



DAYLIANE BERNARDES DE ANDRADE

**SISTEMA DE ANÁLISE DE SEMENTES (SAS)
NA DETECÇÃO DE MISTURAS VARIETAIS E
DE SEMENTES ESVERDEADAS EM SOJA**

LAVRAS - MG

2014

DAYLIANE BERNARDES DE ANDRADE

**SISTEMA DE ANÁLISE DE SEMENTES (SAS) NA DETECÇÃO DE
MISTURAS VARIETAIS E DE SEMENTES ESVERDEADAS EM SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração Sementes, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho

LAVRAS – MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Andrade, Dayliane Bernardes de.

Sistema de análises de sementes (SAS) na detecção de misturas
varietais e de sementes esverdeadas em soja / Dayliane Bernardes de
Andrade. – Lavras : UFLA, 2014.

78p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Maria Laene Moreira de Carvalho.

Bibliografia.

1. Sementes - Qualidade. 2. Análise de imagens. 3.
Glycinemax.I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.3421

DAYLIANE BERNARDES DE ANDRADE

**SISTEMA DE ANÁLISE DE SEMENTS (SAS) NA DETECÇÃO DE
MISTURAS VARIETAIS E DE SEMENTES ESVERDEADAS EM SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração Sementes, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de fevereiro de 2014.

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho	UFLA
Dr. Silvio Moure Cícero	ESALQ
Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa	EMBRAPA

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho
Orientadora

LAVRAS - MG
2014

*A Deus, por estar sempre guiando meus passos e
por ter me concedido a vida.*

*Aos meus pais, Renice e Tião Hélio, pelo amor incondicional e pela
força que sempre me deram. Vocês foram essenciais para
a conclusão desta etapa*

A minha irmã Danyelle, pela amizade, confiança e carinho.

Ao Tarcinho, pelo amor, paciência e companheirismo sempre.

*Em especial, a minha vó Maria que mesmo não estando presente
sei que lá de cima ora por mim.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À orientadora, Maria Laene Moreira de Carvalho, pelos ensinamentos, amizade, dedicação e conselhos transmitidos.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Agricultura e ao Setor de Sementes, pela oportunidade oferecida.

À agência de fomento CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa COODETEC, Dow AgroSciences e empresa Tbit, pela parceria no trabalho conduzido.

Aos professores, Renato Mendes Guimarães, Heloísa Oliveira, João Almir de Oliveira e aos pesquisadores Antônio Rodrigues Vieira e Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa, pela atenção e amizade.

Aos membros da banca examinadora: Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho, Dr. Silvio Moure Cícero e Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa.

A amiga Crislaine e Andrea pela amizade, atenção e apoio, e a aluna de iniciação científica, Stéphanie pela ajuda no trabalho.

Aos queridos Eric e Alice por tornarem meus dias mais alegres.

Aos funcionários do Setor de Sementes, pelo auxílio na execução do trabalho.

Obrigada!

RESUMO

A soja é uma cultura de grande importância econômica e social para o Brasil, sendo a utilização de sementes de alta qualidade na semeadura fundamental para a obtenção de altas produtividades. A presença de sementes esverdeadas e misturas varietais que ocorrem durante o processo produtivo tem afetado a qualidade dos lotes comerciais. A análise de imagens por meio de sistemas computadorizados é uma técnica promissora, não destrutiva, rápida e objetiva, que vem sendo utilizada para avaliação da qualidade de sementes. Recentemente foi desenvolvido pela empresa Tbit o equipamento SAS (Sistema de Análise de Sementes) que possui potencial para analisar a qualidade física e fisiológica das sementes. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a possibilidade de utilização da análise de imagem com o uso do equipamento SAS e comparar sua eficiência com os métodos tradicionais utilizados na avaliação da qualidade física de lotes de sementes de soja. Para as análises de sementes esverdeadas foram utilizadas amostras com porcentagens pré-determinadas de mistura de sementes verdes (5% a 50%). A eficiência do equipamento SAS na identificação de sementes esverdeadas foi de 99,51%. Na detecção de misturas varietais foi utilizada a descrição morfológica de sementes bem como a análise visual das sementes e suas imagens. Foram utilizadas redes de decisão com base nas principais características diferenciais entre as cultivares. É possível a utilização do equipamento SAS[®] para diferenciação de cultivares de soja, principalmente quando se avalia a cor do hilo.

Palavras-chave: Qualidade de sementes. Análise de imagens. *Glycine max*.

ABSTRACT

Soybean is a crop of great economic and social importance to Brazil. The use of high quality seeds at sowing is fundamental to obtain high productivity. The presence of green seeds and varietal mixture that occur during the production process has affected the quality of commercial lots. Image analysis through computer systems is a promising technique, non-destructive, rapid and objective that has been used to evaluate the seeds quality. Currently, it was developed by the company Tbit the SAS equipment (Seed Analysis System) that has the potential to analyze the physical and physiological seeds quality. The present work was realized with the objective to verify the possibility of using image analysis using the SAS equipment and compare their performance with traditional methods used in assessing the physical quality of soybean seeds lots. For the green seeds analysis was used samples with predetermined percentage of green seeds mixture (5% to 50%). The SAS efficiency of identify green seeds was 99.51%. In detection of varietal mixtures was used morphological description of seeds, as well as visual analysis of seed and their images. Decision networks were used based for the main differential characteristics among the cultivars. It is possible use the SAS[®] equipment for differentiation of soybean cultivars, especially when evaluating the color of hilum.

Keywords: Seeds quality. Image analysis. *Glycine max*.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 Porcentagem de acerto pelo SAS na identificação de sementes esverdeadas em amostras com misturas pré-definidas de sementes esverdeadas de soja	46
---	----

CAPÍTULO 3

Tabela 1 Resultados referentes ao descritor cor do hilo de acordo com as análises realizadas pelo SAS [®] , melhorista e analistas para caracterização das 21 cultivares estudadas.	60
Tabela 2 Resultados da forma da semente de acordo com as análises feitas pelo SAS [®] , melhorista e analistas para caracterização das 21 cultivares estudadas.....	61
Tabela 3 Resultados do brilho do tegumento de acordo com as análises feitas pelo SAS [®] , melhorista e analistas para caracterização das 21 cultivares estudadas.....	63

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1 Equipamento SAS Pro - Sistema de Análise de Sementes42
- Figura 2 Curvas de regressão para análise da porcentagem de sementes normais, sementes esverdeadas e erro médio do equipamento em relação a porcentagem construída de sementes esverdeadas.47

CAPÍTULO 2

- Figura 1 Estrutura da Rede de decisão forma da semente, com base na circularidade por FFCm de sementes de soja de diferentes cultivares.....57
- Figura 2 Estrutura da Rede de decisão “brilho do tegumento”, com base na luminosidade média de sementes de soja de diferentes cultivares.57
- Figura 3 Estrutura da Rede de decisão “alongamento”, com base na característica rácio de modificação de sementes de soja de diferentes cultivares.....58
- Figura 4 Estrutura da Rede de decisão “cor do hilo”, com base nas características dominância preta, luminosidade média e saturação média de sementes de soja de diferentes cultivares.....58
- Figura 5 Dendograma de Similaridade entre 21 cultivares de soja por meio dos descritores morfológicos de sementes avaliados pelo melhorista.64
- Figura 6 Dendograma de Similaridade entre 21 cultivares de soja por meio da avaliação dos descritores morfológicos de sementes realizados pelos analistas.65

Figura 7 Dendograma de similaridade das 21 cultivares de soja por meio da avaliação dos descritores morfológicos de sementes realizados pelo SAS.	66
Figura 8 Análise dos componentes principais das 21 cultivares de soja com relação a análise aos descritores morfológicos realizados pelo melhorista.	68
Figura 9 Análise dos componentes principais das 21 cultivares de soja com relação aos descritores morfológicos fornecidos pela análise do SAS..	69
Figura 10 Análise dos componentes principais das 21 cultivares de soja com relação aos descritores morfológicos fornecidos pela avaliação dos analistas	70
Figura 11 Gráfico Biplot relacionado às avaliações realizadas pelos analistas e equipamento SAS® e de acordo com os descritores avaliados pelo melhorista para a característica cor do hilo em 21 cultivares de soja.	72
Figura 12 Gráfico Biplot relacionado as avaliações realizadas pelos analistas e equipamento SAS® e de acordo com os descritores avaliados pelo melhorista para a característica brilho do tegumento em 21 cultivares de soja.	74
Figura 13 Análise dos componentes principais relacionados às avaliações realizadas pelos analistas e equipamento SAS® e de acordo com os descritores avaliados pelo melhorista para a característica forma da semente em 21 cultivares de soja.	76

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL	13
1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	A cultura da soja	15
2.2	Sementes esverdeadas em soja	17
2.3	Identificação de mistura varietal em sementes de soja	20
2.4	Análise de imagens	23
2.4.1	Imagem digital	23
2.4.2	Análise de imagens de sementes	25
2.4.3	Redes neurais artificiais e redes de decisão	28
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS	30
	REFERÊNCIAS	31
	CAPÍTULO 2: Detecção de sementes verdes esverdeadas em lotes de soja pelo SAS (Sistema de Análise de Sementes)	36
1	INTRODUÇÃO	38
2	MATERIAL E MÉTODOS	41
2.1	Obtenção das sementes	41
2.1.1	Separação visual das sementes de soja	41
2.1.2	Captura e análise de imagens das sementes de soja	41
2.2	Análise estatística	43
4	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49
	CAPÍTULO 3: Avaliação de misturas varietais de soja pelo Sistema de Análise de Sementes (SAS)	50
1	INTRODUÇÃO	53
2	MATERIAL E MÉTODOS	55
2.1	Análise visual	55

2.1.2	Captura e análise de imagens pelo equipamento SAS	55
2.1.3	Construção das redes de decisão	56
2.2	Análise estatística	59
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.1	Análise de Similaridade entre as cultivares	64
3.2	Análise dos Componentes Principais	67
	REFERÊNCIAS	78

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

Os recentes avanços tecnológicos na agricultura e biotecnologia têm possibilitado o aumento da produção e da produtividade de culturas como a da soja, geradora de divisas para o país, tanto pela sua utilização na alimentação humana e animal, como pela sua recente utilização como fonte de óleo vegetal para biocombustíveis.

A semente, no contexto da produção da soja, tem sido fundamental na condução de novas tecnologias para as áreas de produção, mas ao mesmo tempo tem demandado maior atenção no sentido de agregação de valor e potencial de qualidade.

Dentre os problemas atuais na produção de sementes de soja, se destacam aspectos como a sua sensibilidade as intempéries no campo e armazenamento, bem como a dificuldade de detecção de misturas varietais em lotes comerciais.

As empresas comerciais têm se deparado com problemas como o aparecimento de soja esverdeada, ocasionada por variações climáticas bruscas, que notadamente, afetam a qualidade da semente. Da mesma forma, os procedimentos de controle de qualidade esbarram na dificuldade de detecção de misturas varietais, que podem ocorrer durante a produção ou manejo dos lotes.

A mecanização e a automação de procedimentos analíticos têm possibilitado avanços no controle de qualidade de sementes de várias espécies. A análise de imagens tem se destacado como uma técnica não destrutiva, rápida, objetiva e extremamente eficiente para a investigação da qualidade das sementes.

Essa técnica visa à captura e processamento de imagens por meio de *software* que extrai várias informações das sementes como forma, tamanho, coloração, danos mecânicos, ou mesmo particularidades das sementes como cor e formato de hilo. Dentre os equipamentos e programas computacionais utilizados na análise de imagens, o equipamento SAS (Sistema de Análise de Imagens), desenvolvido pela empresa Tbit, é o único equipamento no mercado nacional desenvolvido especificamente para análise visual das sementes e processar dados da análise, em forma de gráficos, histogramas, tabelas, que auxiliam na distinção de características físicas.

A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de verificar a possibilidade de utilização da análise de imagens com o uso do equipamento SAS e comparar sua eficiência com os métodos tradicionais utilizados na avaliação de atributos físicos e genéticos em sementes de soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1A cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é cultivada em todo o mundo, é originária da China e explorada no Oriente há mais de cinco mil anos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2004). Devido ao seu grande valor alimentício, a soja espalhou-se em outros locais dessa região, como Coréia e Japão. Durante os séculos 15 e 16, essa cultura começou a ser cultivada no Ocidente (PAIVA; ALVES; HELENO, 2006) e chegou ao Brasil vinda dos Estados Unidos, no ano de 1882, pelo pesquisador Gustavo Dutra, professor da Escola de Agronomia da Bahia. Em 1900 e 1901, o Instituto Agrônomo de Campinas, SP, realizou a primeira distribuição de sementes de soja para os produtores paulistas e no Sul do país nessa mesma época aconteceu o primeiro cultivo da cultura. Somente a partir da década de 60 foi que a soja se fixou como cultura economicamente importante para o Brasil (EMBRAPA, 2004).

A soja é uma das culturas mais marcantes no cenário brasileiro, de grande importância socioeconômica, em função das diversas utilidades de seus produtos e subprodutos e também por sua expressão no mercado interno e exportação (BRACCINI et al., 2003). O Brasil é considerado o segundo maior produtor de soja, ficando atrás somente dos EUA, e é o maior exportador mundial (EMBRAPA, 2013).

