids in mature or immature beans and bean sprouts consumed in Japan. **Journal of Health Science**, v.47, n.4, p.294-406, 2001.

NEPA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 2011. Unicamp.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Estádios fenológicos da soja. 2000. Disponível em: <bioinfo.cnpso.embrapa.br/seca/index.php/.../estádios-fenologicos>. Acesso em: 29 de junho de 2012.

NÓBREGA, L. H. P.; VIEIRA, R. D. Avaliação e classificação de cultivares de soja quanto ao comprimento do hipocótilo, sob condições de laboratório e de casa de vegetação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.2, p.160-164, 1995.

OLIVEIRA, M. A.; CARRÃO PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S.; CAMPOS FILHO, P. J.; VICENTINI, M. B. Quantificação dos teores de açúcares, oligossacarídeos e amido em genótipos/cultivares de soja (*Glycine max* (L) Merrill) especiais utilizados na alimentação humana. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.13, n.1, p.23-29, 2010.

ORF, J. Introduction. In: BILYEU, K.; RATNAPARKHE, M. B.; KOLE, C. (Ed.). **Genetics, genomics and breeding of soybean**. Clemson: Science Publishers, 2010, p. 1-18.

PELUZIO, J. M.; VAZ-DE-MELO, A.; AFFÉRI, F. S.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; NASCIMENTO, I. R.; FIDELIS, R. R. Variabilidade genética entre cultivares de soja sob diferentes condições edafoclimáticas. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.2, n.3, p.21-29, 2009.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; RAMBO, L.; FERREIRA, F. G. Métodos para a estimativa do potencial da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.337-344, 2005.

RAMADAN, E. A. Effect of processing and cooking methods on the chemical composition, sugar and phytic acid of soybeans. **Food and Public Health**, v.2, n.1, p.11-15, 2012.

REN, S. C.; LIU, Z. L.; WANG, P. Proximate composition and flavonoids content and *in vitro* antioxidant activity of 10 varieties of legume seeds grown in China. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.6, n.2, p.301-308, 2012.

RIBEIRO, M. L. L.; IDA, E. I.; OLIVEIRA, M. C. N. Efeito da germinação de soja cv. BR 13 e Paraná sobre ácido fítico, fósforo total e inibidores de tripsina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.1, p.31-36, 1999.

ROCHA, R. S. **Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude**. 2009. 61p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Piauí, Piauí.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F.; LUZ, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: v.36, n.6, p.431-437, 2001.

ROSSINI, M. C.; IRIGON, D. L.; KRZYZANOWSKI, F. C.; VERNETTI, F. J. Caracterização de 26 cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] recomendadas para a região sul – Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.2, p.227-235, 1995.

RUZYDI, M.R.; NORALIZA, C. W.; AZRINA, A.; ZULKHAIRI, A. Nutritional changes in germinated legumes and rice varieties. **International Food Research Journal**, v.18, p.705-713, 2011.

SANTOS, E. L.; PÓLA, J. N.; BARROS, A. S. R.; PRETE, C. E. C. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.20-26, 2007.

SHAH, S. A.; ZEB, A.; MASOOD, T.; NOREEN, N.; ABBAS, S. J.; SAMIULLAH, M.; ALIM, M. M.; MUHAMMAD, A. Effects of sprouting time on biochemical and nutritional qualities of mungbean varieties. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.22, p.5091-5098, 2011.

SHELAR, V. R. Role of mechanical damage in deterioration of soybean seed quality during storage – a review. **Agricultural Reviews**, v.29, n.3, p.177-184, 2008.

SHIH, M. C.; YANG, K. T.; KUO, S. J. Optimization process of black soybean natto using response surface methodology. **Journal of Food Science**, v.74, n.6, p. 294-301, 2009.

SHIN, D. H. **Utilization of soybean as food stuffs in Korea**. 1997. Disponível em: <http://cdn.intechopen.com/pdfs/19976/InTechUtilization_of_soybean_as_food_stuffs_in_korea.pdf>. Acesso em: 04 de julho de 2012.

SHURTLEFF, W.; AOYAJI, A. **History of soy sprouts**. 2007. Disponível em: <<http://www.soyinfocenter.com/HSS/sprouts.php>>. Acesso em: 26 de março de 2012.

SILVA, M. S.; NAVES, M. M. V.; OLIVEIRA, R. B.; LEITE, O. S. M. Composição química e valor proteico de resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.571-576, 2006.

SILVA, S. O.; OLIVEIRA, E. F.; OLIVEIRA, G. B. A.; SILVA, J. B.; CAMPOS-FILHO, P. J.; MANDARINO, J. M.G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Composição centesimal e solubilidade da proteína de cultivares de soja especiais para alimentação humana no processamento de extrato solúvel de soja. **III Jornada Acadêmica da Embrapa Soja – resumos expandidos**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 134-138.

SILVEIRA NETO, A. N.; OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, A. B.; GODOI, C. R. C.; PRADO, C. L. O.; PINHEIRO, J. B. Desempenho de linhagens de soja em diferentes locais e épocas de semeadura em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.2, p.103-108, 2005.

TOLEDO, T. C. F.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, V.; PIEDADE, S. M. S. Composição, digestibilidade protéica e desaminação em cultivares brasileiras de soja submetidas à radiação gama. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas: v.27, n.4, p.812-815, 2007.

USDA: Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Soybeans: world supply and distribution**. 2012. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdreport.aspx?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrievalID=706&hidReportRetrievalTemplateID=8>>. Acesso em: 07 de março de 2012.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C. A. S.; SILVA, A. C. T. M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.90-96, 2007.

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

VIANA, S. F.; GUIMARÃES, V. M.; JOSÉ, I. C.; OLIVEIRA, M. G. A.; COSTA, N. M. B.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. C.; REZENDE, S. T. Hydrolysis of oligosaccharides in soybean flour by soybean α -galactosidase. **Food chemistry**, v.93, n.4; p.665-670, 2005.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.4-1 – 4-26.

VIEIRA, E. S. N.; SCHUSTER, I.; SILVA, R. B.; OLIVEIRA, M. A. R. Variabilidade genética em cultivares de soja determinada com marcadores microssatélites em gel de agarose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1460-1466, 2009.

VILLAS BOAS, E. V. B.; BARCELOS, M. F. P.; LIMA, M. A. C. Tempo de germinação e características físicas, químicas e sensoriais de brotos de soja e de milho nas formas isoladas e combinadas. **Ciência Agrotécnica**, v.26, n.1, p.148-156, 2002.

WANG, S. H.; BORGES, G. G.; CABRAL, L. C.; ARAÚJO, F. B. Efeito da proporção canjiquinha: soja na solubilidade, dispersibilidade e propriedades emulsificantes de mingaus desidratados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.2, p.357-362, 2001.

YUN, H. T.; PARK, K.Y.; KIM, Y.H.; LEE, Y. H.; KU, J. H.; MOON, J. K.; RYU, Y. H.; LEE, C. K.; KIM, S. D. A new soybean variety with black seed coat for cooking with rice Geomjeongkong 3. **Korean Journal of Breeding**, v.35, n.3, p.201-202, 2003.

ŽILIĆ, S.; ŠUKALOVIĆ, V. H. T.; SREBRIĆ, M.; DODIG, D.; MAKSIMOVÍĆ, M.; DRINIC, S. M.; CREVAR, M. Chemical composition as quality parameters of ZP soybean and wheat genotypes. **Genetika**, v.41, n.3, p.297-308, 2009.