Na Safra 2012/2013, de acordo com o relatório de junho do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA (2013), o Brasil produziu 82 mil toneladas de grãos de soja e exportou 37,9 mil toneladas. Os maiores produtores de soja no Brasil são os estados do Mato Grosso e Paraná (EMBRAPA, 2013). Já a produção de sementes no Brasil na safra 2010/2011 foi

de aproximadamente 1.592.058 toneladas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM, 2013).

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma planta herbácea, pertence à classe *Dicotyledoneae*, ordem *Rosales*, família *Leguminosae*, subfamília das *Papilionoideae*, gênero *Glycine* L. Possui variedade de ciclo, sendo que as cultivares do Brasil geralmente apresentam duração de ciclo entre 100 e 160 dias e estes são classificados em precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio. Pode apresentar crescimento determinado, indeterminado e semideterminado. É uma espécie autógama, as sementes são lisas, ovais, globosas ou elípticas e podem ter cor amarela, preta ou verde, com coloração do hilo variando em marrom, preta ou cinza (CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM SOJA - CISOJA, 2013).

Para o sucesso de uma lavoura e para que a produtividade atinja níveis elevados é preciso utilizar sementes com alta qualidade. Sementes de baixa qualidade implicam em baixo estande de plantas, atingindo assim baixa produtividade da lavoura (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 2003).

Altos níveis de qualidade em soja são observados em sementes que possuem características fisiológicas e sanitárias, como elevadas taxas de germinação, de vigor e ausência de micro-organismos patogênicos, bem como pureza física e varietal. Todas essas características são responsáveis por um desempenho de plantas no campo e obtenção de produtividade elevada (FRANÇA NETO et al., 2010).

Como a semente é fundamental para o estabelecimento da cultura da soja, ela pode estar sujeita a uma série de problemas que afetam sua qualidade. Nos últimos anos a soja vem apresentando altos índices de sementes esverdeadas que ocorrem pelas alterações climáticas no final do ciclo e que afetam a qualidade dos lotes.

A mistura varietal é também outro problema com que se deparam os produtores, uma vez que sua detecção nos programas de controle de qualidade é dificultada pela semelhança entre as cultivares que são lançadas anualmente pela estreita base genética. A cor do hilo, característica utilizada para distinção de cultivares, é afetada pela variação edafoclimática nas condições de produção das sementes de soja.

2.2 Sementes esverdeadas em soja

A produção nacional de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), principalmente no Centro-Oeste do Brasil, está sendo afetada pela ocorrência de um problema que também requer atenção em outros países, a ocorrência de sementes esverdeadas em lotes comerciais. Como consequência desse fenômeno, segundo Zorato et al. (2007) no estado do Mato Grosso têm sido verificados prejuízos na emergência de plântulas em campo e também, a remoção de vários lotes de sementes, devido à baixa qualidade.

No processo de maturação a quantidade de clorofila é reduzida com o resultado da atividade enzimática da clorofilase, que degrada a clorofila e, como consequência, a cor verde desaparece, dando lugar a cor amarela, normal da semente madura de soja. Condições estressantes para a planta de soja, como altas temperaturas e períodos secos durante a maturação também podem influenciar e interromper a atividade da clorofilase antes da clorofila ser totalmente degradada (RANGEL et al., 2011).

A coloração verde em sementes de soja após a maturidade fisiológica pode ser ocasionada por diversos fatores. A frequência de sementes esverdeadas em um lote é instável e depende do tipo, da intensidade, de quando acontecerão os estresses que as sementes estão vulneráveis e, também, da sensibilidade genética da cultivar (FRANÇA NETO et al., 2012).

Dentre os estresses ambientais que ocasionam a morte prematura ou a maturação forçada da planta de soja são citadas as doenças de raiz, como a fusariose, de colmo, como o cancro da haste e de folhas, como a ferrugem asiática, grande ataque de insetos, déficit hídrico nas fases finais de enchimento de grãos e de maturação, especialmente se combinado com altas temperaturas; e ocorrência de geada. Há também o manejo inadequado de lavouras, que pode resultar na produção de semente esverdeada (FRANÇA NETO et al., 2012).

A clorofila que é considerada como receptor de energia luminosa na fotossíntese, em várias ocasiões, resulta em parâmetro negativo com a redução do vigor e da germinação de sementes de soja (ZORATO et al., 2007). Com a redução da qualidade fisiológica nas sementes de soja, ocorre a inviabilização de sua comercialização e uma informação imprescindível para os produtores de sementes é a determinação do nível máximo de sementes esverdeadas num lote de sementes (PÁDUA et al., 2007).

As clorofilas são a classe de pigmentos encontrados na natureza, em folhas e várias outras partes dos vegetais. É de grande importância no processo fotossintético e ocorrem nos cloroplastos, juntamente com as proteínas e lipídios. Nesse mesmo local associado com as clorofilas observam-se os carotenoides, outra classe de pigmentos. As clorofilas podem ser chamadas de clorofila a e clorofila b, na quantidade de 1:3 (clorofila a/ clorofila b) (BOBBIO; BOBBIO, 2003). Essas clorofilas são encontradas em maior quantidade e possuem um grupo – CH₃ ou – CHO no C3 na qual diferem entre si (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

O processo de degradação da clorofila na senescência começa pela influência de fatores externos como estresse hídrico, redução da luz, mudanças de temperatura, aumento dos níveis de etileno ou outro fator. No interior das células ocorrerão mudanças na expressão gênica que dará início a síntese e

degradação de proteínas e são essas mudanças que resultam na degradação de clorofila (HEATON; MARANGONI, 1996).

O processo de degradação da clorofila compreende diversas etapas. O íon de Mg^{2+} , encontrado nas clorofilas, é removido com facilidade por meio de ácidos, formando a feofitina, de coloração verde oliva. Enzimas como a clorofilase hidrolisam o grupo fitila, resultando na clorofilida, verde, solúvel em água. Como resultado da eliminação do grupo fitila e do Mg^{2+} , há formação dos feoforbídeos, de coloração verde castanho e podem ocorrer mudanças oxidativas que resultará em produtos incolores de degradação (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

Segundo Sinnecker et al. (2002) as alterações na coloração de sementes de soja na fase de maturação, demonstram a degradação da clorofila e seu grau depende das taxas de secagem. Há uma redução na coloração verde nos estádios mais avançados da maturação e o amarelecimento das sementes acontecem de forma mais rápida no período de maturação quando a secagem das sementes ocorre à temperatura de 25° C quando comparada a uma secagem de 40°C.

Pádua et al. (2009) puderam concluir que o estresse hídrico combinado com alta temperatura (28°C a 36°C) na fase R6 observa-se alta incidência de sementes verde, e há um decréscimo no peso de 100 sementes. O forte estresse hídrico na fase R7.2 juntamente com temperaturas normais (19°C a 26°C) não procede na ocorrência de níveis significativos de semente verde.

Em estudos realizados por Costa et al.(2001) foi constatado que teores de 10% de sementes verdes, encontrados em lotes de sementes de soja, poderá acontecer um decréscimo no vigor, na viabilidade e na germinação, sobretudo quando a cor verde estiver limitada na área da plúmula, radícula e hipocótilo.

De acordo com Zorato et al. (2007) foi verificado que a presença de clorofila prejudica o vigor e a germinação das sementes. E quanto maior a porcentagem de sementes verdes num lote, maiores as chances de redução da qualidade.

Já Onyilagha et al.(2011) trabalhando com sementes de canola com diferentes quantidades de clorofila, concluíram que as sementes que possuíam alta quantidade de clorofila estão mais predispostas a deteriorar-se, em condições ambientais desfavoráveis quando comparadas com sementes que possuíam menor quantidade de clorofila. Também observaram que o alto teor de clorofila na semente prejudica o vigor de plântulas e desempenho geral no campo.

Para determinação da qualidade e maturidade das sementes foi apresentado por Jalink et al. (1998) o método de fluorescência da clorofila dotegumento realizado em sementes de repolho. Esses autores utilizaram 4 subamostras dessas sementes com baixa, média, alta e muita alta intensidade de fluorescência. Eles concluíram ser um método não invasivo, apresentar grande sensibilidade, alta velocidade para determinação da fluorescência e especificidade por um único elemento, a clorofila. Os autores conseguiram resultados que apresentaram uma relação inversa entre a magnitude da fluorescência da clorofila e a qualidade das sementes.

Diante aos resultados de pesquisa fica claro que a presença de soja esverdeada em lotes de soja influencia a sua qualidade e conseqüentemente a sua comercialização. O método utilizado na rotina de laboratório para a análise de sementes esverdeadas é a seleção visual, sendo um método moroso e subjetivo. A análise de imagens é uma técnica promissora e que tem elevado potencial para separar as sementes esverdeadas de soja. O equipamento SAS pode proporcionar uma análise computadorizada eficiente para diferenciação e seleção de sementes esverdeadas em soja.

2.3 Identificação de mistura varietal em sementes de soja

Juntamente com os danos mecânicos, a mistura varietal é classificada pelos tecnologistas como um dos fatores mais problemáticos na produção de sementes de soja (LOPES et al., 2011).

Depois de autorizada a Lei de Proteção de Cultivares, nº 9.456, ratificada no Brasil em 1997, as variedades vegetais criadas em programas de melhoramento genético passaram a ser protegidas (MENEZES et al., 2008), aumentando a importância do desenvolvimento de técnicas para a identificação de cultivares. Além disso, a detecção de mistura de cultivares em lotes nos programas de controle de qualidade de sementes é fundamental para garantir a identidade genética do material comercializado.

Descritores morfológicos e marcadores bioquímicos de proteínas e enzimas foram empregados como métodos de distinção e caracterização de dez cultivares de soja. Pelos resultados obtidos nesta pesquisa, os autores verificaram que o uso de marcadores bioquímicos e o uso de descritores morfológicos são técnicas eficientes para caracterizar as cultivares de soja (VIEIRA et al., 2009). Várias são as pesquisas desenvolvidas que demonstram o potencial dessas técnicas.

Rossini et al. (1995) estudaram a descrição minuciosa das características relacionadas às sementes, plântulas e plantas de diversas cultivares de soja. Características avaliadas na pesquisa como a forma do hilo, a atividade da peroxidase e a cor do hipocótilo devem ser utilizadas para a verificação de outras espécies e cultivares, já a cor do hilo pode ter alterações de coloração na mesma cultivar. Para a identificação de cultivares de soja pode ser usada uma relação entre os descritores como a cor da flor e do hipocótilo e entre a cor da flor, da pubescência da planta e da cor do hilo. Características como a forma e amassa da semente, o tamanho do hilo e o comprimento do hipocótilo não podem ser usados na identificação de cultivares.

Já Rabel et al.(2010) trabalharam com marcadores moleculares microssatélites para analisar diferenças na coloração do hilo em sementes de soja. Os autores desse estudo concluíram que a utilização de marcadores microssatélites mostra que alterações na cor do hilo muitas vezes não equivalem a variações na genética.

Técnicas de marcadores moleculares que envolvem a análise de DNA e de proteínas são consideradas técnicas rápidas, precisas, mas de alto custo. Atualmente, existem mais de 1000 registros de cultivares de soja no RNC (Registro Nacional de Cultivares) (BRASIL, 2013) e para diferenciar essas cultivares são usados cerca de 38 descritores morfológicos entre os obrigatórios e os adicionais. A quantidade de descritores morfológicos ainda não é o bastante para diferenciar as cultivares, necessitando assim aumentar a lista de descritores utilizados (NOGUEIRA et al., 2008).

Na rotina dos laboratórios ainda se tem efetuado para distinção das cultivares a análise por meio dos descritores morfológicos das sementes e plântulas. Em sementes de soja avalia-se a cor, o formato do hilo e da semente e o brilho do tegumento. Com relação a plântulas e plantas, avaliam-se a cor do hipocótilo, da pubescência, o tipo de crescimento, dentre outros. Essas características, no entanto apresentam variações praticamente imperceptíveis ao olho humano, o que dificulta o trabalho de identificação.

Para Rossini et al. (1995) a coloração do hilo geralmente é igual em todas as sementes da mesma planta, ao menos que ocorra uma mutação genética.

A cor do hilo é considerada um descritor obrigatório na identificação de uma nova cultivar. Ele pode expressar diferenças na sua coloração devido à sua origem genética ou as condições ambientais submetidas. Nos laboratórios de análise de sementes esse descritor é de extrema importância, tanto para distinguir cultivares como para caracterizar misturas varietais (CARPENTIERI-

PÍPOLO et al., 2007). O hilo pode apresentar coloração cinza, amarela, marrom claro, marrom médio, preto imperfeito e preto (BRASIL, 2013).

A cor, brilho e formato das sementes apresentam variações sutis entre as cultivares, mas a técnica de análise computadorizada das imagens obtidas pode auxiliar na diminuição da subjetividade na interpretação dos resultados. Além disso, é uma análise mais rápida e não destrutiva.

2.4 Análise de imagens

2.4.1 Imagem digital

Uma imagem é composta por uma função bidimensional, $f(x, y)$ sendo que x e y são denominadas coordenadas espaciais, e a amplitude de f em algum par de coordenadas (x, y) é denominado de intensidade ou nível de cinza da imagem. A imagem digital é formada quando os valores de suas coordenadas e amplitude forem quantidades determinadas e discretas (GONZALEZ; WOODS, 2010).

A imagem digital é formada por uma combinação de elementos finitos, cada um com determinado valor e localização (GONZALEZ; WOODS, 2010). Esses elementos são denominados de “*pixels*” e constituem os elementos formadores de uma matriz digital (GONZALEZ; WOODS, 2000).

O processamento digital de imagens compreende basicamente 4 etapas: a aquisição da imagem, pré-processamento, segmentação e a análise. A aquisição da imagem pode ser realizada por meio de uma câmera fotográfica, *scanner* ou outro sensor que produza uma imagem digital. A próxima etapa consiste em realizar melhorias na imagem, como fazer realces de contraste e

remoção de ruídos e assim garantir sucesso nas próximas etapas (GONZALEZ; WOODS, 2000).

Segundo Marques Filho e Vieira Neto (1999), a etapa de aquisição da imagem possui como objetivo transformar uma imagem em uma representação numérica ajustada para posteriormente seguir o processamento digital.

A segmentação consiste na etapa do processo que divide a imagem em suas partes constituintes. A limiarização é uma das ferramentas de grande importância que constitui a segmentação de imagens, ela se caracteriza por reconhecer e distinguir uma imagem do seu fundo (GONZALEZ;WOODS, 2000).

Na limiarização por cor, diversos são os modelos de cores que distinguem os *pixels* do objeto e os do fundo da imagem, tais como os modelos de RGB, HSV, CIELab e YCbCr.

O Modelo HSI (*hue, saturation, intensity*) é também chamado de modelo HSV (*hue, saturation, value*). Esse modelo distingue os elementos de matiz, saturação e intensidade da informação de cor exibida em uma imagem da maneira como o olho humano a compreende (MARQUES FILHO; VIEIRA NETO, 1999).

O Modelo RGB é formado pelas cores Vermelho (*red*), verde (*green*) e azul (*blue*), é um modelo fundamentado em um sistema de coordenadas cartesianas e se aplica mais em câmeras e monitores de vídeo(MARQUES FILHO; VIEIRA NETO, 1999).

O Modelo CIELab é uma transformação linear de coordenadas XYZ em L^* , a^* , b^* . Para qualquer sistema de cores RGB é um triângulo no diagrama cromaticidade CIE xyY (HOFFMANN, 2013).

Segundo Datacolor International (2013), o sistema CIELab ordena e descreve todas as cores de acordo com a teoria oponente da visão de cor. Essa teoria retrata que as cores não podem ser percebidas ao mesmo tempo como o

vermelho e verde ou o amarelo e azul ao mesmo tempo. Porém, uma cor pode ser percebida como a combinação de: vermelho e amarelo, vermelho e azul, verde e amarelo, ou verde e azul. No espaço de cor CIEL * a * b *, as coordenadas da cor nesse sistema retangular são: a coordenada L * que é a coordenada de luminosidade. Já a coordenada a *, é a coordenada de vermelho/verde, com +a * indicando o vermelho, e - a * indicando o verde e por último a coordenada b *, que é a coordenada de amarelo/azul, com +b * indicando o amarelo, e - b * indicando o azul.

Já o Modelo YCbCr é um modelo empregado em diversas técnicas de compressão de vídeo (MARQUES FILHO; VIEIRA NETO, 1999).

Após a aquisição e a limiarização da imagem, ela está pronta para ser analisada, por processos digitais ou redes neurais.

2.4.2 Análise de imagens de sementes

A ciência da computação e a eletrônica tornaram possível a substituição da avaliação visual humana por meios automatizados com isso tem provocado uma abundância de pesquisas nessa área. Ao longo desses recentes anos houve um aumento expressivo e um aperfeiçoamento com relação às pesquisas em análise visual e de imagem (VENORA et al., 2009).

A visão artificial e análise de imagens compõem a base de diversas aplicações, tais como as industriais e civis. As três áreas fundamentais de utilização são os estudos sobre o objeto e análise de formas, a classificação e as avaliações (VENORA et al., 2007).

A identificação de sementes por meio da análise visual é um processo moroso e oferece resultados subjetivos, tornando mais difícil a análise de sementes, tanto para fins comerciais como tecnológicos. Métodos automatizados podem ser embasados em imagens de sementes, por meio dos quais a

categorização das características agregadas ao tamanho da semente, cor, forma, textura são adquiridos de maneira fácil. Dessa forma, o campo de visão da máquina, juntamente com técnicas de classificação, fornece um panorama adequado para a identificação automática de sementes (GRANITTO; VERDES; CECCATO, 2005).

A análise de imagens é um método rápido, objetivo, pouco oneroso, compacto e hoje está se espalhando em variados meios da indústria. Também é considerado um método não destrutivo e suas aplicações em diversos campos da indústria de alimentos e na agricultura têm sido relatadas. Técnicas de análise de imagens podem facilitar o trabalho de identificação de cultivares, determinação de sementes de diferentes cores, danos mecânicos e de classificação de diferentes tamanhos de sementes.

Vários autores estudaram a análise de imagens por meio da técnica de raios-X para avaliar a qualidade em sementes de soja. Dentre os autores, Pinto et al. (2012) avaliaram danos mecânicos em sementes de soja por meio de raio x e observaram que a análise de imagens foi muito útil, permitindo assim a análise detalhada dos efeitos da pressão de impacto e do teor de água nas sementes. Carvalho, Alves e Oliveira (2010) também utilizaram a técnica de raio x para avaliar a qualidade de sementes de mamona e observaram que essa análise não destrutiva possibilita prever o desempenho de plântulas e selecionar sementes de alta qualidade. Forti, Cícero e Pinto (2010) avaliaram danos por umidade pelo uso do raio x em sementes de soja e concluíram que por meio da análise de imagens foi possível avaliar a evolução dos danos por umidade durante o armazenamento.

Venora et al. (2007) também concluíram que o uso da análise de imagens é um método rápido, gastando menos de um minuto para digitalização e medição. É também uma técnica muito fácil de reproduzir, é confiável e não destrutiva.

Com a crescente demanda por produtos de alta qualidade, padrão e segurança vêm ocorrendo avanço de técnicas que atendam esses requisitos, como exemplo, a visão computacional. É uma técnica que pode ser empregada em diversos ramos na indústria alimentar devido à sua capacidade de fiscalização e classificação de frutas e legumes. A análise computacional foi bem aceita para análise de carne e peixe, pizza, queijo e pão, bem como para a qualidade de grãos e suas características (BROSNAN; SUN, 2004).

A análise de imagens vem sendo aplicada em muitos campos como para produtos agrícolas. Características morfológicas, ópticas e texturais de diversificados tipos de cereais e leguminosas, como em lentilhas estão sendo estudadas (VENORA et al., 2007).

Com toda essa busca pela automatização e rapidez dos processos foi desenvolvido o equipamento SAS – Sistema de Análise de Sementes, pela empresa Tbit em 2011, que tem como objetivo fazer a captura de imagens de sementes e processá-las por meio de imagens, histogramas, gráficos e outros que facilitam a análise de imagens das sementes e plântulas.

O equipamento é composto por um módulo de captação e um *software* de análise e possui as versões SAS mini, SAS Pro e o SAS advanced. O objeto para se estudar é colocado sobre uma bandeja acrílica no módulo de captação e sua imagem é capturada por uma ou duas câmeras, dependendo da versão utilizada. O SAS analisa as imagens individualmente de sementes e plântulas e grande número de informações decor, textura e geometria de sementes e uniformidade, vigor e crescimento de plântulas.

A imagem pode ser capturada e depois analisada ou capturada e analisada concomitantemente. Assim que a imagem é capturada é necessário que se faça configurações no plano de fundo para melhor análise das imagens. O SAS possui os modelos de cor HSV, YCbCr e CIELab, a qual pode ser alterada dependendo do objeto de estudo.

A análise dos dados obtidos envolve uma série de técnicas como a RNA e a RD. Recentemente construído, esse equipamento vem sendo utilizado tanto na análise de sementes como de plântulas.

No entanto existe a necessidade de pesquisas que permitam validar o uso desse tipo de análise na rotina de laboratórios para diferentes espécies.

2.4.3 Redes neurais artificiais e redes de decisão

Para a análise de imagens digitais são utilizadas as redes de decisão (RD) e as redes neurais artificiais (RNA). Neste trabalho, a rede de decisão do SAS foi utilizada para criar regras de separação e classificação e utilizou-se para a criação de regras das características das sementes, tais como, cor, forma e brilho.

As redes neurais artificiais possuem comportamento similar às redes biológicas, tentando executar seu procedimento funcional e sua dinâmica. Um dos atributos de maior importância de uma RNAs consiste na habilidade de aprender por meio de exemplos (BRAGA; CARVALHO; LUDERMIR, 2007).

Uma rede neural consiste em um conjunto de neurônios artificiais agregados entre si, que possuem aptidão para desvendar problemas de alto grau de dificuldade (BRAGA; CARVALHO; LUDERMIR, 2007). Mesmo com toda a sua complexidade para resolver problemas, o maior benefício de se utilizar as redes neurais é a sua facilidade, o curto tempo e o esforço computacional utilizado depois de ter realizado o seu treinamento (SOARES; SILVA, 2011).

Para Ferneda (2006) as redes neurais artificiais imitam o método de funcionamento do cérebro humano que é constituído por neurônios que se ligam por meio das sinapses. Resumindo esse processo, a rede neural pode ser explicada por um diagrama de nós onde estes constituem os neurônios e as ligações caracterizam as sinapses.

A fase de aprendizado de uma rede neural resume-se no acerto dos parâmetros da rede, nos pesos das conexões, de todo o conhecimento retido e que foi obtido do ambiente externo. É interesse relatar que o aprendizado está associado ao aperfeiçoamento da rede (BRAGA; CARVALHO; LUDERMIR, 2007).

As RNAs se constituem em uma importante técnica na área de análise de imagens, pois elas auxiliam na tomada de decisões dos problemas propostos.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na produção de sementes de soja são encontrados alguns fatores problemáticos que atrapalham a sua comercialização como a ocorrência de sementes verdes e mistura varietal em lotes de sementes.

Para detecção desses problemas a técnica de análise de imagens se consolida como uma técnica viável e eficiente. Autores como Tourian e Padilha (2008) e Venora et al. (2007) utilizaram a técnica de análise de imagens para diferenciar cultivares de algumas espécies como soja e lentilha e concluíram que essa técnica teve sucesso.

Com a criação do equipamento SAS, este proporciona uma análise mais detalhada do objeto em estudo, avalia individualmente sementes e plântulas, executa uma análise de forma mais rápida e extrai diversas características que auxilia a análise pelo usuário. Portanto há a necessidade de mais estudo com o equipamento SAS para as diversas espécies cultivadas e assim aprimorar as funcionalidades da análise.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Levantamento estatístico**. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/category/estatisticas/#>>. Acesso em: 22 jul. 2013.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003. 237p.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 143 p.
- BRACCINI, A. L. et al. Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e sanidade das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p.76-86, 2003.
- BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. P. L. F.; LUDERMIR, T. B. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 17out. 2013.
- BROSNAN, T.; SUN, D.W. Improving quality inspection of food products by computer vision: a review. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 61, p. 3-16, 2004.
- CARPENTIERI-PÍPOLO, V. et al. Notas científicas - herança de hilo esparramado em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.1, p.127-129, 2007.
- CARVALHO, M. L. M.; ALVES, R. A.; OLIVEIRA, L. M. Análise radiográfica em sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 170-175, 2010.
- CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM SOJA. Disponível em: <http://www.cisoja.com.br/index.php?p=aspectos_botanicos>. Acesso em: 23 jun. 2013.
- COSTA, N. P. et al. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 102-107, 2001.

DATACOLOR INTERNATIONAL. **Commercial color acceptability**: color differences & tolerances. Disponível em: <<http://industrial.datacolor.com/>>. Acesso em: 28 nov. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Soja**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br>>. Acesso em: 4 nov. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . **Tecnologias se produção de soja**: região central do Brasil. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 23 jun. 2013.

FERNEDA, E. Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 25-30, jan./abr. 2006.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por "umidade" e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios x e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 123-133, Sept. 2010.

FRANÇA NETO, J. B. et al. **Semente esverdeada de soja**: causas e efeitos sobre o desempenho fisiológico. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 15 p. (Circular Técnica, 91).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 20, n. 1/2, p. 37-38, 2010.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital image processing**. 3rd. Reading: Addison-Wesley, 2000.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital image processing**. 3rd. New Jersey: Prentice-Hall, 2010.

GRANITTO, P. M.; VERDES, P. F.; CECCATO, H. A. Large-scale investigation of weed seed identification by machine vision. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, v. 47, p. 15-24, 2005.

HEATON, J.W.; MARANGONI, A.G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 7, n. 1, p. 8-15, 1996.

HOFFMANN, G. **CIELab Color Space**. Disponível em: <<http://docs-hoffmann.de/cielab03022003.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2013.

JALINK, H. et al. Chlorophyll fluorescence of the testa of brassica oleracea seeds as an indicator of seed maturity and seed quality. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, p.88-93, Aug. 1998.

KRZYZANOWSKI, F.; FRANÇA NETO, J. B. **Agregando valor à semente de soja**.2003. Disponível em: <<http://www.seednews.inf.br/portugues/seed75/artigocapa75.shtml>>. Acesso em: 24 jun. 2013.

LOPES, M. M. et al. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**,Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 230-238, mar./abr. 2011.

MARQUES FILHO, O.; VIEIRA NETO, H. **Processamento digital de imagens**. Rio de Janeiro: Brasport, 1999.

MENEZES, M. et al. Identificação de cultivares de milho, feijão, algodão e soja por meio de enzimas e proteínas resistentes ao calor. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 2, p.111-122, 2008.

NOGUEIRA, A. P. O. et al. Novas características para diferenciação de cultivares de soja pela análise discriminante. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, dez. 2008.

ONYILAGHA, J. C. et al. Seed Chlorophyll Influences vigor in Oilseed Rape (*Brassica napus* L.var *AC Excel.*). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 3, n. 2, p. 73-79, 2011.

PÁDUA, G. P. et al. Incidence of green soybean seeds as a function of environmental stresses during seed maturation. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 3, p.150-159, 2009.

PÁDUA, G. P. et al. Nível de tolerância de sementes esverdeadas em lotes de sementes de soja após armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 128-138, 2007.

PAIVA, B. M.; ALVES, R. M.; HELENO, N. M. Aspecto socioeconômico da soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 230, p. 7-14, 2006.

PINTO, T. L. F. et al. Análise de imagens na avaliação de danos mecânicos em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 310-316, jul./set. 2012.

RABEL, M. et al. Marcadores moleculares microssatélites na avaliação de sementes de soja com variação na coloração do hilo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 19-25, 2010.

RANGEL, M. A. S. et al. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 127-132, 2011.

ROSSINI, M. C. et al. Caracterização de 26 cultivares de soja [*glycine max* (L.) Merrill] recomendadas para a região sul – Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 227-235, 1995.

SINNECKER, P. et al. Relationship between color (Instrumental and Visual) and Chlorophyll contents in Soybean seeds during ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.50, p. 3961-3966, 2002.

SOARES, P. L. B.; SILVA, J. P. Aplicação de redes neurais artificiais em conjunto com o método vetorial da propagação de feixes na análise de um acoplador direcional baseado em fibra ótica. **Revista Brasileira de Computação**, Passo Fundo, v. 3, n. 2, p. 58-72, set. 2011.

TOURIAN, O. K.; PADILHA, F. R. Reconhecimento de variedades de soja por meio do processamento de imagens digitais usando redes neurais artificiais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 759-769, 2008.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soja**: fornecimento e distribuição mundial. Tabela 7. Relatório mensal de junho de 2013. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdreport.aspx?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrievalID=706&hidReportRetrievalTemplateID=8>>. Acesso em: 23 jun. 2013.

VENORA, G. et al. Identification of Italian landraces of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using an image analysis system. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 121, p. 410-418, 2009.

VENORA, G. et al. Identification of Sicilian landraces and Canadian cultivars of lentil using an image analysis system. **Food Research International**, Barking, v. 40, p. 161–166, 2007.

VIEIRA, E. S. N. et al. Caracterização de cultivares de soja por descritores morfológicos e marcadores bioquímicos de proteínas e isoenzimas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 86-94, 2009.

ZORATO, M. F. et al. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 11-19, 2007.

CAPÍTULO 2: Detecção de sementes esverdeadas em lotes de soja pelo SAS
(Sistema de Análise de Sementes)

RESUMO

A soja é uma das culturas agrícolas de grande importância econômica no país. A presença de sementes esverdeadas em um lote de soja prejudica a sua qualidade fisiológica e para detecção da cor esverdeada é ideal utilizar a técnica de análise de imagens. Para avaliar o uso e a eficiência do equipamento SAS utilizou-se sementes de soja de 5 lotes comerciais produzidas pela empresa COODETEC, das quais foram preparadas amostras com diferentes proporções de sementes esverdeadas (5% a 50%). As sementes esverdeadas foram detectadas nas amostras por análise visual e por captura e processamento de imagens utilizando o SAS Pro. Para avaliação das características das sementes foram construídas redes neurais artificiais (RNA) utilizando-se características de cor, histogramas de canais de cor e textura. Também foi utilizada uma Rede de Decisão que permitiu aferir cada face da semente e obter a classificação como esverdeada ou amarela. Da análise de imagens das sementes foi obtida a eficiência pelo nível de acerto do equipamento em 99,51%.

Palavras-chave: *Glycine max*. Análise de imagens. Sementes verdes.

ABSTRACT

Soybean is one of the crops of great economic importance in the country. The green seeds presence in a lot of soybean affects their physiological quality and to detect the green color is essential to use the image analysis technique. To assess the use and efficiency of the SAS equipment it was used soybean seeds of 5 commercial lots produced by the company COODETEC. The samples were prepared with different proportions of green seeds (5% to 50%). The green beans were detected in the samples by visual analysis and by capturing and processing of images using SAS Pro. For the evaluation of seeds characteristics were constructed artificial neural networks (RNA) using features as color, histograms of color channel and texture. Also, it was used a Network Decision allowing measures each side of the seed and obtain the classification as green or yellow. Realized the image analysis of seeds it was obtained the efficiency by the level of equipment accuracy in 99.51%.

Keywords: *Glycine max*. Image analysis. Green seeds.

1INTRODUÇÃO

A produção de soja é afetada por vários problemas e o aparecimento de sementes esverdeadas em lotes tem se tornado frequente, principalmente na região Centro-Oeste do país.

Esse problema surge em função de alguns fatores bióticos e abióticos, que interferem no comportamento da soja no campo e podem ocasionar o aparecimento da cor verde pela retenção da clorofila nas sementes ao final do processo de maturação.

Alguns autores têm relatado redução no vigor e na germinação quando semeado lotes de soja com sementes esverdeadas (COSTA et al., 2001; Zorato et al., 2007). Também verificaram que quanto mais sementes esverdeadas tiver um lote, maior é a perda da sua qualidade (PÁDUA et al., 2007; ZORATO et al., 2007). A detecção de sementes esverdeadas em lotes de soja é atualmente realizada em programas de controle da qualidade das empresas pela análise visual de amostras. Esse método é subjetivo, moroso e nem sempre eficiente, principalmente quando o número de lotes avaliados é grande, o que leva a fadiga visual e conseqüentemente a erros de classificação.

A técnica de análise de imagens digitais pode ser uma alternativa para minimizar a subjetividade e a morosidade da avaliação. Em 2011 foi desenvolvido pela empresa Tbit, o equipamento SAS - Sistema de Análise de Sementes que avalia características de sementes e plântulas. O programa computacional capta as imagens das sementes, analisa e fornece gráficos, planilhas, estatísticas e relatórios que facilitam a interpretação dos resultados. É uma importante alternativa para deixar a análise mais rápida e eficiente.

Para o alcance da precisão da determinação há necessidade de calibração do equipamento para ajustes na metodologia. Dessa forma essa pesquisa foi

desenvolvida com o objetivo de averiguar o potencial e eficiência do equipamento SAS na detecção de sementes esverdeadas em soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das sementes

O experimento foi realizado no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – MG e na empresa Tbit, incubada na UFLA, no período de fevereiro de 2012 a dezembro de 2013. Foram utilizadas sementes de soja de 5 lotes comerciais produzidos pela empresa COODETEC na safra 2012/2012 e separados em duas categorias: soja esverdeada e soja não esverdeada (amarela). As sementes foram submetidas à separação visual para separação das categorias, captura e análise de imagem.

2.1.1 Separação visual das sementes de soja

Separou-se visualmente de cada amostra de 1Kg de soja, sementes esverdeadas e sementes amarelas com avaliação individual das sementes. Para a calibração do equipamento foi feita uma separação visual de 100 sementes verdes e 100 sementes amarelas dos 5 lotes.

2.1.2 Captura e análise de imagens das sementes de soja

Realizou-se a captura das imagens das sementes pelo SAS e depois a calibração desse *software*. O equipamento utilizado foi o SAS Pro, essa versão apresenta uma dupla visão da semente, ou seja, ele captura as duas faces do objeto em estudo.

A versão PRO é utilizada para sementes maiores com o tamanho mínimo de 2 mm de diâmetro e o equipamento possui área útil de 36 x 24cm e dimensões de 120 x 53 x 137cm.



Figura 1 Equipamento SAS Pro - Sistema de análise de sementes

O equipamento é composto por um módulo de captação e um *software* para análise. O módulo de captação é composto de uma bandeja de acrílico no qual é inserido o objeto de estudo para a captura das imagens pelas duas câmeras de alta resolução.

O *software* para análise gera informações que são capturadas e resultam em gráficos e planilhas que facilitam a interpretação das imagens das sementes.

Para calibrar a coloração do fundo utilizou-se o sistema de cor CIEL*a*b, em que a luminosidade apresentou valores de 0,0 a 74,00, a dimensão a variou entre -120,0 a 120,0, a dimensão b entre -120,0 a 0,0; o tipo de parâmetro de reconhecimento do objeto estudado foram sementes em geral e o tamanho mínimo foi fixado em 0,200 cm.

A partir das características avaliadas foram construídas Redes Neurais Artificiais (RNAs) que possibilitaram a separação das duas categorias

emsementes esverdeadas e amarelas três características (*features*) tais como cor, histogramas de canais de cor e textura.

Como complemento das RNA's foi desenvolvido no SAS uma rede de decisão (RD) para aferir a classificação final da semente. A RD utiliza em sua regra o resultado que a RNA afere de cada face da semente, ou seja, se a RNA definir como sendo esverdeada qualquer face, essa semente será automaticamente classificada pela RD como sendo esverdeada, em caso contrário, se as duas faces forem amarelas, a classificação será como Amarela.

Para configuração da Rede de Decisão foram utilizados os algoritmos discriminados a seguir:

Para ser esverdeada: basta que RNA afira que um lado seja esverdeado.(Face1.RNA.ARNA_SOJA_ESVERDEADA="ESVERDEADA")(Face2.RNA.ARNA_SOJA_ESVERDEADA="ESVERDEADA").

Para ser amarela: as duas faces aferidas pela RNA devem ser Amarelas.(Face1.RNA.ARNA_SOJA_ESVERDEADA="AMARELA")&(Face 2.RNA.ARNA_SOJA_ESVERDEADA="AMARELA").

O relatório final obtido possui todas as análises realizadas no equipamento tais como, a porcentagem de sementes esverdeadas e amarelas de cada amostra, o resultado das (RNA's) e também o resultado da Rede de Decisão. A eficiência dos resultados foi medida pelo nível de acerto do equipamento em cada amostra com as devidas porcentagens de sementes esverdeadas.

2.2Análise estatística

Foram utilizadas 4 repetições de 300 sementes para cada amostra analisada com diferentes proporções pré-definidas de sementes esverdeadas (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45% e 50%). A porcentagem de

erro do equipamento foi calculada com a subtração da porcentagem da amostra de sementes esverdeadas definidas com a porcentagem de sementes esverdeadas calculadas pelo equipamento. O erro médio de cada amostra estudada foi obtido com o cálculo da média dos erros calculados pelo equipamento. O erro médio total foi calculado em relação à média de todos os erros médios das amostras. Utilizou-se também o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, cujos fatores foram mistura de sementes esverdeadas, sementes normais e erro. Foi realizada a análise de variância, utilizando-se o programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precisão dos resultados na calibração do equipamento foi de 99,73% de acerto. Após 114.093 interações de treinamento foram selecionadas as características de interesse para identificação.

Na avaliação da eficiência do equipamento SAS foi possível alcançar um nível de acerto de 99,51% na identificação de sementes esverdeadas nas amostras analisadas (Tabela 1). Observou-se que independente do grau de mistura contido na amostra o equipamento conseguiu ser preciso na sua avaliação e o erro médio apresentado pela leitura foi de 0,49% nas amostras avaliadas.

Apesar do erro médio encontrado de 0,49% nas amostras avaliadas em uma das repetições foi encontrado um erro de 2,33%. Esse valor pode ser explicado pela variação da cor mínima das sementes não ser detectada pelo olho humano e sim pelo equipamento SAS.

O tempo médio gasto pelo SAS para realizar a captura das imagens foi de 30 segundos para cada repetição avaliada. Isso mostra a rapidez e a otimização do processo de análise de imagens computadorizadas.

Venora et al. (2007) trabalharam com lentilhas e utilizaram um método de análise de imagens desenvolvido no Canadá, onde a imagem é capturada por um *scanner* de mesa. Os autores utilizaram o equipamento para medir o tamanho, forma e cor das sementes e diferenciar cinco variedades de lentilhas. Os autores citaram que o método utilizado para avaliar essas características é a inspeção visual do grão, o que torna a análise lenta e subjetiva. Dessa forma o método de análise de imagens é mais rápido, sendo que o tempo gasto para a digitalização e medição foi menos de um minuto. Além disso, destaca-se que a análise de imagens é um método seguro, não destrutivo e que apresenta alta repetibilidade.

Tabela 1 Porcentagem de acerto pelo SAS na identificação de sementes esverdeadas em amostras com misturas pré-definidas de sementes esverdeadas de soja

Porcentagem real (construída)	% média de Normal	% média de Esverdeada	% de erro médio
5%	94,42	5,58	0,58
10%	88,75	11,25	1,25
15%	84,58	15,42	0,42
20%	79,83	20,17	0,50
25%	74,67	25,33	0,33
30%	69,67	30,33	0,33
35%	64,92	35,08	0,08
40%	60,08	39,92	0,08
45%	55,00	44,99	0,33
50%	51,00	49,00	1,00
Nível de acerto			0,49

A rapidez do método de análise de imagens também foi detectada por Teixeira, Cícero e Dourado Neto (2006), os autores utilizaram o teste de crescimento de plântulas, utilizando-se a análise de imagens. Além disso, o fato do método não ser destrutivo, permite que quando há alguma imprecisão ou incerteza na avaliação, o mesmo lote pode ser processado outra vez para constatação dos resultados.

Além das vantagens proporcionadas o SAS é um equipamento prático, sendo que as sementes verdes utilizadas podem ser dispostas na bandeja do equipamento de forma aleatória sem nenhuma posição definida.

Considerando-se os estudos realizados por autores como Pádua et al. (2007) e Rangel et al. (2011) mostraram que teores acima de 9% de sementes esverdeadas afetam o potencial fisiológico das sementes. Esses resultados indicam a viabilidade do SAS e o erro médio encontrado de 0,49% não implicaria no descarte dos lotes.

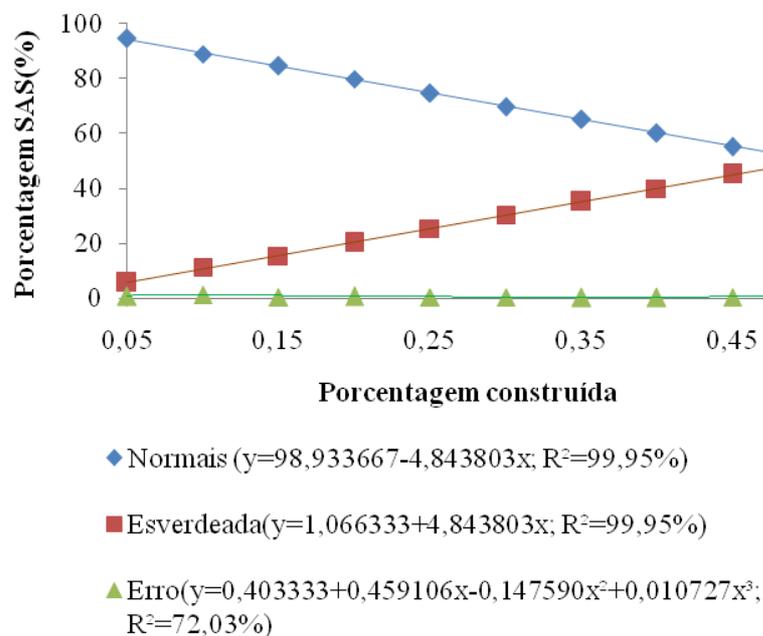


Figura 2 Curvas de regressão para análise da porcentagem de sementes normais, sementes esverdeadas e erro médio do equipamento em relação à porcentagem construída de sementes esverdeadas

De acordo com análise do gráfico, observa-se que a porcentagem de sementes normais decresceu à medida que houve aumento da porcentagem construída de sementes esverdeadas, no entanto observa-se um aumento da porcentagem de sementes esverdeadas detectadas pelo SAS com o acréscimo da porcentagem construída de sementes esverdeadas. Esse resultado mostra a eficiência do equipamento SAS na análise de sementes esverdeadas.

Com relação ao erro, verifica-se que esse não foi proporcional à medida que houve o aumento da porcentagem construída de sementes esverdeadas.

4 CONCLUSÃO

A análise de imagens utilizando o SAS é uma técnica confiável, rápida e objetiva que proporciona um nível de acerto de 99,51% na separação de sementes verdes em amostras de soja.

REFERÊNCIAS

- COSTA, N. P. et al. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p.102-107, 2001.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: versão 4.2. Lavras: UFLA, 2000. (Software).
- PÁDUA, G. P. et al. Nível de tolerância de sementes esverdeadas em lotes de sementes de soja após armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 128-138, 2007.
- RANGEL, M. A. S. et al. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 127-132, 2011.
- TEIXEIRA, E. F. ; CICERO, S. M. ; DOURADO NETO, D. Análise de imagens digitais de plântulas para avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 159-167, 2006 .
- VENORA, G. et al. Identification of Sicilian landraces and Canadian cultivars of lentil using an image analysis system. **Food Research International**, Barking, v. 40, p. 161–166, 2007.
- ZORATO, M. F. et al. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 11-19, 2007.

**CAPÍTULO 3: Avaliação de misturas varietais de soja pelo Sistema de
Análise de Sementes (SAS)**

RESUMO

A mistura varietal é um dos problemas encontrados na produção de sementes e a sua verificação é difícil. A técnica de análise de imagens é uma possível alternativa para verificação de misturas varietais em sementes de soja. Para avaliar essa técnica foram utilizadas 100 sementes genéticas de cada uma das 21 cultivares produzidas pela empresa COODETEC. As sementes foram submetidas à avaliação visual, captura e análise de imagens. A avaliação visual das sementes foi realizada por 4 analistas, os quais separaram as cultivares de acordo com os descritores morfológicos das sementes relativos a cor do hilo, brilho do tegumento e forma da semente. Para a captura das imagens as sementes foram dispostas em papel acetato transparente e foi utilizado o equipamento SAS[®] mini. Na análise de imagens primeiramente foi escolhida a melhor característica calculada pelo SAS[®] (luminosidade média, rácio de modificação, circularidade por FFCm-Fator de Forma Circular Modificada e dominância preta) que resumem os descritores morfológicos. Depois foi construído as Redes de Decisões das características para interpretação dos resultados. Foram construídos dendogramas com a análise das características pelo SAS[®], analistas e melhorista. Para a aplicação das técnicas de aglomeração hierárquica foi utilizado o método UPGMA por meio do *software* XLSTAT e também o coeficiente de similaridade de Jaccard. Para verificar a eficiência das análises foi aplicada a análise multivariada de componentes principais (PCA). É possível a utilização do equipamento SAS[®] para diferenciação de cultivares de soja, principalmente quando se avalia a cor do hilo.

Palavras-chave: Análise de imagens. Descritores morfológicos. Cultivares.

ABSTRACT

The varietal mixture is one of the problems found in the seeds production and their verification is difficult. The image analysis technique is a possible alternative for varietal mixtures verification in soybean seeds. To evaluate this technique were used 100 genetic seeds each one of 21 cultivars produced by the company COODETEC. Seeds were submitted to visual analysis, capture and image analysis. The seed visual assessment was performed by 4 analysts, who separated the cultivars according to the seeds morphological descriptors relating to the color of hilum, brightness of tegument and seed shape. For capture seeds images were disposed in clear acetate paper and was used the mini SAS[®] equipment. In image analysis, first was chosen the best feature calculated by SAS[®] (average brightness, modification ratio and roundness by FFCm-Factor - Modified Form Circular and black dominance) summarizing the morphological descriptors. After it was a built decisions network of features for better interpretation of the results. Dendograms were built with feature analysis by the SAS[®], analysts and breeder. For the application of hierarchical clustering techniques was used UPGMA method by the XLSTAT software and also the Jaccard similarity coefficient. To check the efficiency of the analysis was applied the analysis multivariate of the main component (PCA). It is possible the use of SAS[®] equipment for differentiation of soybean cultivars, especially when evaluating the color of hilum.

Keywords: Image analysis. Morphological descriptors. Cultivars.

1INTRODUÇÃO

A verificação de misturas varietais em sementes de soja é realizada na rotina dos laboratórios por meio da avaliação dos descritores morfológicos em sementes, plântulas e plantas. Portanto, a análise visual desses descritores é considerada uma técnica subjetiva, morosa e passível de erros.

Essa verificação torna-se inviável no caso da avaliação de plantas, pelo tempo necessário para a realização dos testes. Segundo a IN 45, foi excluída a obrigatoriedade da detecção de misturas varietais em amostras de lotes de soja, ficando a cargo do responsável técnico do campo de produção, toda a responsabilidade para evitar misturas indesejáveis (BRASIL, 2013).

A não exigência da determinação de outras cultivares em lotes de sementes de soja se deve entre outros motivos pelas dificuldades encontradas pelos laboratórios na execução e precisão do teste. No entanto, essa determinação é essencial em programas de controle de qualidade da empresa produtora de sementes, para evitar a comercialização de lotes com misturas indesejáveis.

A distinção de cultivares pelo aspecto da semente é dificultada devido às diferenças muito sutis entre as sementes das diferentes cultivares. Segundo Brasil (2013), os descritores morfológicos das sementes de soja variam de acordo com o tamanho, forma, brilho e cor.

A estreita base genética da soja dificulta a classificação entre os materiais existentes. Uma das alternativas para aumentar a precisão na avaliação de detalhes mais sutis que possam diferenciar cultivares é diminuir a subjetividade do teste pela análise de imagens digitais em sistemas computadorizados.

Uma opção atual e viável é o uso da técnica de análise de imagens por meio do equipamento SAS. É um equipamento novo, desenvolvido pela empresa

Tbit, que faz análise de imagens em sementes e plântulas e fornece inúmeras características do objeto em estudo.

A pesquisa tem apontado algumas técnicas para a diferenciação de cultivares como as citadas por Tourian e Padilha (2008) e Venora et al. (2007) para sementes de soja e lentilha.

Na presente pesquisa foi objetivo investigar a possibilidade de utilização da análise de imagens por meio do equipamento SAS para diferenciação de cultivares de soja, pelas características de coloração do hilo, formato e brilho das sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – MG e na empresa Tbit, no período de Fevereiro de 2012 a Dezembro de 2013. Foram utilizadas amostras de 100 sementes genéticas de 21 cultivares de soja (CD 217, CD 219RR, CD 228, CD 229RR, CD 234RR, CD 237RR, CD 238RR, CD 240RR, CD 241RR, CD 242RR, CD 246, CD 250RR, CD 251RR, CD 254RR, CD 256RR, CD 257, CD 266, CD 2630RR, CD 2680RR, CD 2737RR, CD 2828) de lotes comerciais produzidos pela empresa COODETEC. Asementes foram submetidas à avaliação visual por 4 analistas treinados e também analisadas por meio do equipamento SAS[®]. Além disso, os dados obtidos foram comparados de acordo com a descrição fornecida pela empresa produtora da semente genética.

2.1 Análise visual

Foi realizada a análise visual das cultivares por 4 analistas. Cada analista avaliou e separou as cultivares de acordo com os seguintes descritores morfológicos: cor do hilo (cinza, amarelo, marrom claro, marrom médio, preto e preto-imperfeito), brilho do tegumento (baixo, médio e alto) e forma (esférica, esférico-achatada, alongada, alongada-achatada).

2.1.2 Captura e análise de imagens pelo equipamento SAS

Para caracterização das cultivares as sementes foram fixadas sobre fita dupla face em papel acetato transparente, com a face do hilo voltada pra cima, para obtenção das imagens no equipamento SAS, versão mini.

Na configuração do SAS mini para calibração da cor do fundo foi usado o sistema de cor CIEL*a*b. Os valores de luminosidade variaram de 0,0 a 74,00, a dimensão “a” variou entre -120,0 a 120,0, a dimensão “b” entre -120,0 a 0,0 e o tamanho mínimo foi fixado em 0,200 cm. Foi efetuada a correção manual de imagens de hilos não reconhecidos automaticamente.

A primeira etapa consistiu na escolha de características como luminosidade média, circularidade por FFCm e rácio de modificação que mais se assemelhavam aos descritores morfológicos usados na análise visual. Essas características foram avaliadas em gráficos que resultaram em faixas de variação calculadas em porcentagens que a cultivar analisada apresentava.

Depois de realizar o procedimento estatístico e analisar os gráficos dessas características, a próxima etapa foi a construção das redes de decisões para melhor interpretação dos resultados. Para finalizar, foram gerados relatórios com todas as informações extraídas das características avaliadas.

2.1.3 Construção das redes de decisão

As características utilizadas para a construção das redes de decisão foram baseadas nos valores visualizados por gráficos. Posteriormente foi feito um filtro dessas características, avaliação das imagens das sementes que foram filtradas e confirmação da característica que foi utilizada.

Para a rede de decisão “forma”, foi utilizada a característica Circularidade por FFCM na separação das sementes em achatadas, meio-esféricas e esféricas (Figura 1). Os parâmetros utilizados para cada rede de decisão construída são fixos para as 21 cultivares estudadas. Porém, quando for utilizar outras cultivares os parâmetros serão alterados. Sendo assim, o SAS deve ser calibrado para cada análise realizada.

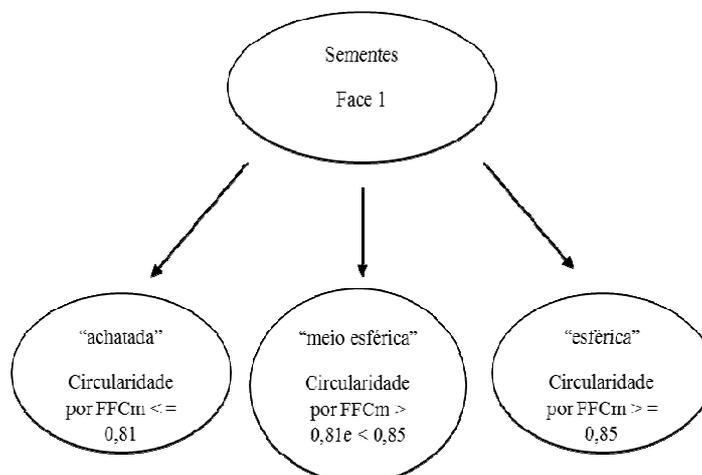


Figura 1 Estrutura da Rede de decisão forma da semente, com base a circularidade por FFCm de sementes de soja de diferentes cultivares

Na **rede de decisão “brilho do tegumento”**(figura2) a característica utilizada foi a luminosidade média para a separação em brilho baixo, médio e alto.

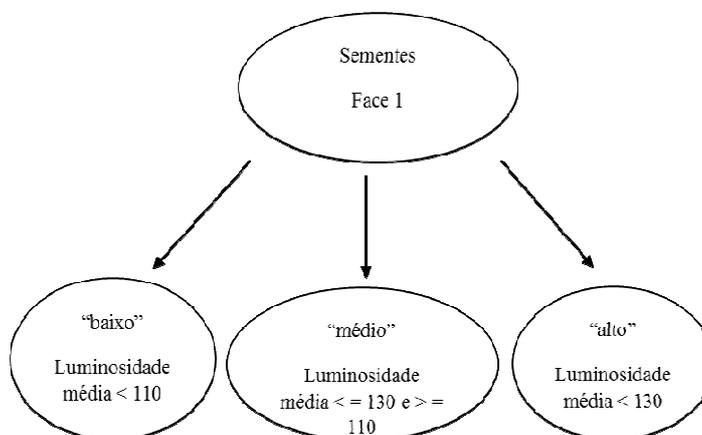


Figura 2 Estrutura da Rede de decisão “brilho do tegumento”, com base na luminosidade média de sementes de soja de diferentes cultivares

Para a **rede de decisão “alongamento”**(figura 3)foi utilizada a característica rácio de modificação para separar em semente alongada, meio alongada e esférica.

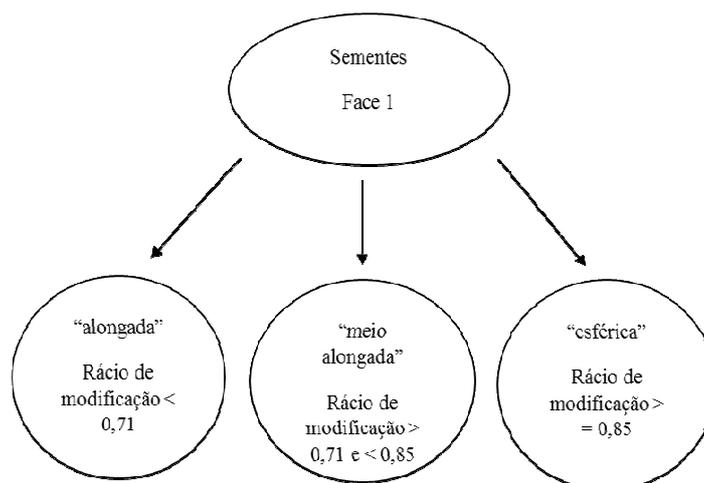


Figura 3 Estrutura da Rede de decisão “alongamento”, com base na característica rácio de modificação de sementes de soja de diferentes cultivares

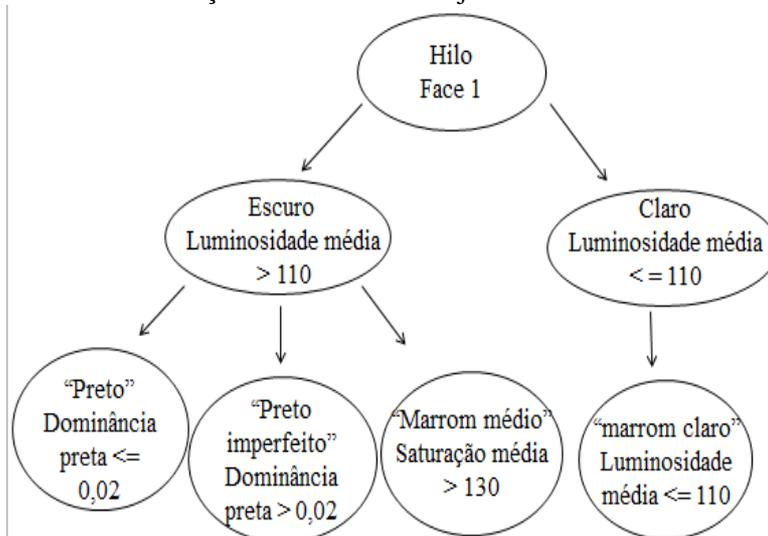


Figura 4 Estrutura da Rede de decisão “cor do hilo”, com base nas características dominância preta, luminosidade média e saturação média de sementes de soja de diferentes cultivares

Na **rede de decisão “cor do hilo”** (figura4) as características utilizadas foram a luminosidade média para a separação em cor do hilo claro e escuro, dominância preta para a separação em hilo preto e hilo preto-imperfeito e saturação média para separação em hilo de cor marrom médio.

As informações, tanto das características do tegumento quanto do hilo, relacionadas à cor e geometria foram comparadas pelas ferramentas Redes de Decisão.

2.2 Análise estatística

Para avaliação dos resultados obtidos foram observadas a presença e ausência para cada característica, designadas por 0 (ausência) e 1 (presença). Por meio desses resultados foi construída uma matriz de 0 e 1 e a estimativa da similaridade genética (S_{gij}) entre cada par de genótipos foi calculada pelo coeficiente de Jaccard. Com base no coeficiente de similaridade de Jaccard, os genótipos foram agrupados pelo método UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method*), utilizando-se o programa XLSTAT®(ADDINSOFT, 2013). Foi utilizada a correlação de Pearson para verificar o ajuste entre cada matriz de similaridade genética e os respectivos dendrogramas.

Para verificar a eficiência de cada descritor utilizado (cor do hilo, brilho do tegumento e forma da semente) para diferenciação das cultivares, por meio das avaliações realizadas pelos analistas, SAS® emelhorista, foi realizada a estatística multivariada, por meio da análise de componentes principais (PCA) utilizando o programa Chemoface® (NUNES, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De uma maneira geral, observa-se que por contagem simples para a característica cor do hilo, a avaliação realizada pelos analistas, pelo equipamento SAS[®] e melhorista coincidiram em 14 cultivares das 21 analisadas (Tabela 1).

Tabela1 Resultados referentes ao descritor cor do hilo de acordo com as análises realizadas pelo SAS[®], melhorista e analistas para caracterização das 21 cultivares estudadas

Cultivares	SAS	Cor do hilo	Analistas
		Melhorista	
CD 217	Preto	Preto	Preto
CD 219RR	Marrom	marrom claro	Marrom
CD 228	Marrom	marrom	Marrom
CD 229RR	Marrom	Marrom	Marrom
CD 234RR	Marrom	Preto	preto imperfeito
CD 237RR	Preto	Preto	preto
CD 238RR	marrom claro	marrom claro	marrom claro
CD 240RR	marrom claro	marrom claro	marrom claro
CD 241RR	marrom claro	marrom claro	marrom claro
CD 242RR	Preto	Preto	Preto
CD 246	Preto	Preto	Preto
CD 250RR	Marrom	Marrom	Marrom
CD 251RR	Marrom	Marrom	Marrom
CD 254RR	marrom	Marrom	Marrom
CD 256RR	marrom claro	marrom claro	marrom claro
CD 257RR	Preto	Preto	marrom claro
CD 266	Preto	Preto	Preto
CD2630RR	marrom claro	marrom claro	marrom claro
CD2680RR	marrom claro	marrom claro	Marrom
CD2737RR	Marrom	Preto	Marrom
CD 2828	Marrom	marrom claro	Marrom

Na comparação entre os descritores avaliados pelo melhorista e a análise realizada pelo SAS[®] é verificado que os resultados referentes à cor do hilo coincidem em 17 cultivares, ao passo que, quando se compara os descritores

avaliados pelo melhorista e analistas, apenas 15 cultivares coincidem para o mesmo descritor, verificando assim que houve uma maior proximidade de acerto entre a análise realizada pelo SAS[®].

Já para a característica forma da semente, também por contagem simples apenas 6 cultivares coincidem na avaliação realizada pelos analistas, o SAS[®] e os descritores avaliados pelo melhorista (Tabela 2).

Tabela 2 Resultados da forma da semente de acordo com as análises feitas pelo SAS[®], Melhorista e analistas para caracterização das 21 cultivares estudadas

Cultivares	SAS	Forma da semente	
		Melhorista	Analistas
CD 217	esférica achatada	esférica achatada	esférica achatada
CD 219RR	esférica	Esférica	Alongada
CD 228	esférica achatada	Esférica	esférica achatada
CD 229RR	Esférica	esférica achatada	Alongada
CD 234RR	Esférica	Esférica	esférica achatada
CD 237RR	esférica achatada	Esférica	Alongada
CD 238RR	Esférica	Esférica	Esférica
CD 240RR	Esférica	Esférica	Esférica
CD 241RR	esférica achatada	Esférica	alongada achatada
CD 242RR	esférica achatada	Esférica	Alongada
CD 246	Esférica	Esférica	Alongada
CD 250RR	esférica achatada	esférica achatada	Alongada
CD 251RR	esférica achatada	esférica achatada	esférica achatada
CD 254RR	Alongada	esférica achatada	Esférica
CD 256RR	esférica achatada	Esférica	esférica achatada
CD 257RR	esférica achatada	Esférica	Esférica
CD 266	esférica achatada	Esférica	Esférica
CD2630RR	Esférica	Alongada	Esférica
CD2680RR	Alongada	Esférica	alongada achatada
CD2737RR	esférica achatada	esférica achatada	esférica achatada
CD 2828	esférica achatada	esférica achatada	esférica achatada

Quando se compara a avaliação realizada pelo equipamento SAS[®] com os descritores avaliados pelos melhoristas, 10 cultivares coincidiram por

contagem simples para essa característica, enquanto que, quando se compara a avaliação realizada pelos analistas com os descritores avaliados pelo melhorista, apenas 8 cultivares coincidem para a forma da semente. Comparando a análise realizada pelos analistas e SAS, os resultados coincidem para 9 cultivares.

O brilho do tegumento foi o descritor que obteve o menor nível de acerto entre analistas, melhorista e SAS[®], conforme pode ser visualizado na tabela 4, coincidindo em apenas 3 cultivares das 21 avaliadas.

É verificado que na comparação entre o equipamento SAS[®] e os descritores avaliados pelo melhorista, 5 cultivares coincidiram com o descritor brilho do tegumento, enquanto que na comparação entre analistas com os descritores avaliados pelo melhorista, 10 cultivares coincidiram para esse descritor (Tabela 3).

Tabela3 Resultados do brilho do tegumento de acordo com as análises feitas pelo SAS[®], melhorista e analistas para caracterização das 21 cultivares estudadas

Cultivares	SAS	Brilho do tegumento	
		Melhorista	Analistas
CD 217	Baixo	médio	Médio
CD 219RR	Médio	Baixo	Médio
CD 228	Médio	Baixo	Alto
CD 229RR	Médio	médio	Baixo
CD 234RR	Baixo	Baixo	Médio
CD 237RR	Baixo	médio	Baixo
CD 238RR	Baixo	baixo	Baixo
CD 240RR	Alto	baixo	Baixo
CD 241RR	Alto	médio	Baixo
CD 242RR	Médio	baixo	Baixo
CD 246	Médio	médio	Médio
CD 250RR	Médio	baixo	Baixo
CD 251RR	Médio	Alto	Médio
CD 254RR	Médio	baixo	Baixo
CD 256RR	Médio	médio	Médio
CD 257RR	Médio	baixo	Baixo
CD 266	Baixo	médio	Baixo
CD2630RR	Médio	Alto	Médio
CD2680RR	Alto	baixo	Alto
CD2737RR	Baixo	médio	Médio
CD 2828	Médio	baixo	Médio

De maneira geral é observado que a característica que mais coincidiu com os descritores fornecidos pelo detentor das cultivares foi a cor do hilo e que, com exceção do brilho do tegumento, o equipamento SAS[®] foi possível obter maior número de acertos, quando comparados com os analistas.

3.1 Análise de similaridade entre as cultivares

O dendograma obtido pelas avaliações realizadas pelo melhorista para os descritores das sementes (Figura 5) as 21 cultivares foram divididas em 4 grupos a partir da linha de corte, sendo assim constituídos: Grupo 1: CD 246, CD 237RR, CD 266, CD 256RR, CD 241RR, CD 2737RR; Grupo 2: CD 234RR, CD 228, CD 242RR, CD 240RR, CD 219RR, CD 257; Grupo 3: CD 2680RR, CD 238RR, CD 2828, CD 251RR, CD 229RR, CD 254RR e CD 250RR; Grupo 4: CD 2630RR.

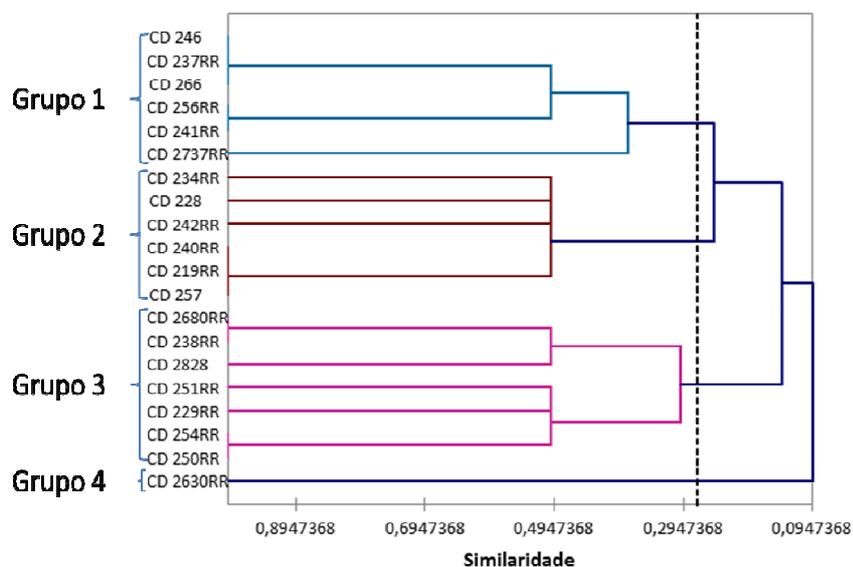


Figura 5 Dendograma de Similaridade entre 21 cultivares de soja por meio dos descritores morfológicos de sementes avaliados pelo melhorista

De modo em geral observa-se similaridade de 100% entre as cultivares: CD 246, CD 237RR e CD 266; CD 256RR e CD 241RR; CD 240RR, CD 219RR e CD 257; CD 2680RR e CD 238RR; CD 254RR e CD 250RR. No entanto a menor similaridade encontrada foi de aproximadamente 30% entre as

cultivares CD 2680RR, CD 238RR, CD 2828, CD 251RR, CD 229RR, CD 254RR e CD 250RR.

Considerando o estudo da similaridade genética para avaliação das cultivares de soja por meio dos analistas, observa-se a formação de 3 grupos a partir da linha de corte (Figura 6), sendo esses constituídos: Grupo 1: CD 256, CD 234RR, CD 2828, CD 251RR, CD 2737RR e CD 2630RR; Grupo 2: CD 2680RR e CD 228; Grupo 3: CD 254RR, CD 241RR, CD 250RR, CD 229RR, CD 266, CD 257, CD 240RR, CD 238RR, CD 246, CD 219RR, CD 242RR e CD 237RR.

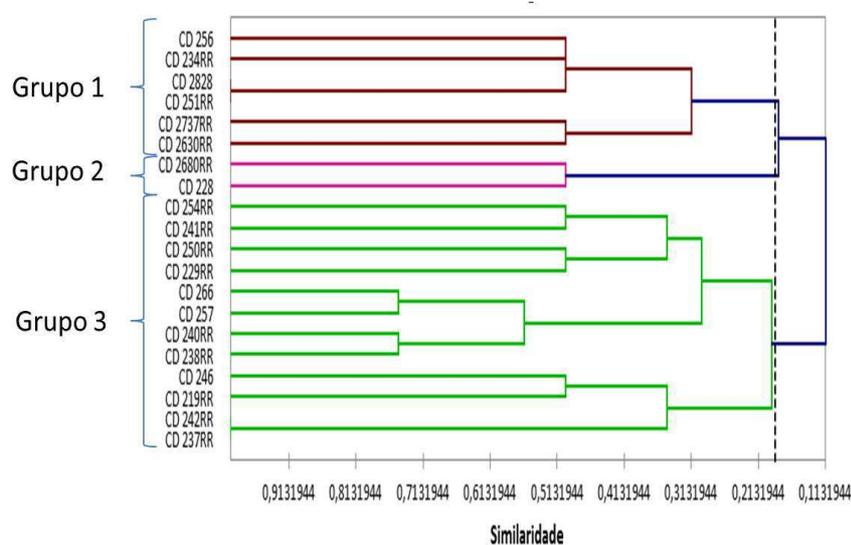


Figura 6 Dendrograma de similaridade entre 21 cultivares de soja por meio da avaliação dos descritores morfológicos de sementes realizados pelos analistas

A similaridade entre as cultivares CD 2828 e CD 251RR e a CD 242RR e CD 237RR foi de 100%. Entretanto, as cultivares que estão no Grupo 3 obtiveram a menor similaridade de 20%.

Por meio dos descritores morfológicos das sementes, podemos observar a formação de 4 grupos quando a análise foi realizada pelo equipamento SAS

(Figura 7), coincidindo com o mesmo número de grupos formados por meio das características avaliadas pelo melhorista (Figura 5). Os agrupamentos foram constituídos pelas seguintes cultivares: Grupo 1: CD 2737RR, CD 229RR, CD 254RR, CD 2630RR e a CD 219RR; Grupo 2: CD 238RR e a CD 234RR; Grupo 3: CD 246, CD 242RR, CD 257RR, CD 256RR, CD 250RR, CD 228, CD 251RR, CD 2828, CD 266 e CD 237RR; Grupo 4: CD 241RR, CD 240RR e CD 2680RR.

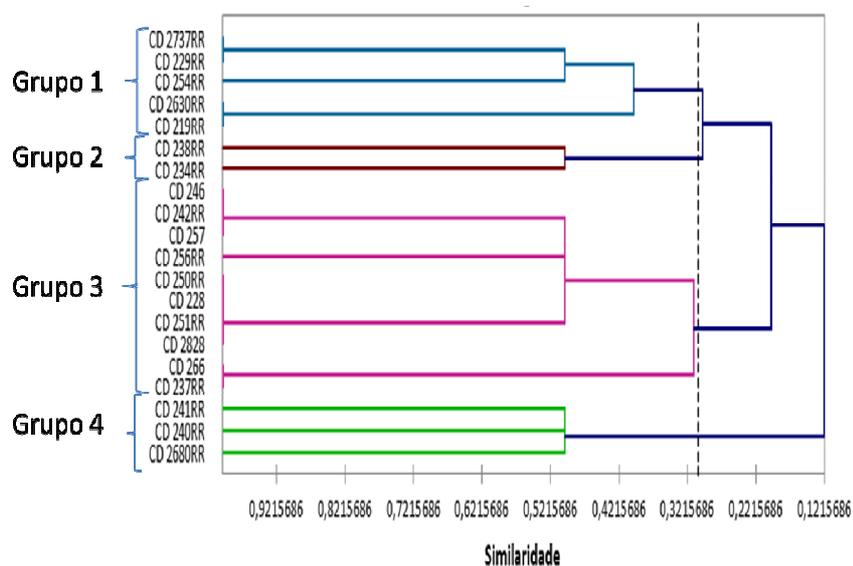


Figura 7 Dendrograma de similaridade das 21 cultivares de soja por meio da avaliação dos descritores morfológicos de sementes realizados pelo SAS

Apesar da coincidência na formação dos grupos constituídos pela COODETEC e Analistas, apenas as cultivares CD 251RR, CD 2828 e CD 250RR estão localizadas no mesmo grupo (Grupo 3) e possuem em comum a forma da semente do tipo esférica achatada e a cultivar CD2737RR no grupo 1, com o brilho médio do tegumento.

Observou-se similaridade de 100% nas cultivares: CD 2737RR, CD 229, CD 2630RR e CD 219RR; CD 246, CD 242RR e CD 257; CD 250RR, CD 228, CD 251RR e CD 2828; CD 266 e CD 237RR. Resultado semelhante foi verificado na análise realizada pelo melhorista, sendo que as cultivares CD 266 e CD 237RR apresentaram 100% de similaridade e possuem em comum o descritor cor do hilo preto.

3.2 Análise dos componentes principais

Para a análise dos componentes principais pode-se dizer que o PC1 é o primeiro componente principal e o PC2 é o segundo componente principal.

O primeiro componente principal pode ser definido como sendo o máximo de variabilidade dos dados e o segundo componente principal pode ser definido como sendo o máximo de variabilidade ainda não explicada depois do efeito do primeiro componente principal (SILVA; PADOVANI, 2006).

No gráfico dos descritores morfológicos avaliados pelo melhorista (Figura 8) observa-se que houve um agrupamento com maior número de cultivares (CD 219RR, CD 228, CD 229RR, CD 234RR, CD 237RR, CD 238RR, CD 240RR, CD 242RR, CD 246, CD 250RR, CD 251RR, CD 254RR, CD 256RR, CD 257RR, CD 266, CD 2630RR, CD 2680RR, CD 2737RR, CD 2828) com relação às características avaliadas. Porém, as cultivares CD 241RR e a CD 217 separaram-se das demais cultivares por possuírem características distintas, como a cor do hilo e a forma da semente.

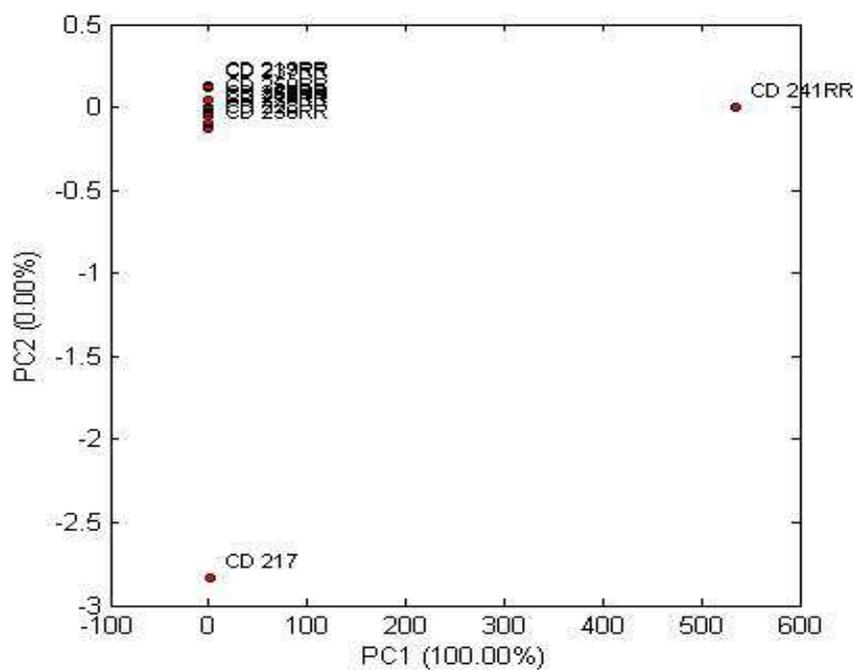


Figura 8 Análise dos componentes principais das 21 cultivares de soja com relação à análise aos descritores morfológicos realizados pelo melhorista

Já o brilho do tegumento parece ser a característica que mais influencia para a formação do agrupamento das cultivares. Pode ser observado de acordo com os resultados obtidos pelo SAS (Figura 9) que houve um grande número de cultivares agrupadas, com exceção das cultivares CD 217 e CD 242RR.

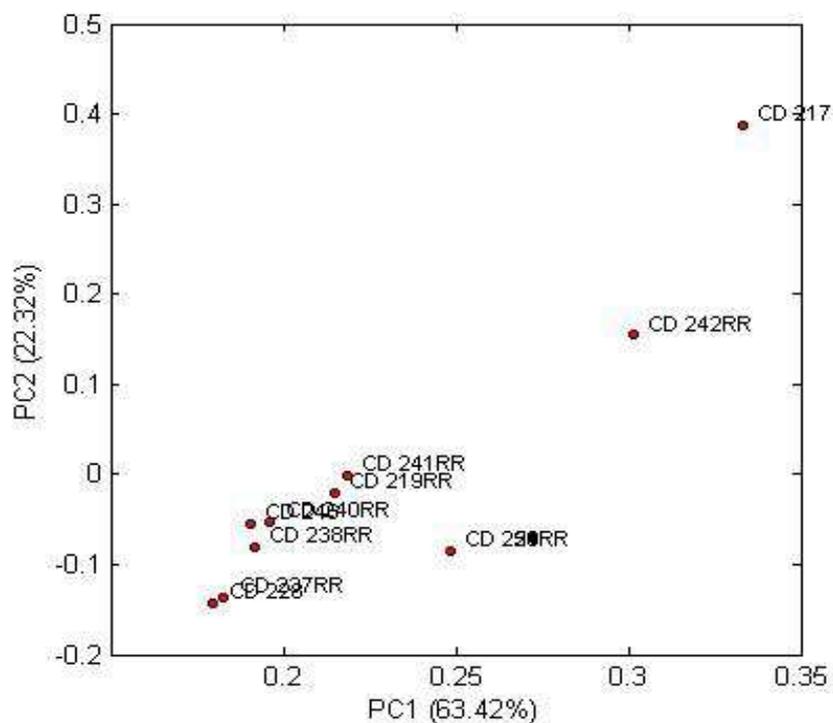


Figura 9 Análise dos componentes principais das 21 cultivares de soja com relação aos **descritores** morfológicos fornecidos pela análise do SAS

Por meio dos resultados obtidos pelos analistas (Figura 10) foram separados um maior número de cultivares como a CD 219RR, CD 237RR, CD 241RR, CD 238RR e a CD 250RR com relação às características avaliadas (cor do hilo, forma e brilho da semente).

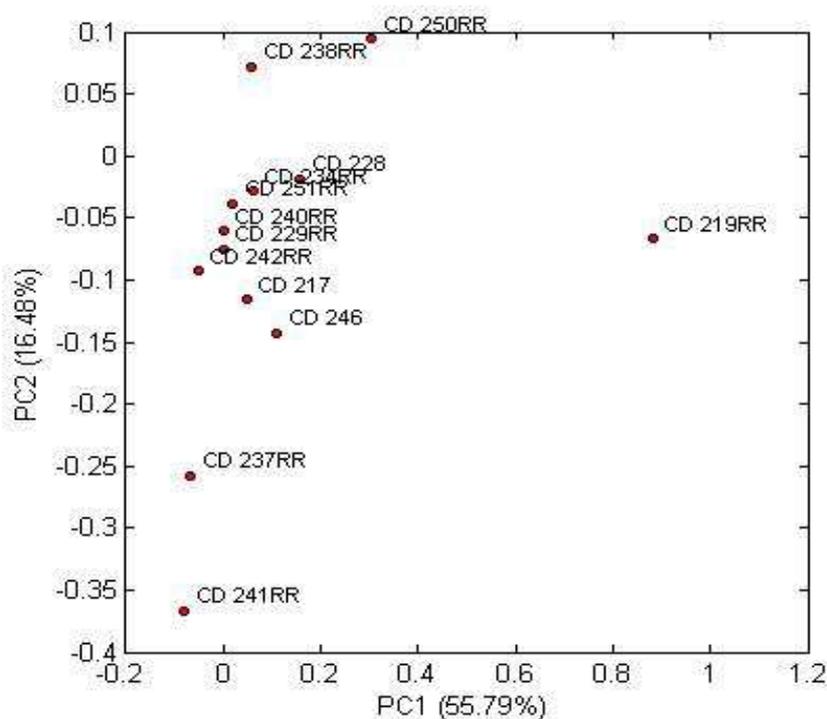


Figura 10 Análise dos componentes principais das 21 cultivares de soja com relação aos descritores morfológicos fornecidos pela avaliação dos analistas

De maneira geral, podemos verificar que tanto no gráfico representado pela COODETEC (Figura 8) como o SAS (Figura 9) foi possível distinguir a cultivar CD 217 das outras cultivares analisadas. Além disso, os componentes principais do gráfico do SAS explicaram 85,74% da variação total dos dados e quando comparado ao gráfico dos analistas os componentes principais explicaram 72,27% da variação total dos dados (Figura 9 e Figura 10).

Dalen et al. (2004) estudaram diferentes variedades de arroz com relação à largura e comprimento do grão e compararam análise de imagens com a análise visual. Esses autores concluíram que a análise de imagens é um método

rápido, fácil de usar e quando confrontado com o método manual este se caracteriza por ser mais lento e menos preciso em suas avaliações.

Alguns autores relataram a importância da utilização na análise de imagens quando comparada com a análise visual, sendo essa uma técnica útil para a classificação de sementes de soja (SHAHIN; SYMONS; POYS, 2006).

Os descritores avaliados no presente estudo podem ser influenciados pelo meio ambiente ou até mesmo outros fatores, dificultando assim a análise realizada pelos analistas ou até mesmo pelo equipamento SAS[®]. Em outros estudos foi verificado que o descritor brilho do tegumento pode ser alterado ao longo do armazenamento ou até mesmo com a presença de terra ou pó na semente (MENEZES et al., 1997). A forma da semente também é uma característica influenciada pelas condições de cultivo, sendo assim um descritor não muito confiável em análise de rotina (ROSSINI et al., 1995). Quanto à cor do hilo, apesar de ser influenciada pelas condições de cultivo, umidade e até mesmo a fertilidade do solo, ainda é uma característica bastante útil para a diferenciação das cultivares e essa foi a característica que mais coincidiu com as avaliações realizadas pelos analistas e SAS[®].

Na comparação entre analistas, SAS[®] e os dados avaliados pelo melhorista, observar-se que para a cor do hilo, a cor cinza avaliada pelos analistas foi o descritor que mais se distanciou das demais cores do hilo (Figura 11). Pode ser observada nessa figura que a cor do hilo marrom claro agrupou a análise realizada tanto pelos analistas quanto pelo SAS[®].

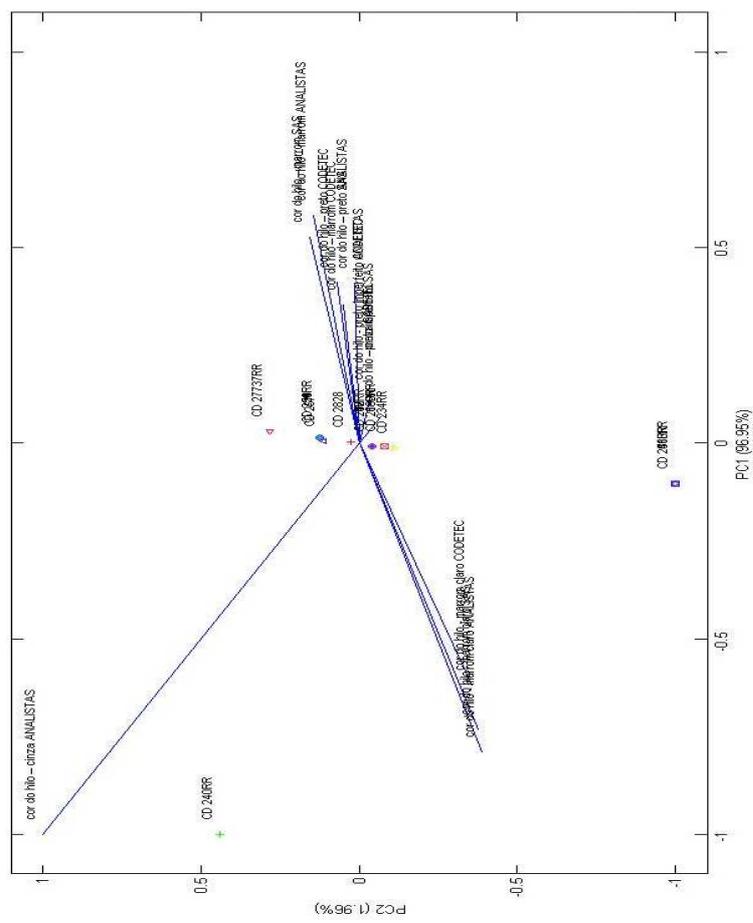


Figura 11 Gráfico Biplot relacionado as avaliações realizadas pelos analistas e equipamento SAS® e de acordo com os descritores avaliados pelo melhorista para a característica cor do hilo em 21 cultivares de soja

Devido à maior parte das cultivares avaliadas apresentarem a cor do hilo nas cores preto e marrom, as mesmas se encontram próximas das linhas dos vetores referentes a esses descritores. A cultivar CD 240RR que possui a cor do hilo marrom claro analisada pelos analistas foi a cultivar que mais se distanciou das demais cultivares.

Quando foi avaliada a característica brilho do tegumento, podemos observar que as cultivares se agruparam nos três tipos de brilho baixo, médio e alto (Figura 12). Observa-se que as cultivares CD 228 e CD 240RR possuem as maiores distâncias entre as demais cultivares.

As cultivares CD 234RR e CD 219RR que possuem a forma esférico-achatada e alongada avaliadas pelos analistas foram as cultivares que mais se distanciaram das outras cultivares (Figura 13). Observa-se também que as formas esférica e esférico-achatada analisada pelo SAS e melhorista apresentaram uma pequena distância entre esses métodos de avaliação. Isso indica que um maior número de cultivares com as respectivas características são similares entre os métodos.

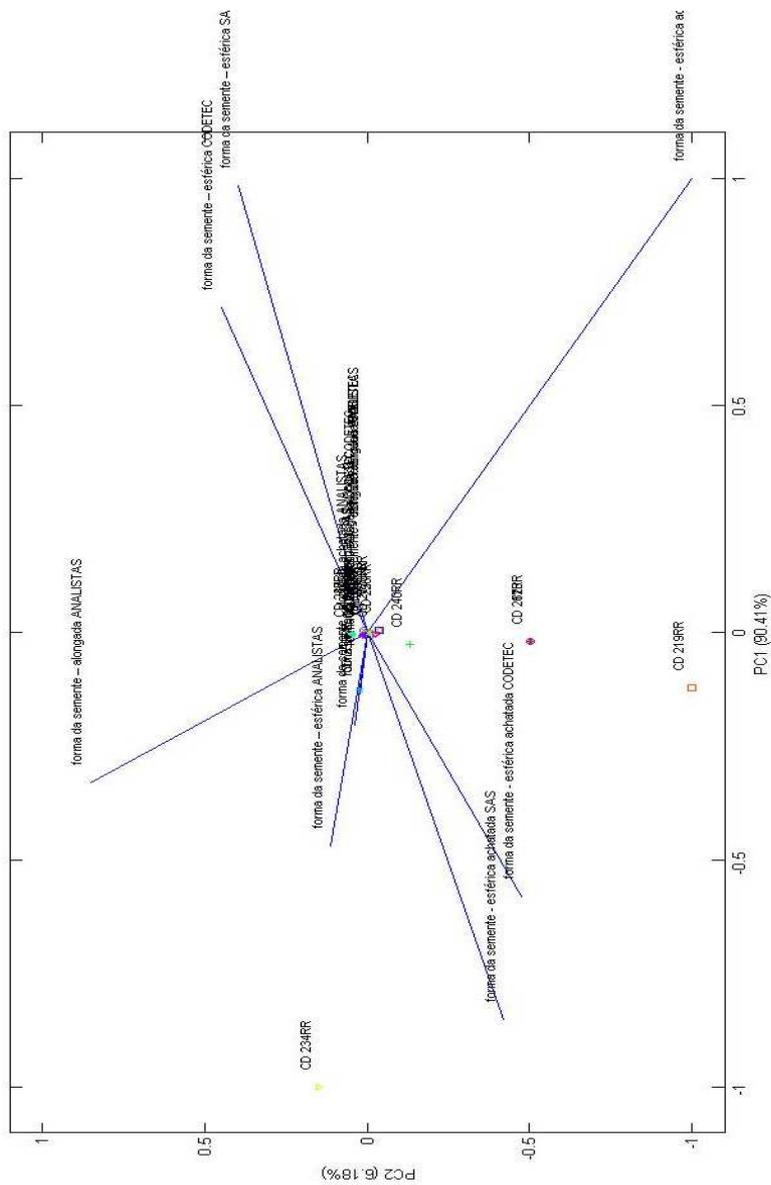


Figura 13 Análise dos componentes principais relacionados as avaliações realizadas pelos analistas e equipamento SAS® e de acordo com os descritores avaliados pelo melhorista para a característica forma da semente em 21 cultivares de soja.

4 CONCLUSÕES

A análise do SAS teve como resultado um maior número de características semelhantes entre as cultivares quando comparada com a análise avaliada pelo melhorista.

É possível a utilização do equipamento SAS para auxiliar na diferenciação de cultivares de soja.

Na utilização do SAS a cor do hilo é a principal característica para a distinção de cultivares.

REFERÊNCIAS

- ADDINSOFT. **Xlstat**: versão 2013. Disponível em: < <http://www.xlstat.com>>. Acesso em: 15 dez. 2013.
- BRASIL. Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 17 out. 2013.
- DALEN, G.V. et al. Determination of the size distribution and percentage of broken kernels of rice using flatbed scanning and image analysis. **Food Research International**, Barking, v. 37, p. 51–58, 2004.
- MENEZES, N. L. et al. Caracterização de vagens e sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 387-391, 1997.
- NUNES, C. **Chemoface**. Disponível em: <<http://www.dca.ufla.br/site/index.php?id=104&menu=m14&t=chemoface>>. Acesso em: 13 dez. 2013.
- ROSSINI, M. C. et al. Caracterização de 26 cultivares de soja [*glycine max* (L.) Merrill] recomendadas para a região sul – Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 227-235, 1995.
- SHAHIN, M. A.; SYMONS, S. J.; POYS, V. W. Determining Soya Bean Seed Size Uniformity with Image Analysis. **Biosystems Engineering**, London, v. 94, n. 2, 191–198, 2006.
- SILVA, N. R.; PADOVANI, C. R. Utilização de componentes principais em experimentação agrônômica. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 98-113, 2006.
- TOURIAN, O. K.; PADILHA, F. R. R. reconhecimento de variedades de soja por meio do processamento de imagens digitais usando redes neurais artificiais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 759-769, 2008.
- VENORA, G. et al. Identification of Sicilian landraces and Canadian cultivars of lentil using an image analysis system. **Food Research International**, Barking, v.40, p. 161–166, 2007.