



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
FEIJÃO-CAUPI [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]
PELO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

ANDREY MICLOS MATEUS

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

NOVEMBRO/2015
BRASÍLIA-DF

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE FEIJÃO-CAUPI [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]
PELO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

ANDREY MICLOS MATEUS

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCELO FAGIOLI

NOVEMBRO/2015
BRASÍLIA-DF

ANDREY MICLOS MATEUS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE FEIJÃO-CAUPI [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]
PELO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentada à banca examinadora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária como exigência final para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, sob orientação do Professor Dr. Marcelo Fagioli.

Novembro/2015
BRASÍLIA-DF

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV
Curso de Agronomia

TÍTULO: Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] pelo teste de condutividade elétrica.

Graduando: Andrey Miclos Mateus
Matrícula: 10/0093043

Trabalho de conclusão de curso submetido à Banca Examinadora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Brasília, para aprovação como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Data da Aprovação: ___/___/2015

Aprovado pela Banca Examinadora composta por:

MARCELO FAGIOLI, Dr. Universidade de Brasília.
Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - UnB
(ORIENTADOR)

FLÍVIA FERNANDES DE JESUS SOUZA, M.Sc.
Engenheira Agrônoma - UEG, Mestre em Engenharia Agrícola - UEG, Doutoranda em
Agronomia - UnB.
(Examinadora)

EDER STOLBEN MOSCON, M.Sc.
Engenheiro Agrônomo - UNEB, Mestre em Agronomia - UnB, Doutorando em
Agronomia - UnB.
(Examinador)

Novembro/2015
BRASÍLIA-DF

FICHA CATALOGRÁFICA

MATEUS, Andrey Miclos

Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] pelo teste de condutividade elétrica. / Andrey Miclos Mateus; orientação de Marcelo Fagioli - Brasília, 2015. 26 f.

Monografia - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2015.

1. Feijão-de-corda - 2. Feijão-massaca - 3. Produção de sementes – 4. Qualidade de sementes.

I. Fagioli. M. II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MATEUS, ANDREY MICLOS. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] pelo teste de condutividade elétrica.** 2015. 26f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Andrey Miclos Mateus

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi [*vigna unguiculata* (l.) walp.] pelo teste de condutividade elétrica.

Grau: 3º **Ano:** 2015

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

Andrey Miclos Mateus

CPF: 04280895180

Matrícula: 10/0093043

End.: R. 08 Ch. 210 Cs. 32 A, Vicente Pires, Brasília-DF, CEP: 72110800.

Tel.: (61) 9975-5708

e-mail: andrey_miclos@hotmail.com

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Ubaldo da Trindade Mateus e Marcia Lilian Miclos Botelho pelos exemplos de humildade, simplicidade, honestidade e bondade para com quem quer que seja. O mundo seria melhor se existissem mais pessoas como eles. E ao bom e justo Deus.

AGRADECIMENTOS

A Deus, autor da minha fé, pelas pessoas maravilhosas que ele colocou no meu caminho durante essa jornada, pela vida e oportunidades que fez a diferença em minha vida.

Aos meus familiares, por serem meu porto seguro, minha fonte de sabedoria, minha alegria e meu equilíbrio. Agradeço por todo amor e paciência da minha mãe. E a minha irmã Talita, pelo apoio.

Ao Professor Marcelo Fagioli, por todo esse tempo de orientação, por toda amizade, por sempre estar presente, pela paciência, pelo apoio e por todo crescimento profissional.

Aos amigos que me acompanharam nessa jornada de UnB, que fazem parte dessa caminhada, por todo apoio, carinho, por sempre me incentivar e fazerem parte da minha vida nos momentos alegres e difíceis.

Aos colegas de agronomia, que pelo auxílio essencial nos trabalhos de campo e pela amizade, valiosa ajuda.

A todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão desse trabalho.

Muito obrigado!

Sumário

	Página
RESUMO.....	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. Classificação botânica, origem e evolução	3
3.2. Situação e importância econômica do feijão-caupi.....	3
3.2.1 No Brasil.....	3
3.2.2 No mundo.....	4
3.3. Cultura do feijão-caupi.....	5
3.4. Tecnologia de produção das sementes de feijão-caupi e qualidades de sementes	9
3.5 Fatores que envolvem a produção de sementes de feijão-caupi.....	10
3.5.1 Escolha da região.....	10
3.5.2 Escolha da área	10
3.5.3 Escolha das sementes	10
3.5.4 Escolha da cultivar	11
3.6 Fatores que afetam a qualidade da semente no armazenamento	11
3.6.1 Vigor dos pais	11
3.6.2 Condições climáticas durante a maturação.....	11
3.6.3 Grau de maturidade no momento da colheita	11
3.6.4 Grau de dano mecânico	12
3.6.5 Secagem	12
3.6.6 Fungos e insetos	12
3.7 Qualidade fisiológica.....	13
3.7.1 Teste de vigor - Condutividade elétrica da solução de embebição	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Localização e caracterização da área experimental	14
4.2. Definição do genótipo e obtenção das sementes	14
4.3. Desenvolvimento do experimento.....	15
4.4. Avaliações no Laboratório de Análise de Sementes-LASE	15
4.4.1. Teor de água (TA)	15
4.4.2. Teste padrão de germinação (TPG)	16
4.4.3. Teste de envelhecimento acelerado (EA)	16
4.4.4. Teste de condutividade elétrica de massa (CE)	16
4.4.5. Emergência de plântulas em laboratório (EP)	16
4.4.6. Índices de velocidade de emergência (IVG e IVE)	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6. CONCLUSÕES	23
7. REFERÊNCIAS.....	24

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a precisão dos resultados obtidos no teste de condutividade elétrica da solução de embebição comparada com outros testes na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Foram utilizadas sementes de dois genótipos de feijão-caupi, a cultivar Amapá e um outro obtido de produtores da agricultura familiar. Após multiplicação em campo as sementes foram separadas pela cor do tegumento em Branco-1 e Branco-2, Marrom e Escuro. Para realização dos testes, foram utilizadas as instalações do Laboratório de Análise de Sementes (LASE) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília-UnB. Para avaliação da qualidade fisiológica desses materiais foram aplicados os seguintes testes: índices de velocidade de germinação e emergência (IVG e IVE), emergência de plântulas em laboratório (EC), condutividade elétrica de massa (CE), de envelhecimento acelerado (EA), teste padrão de geminação (TPG) teor de água (TA). Foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Foram feitas análises de correlação, para verificação da precisão, entre os resultados dos testes de qualidade de sementes e o teste de condutividade elétrica nas sementes de feijão-caupi. Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que os períodos de embebição (6, 14 ou 24 horas) na condutividade elétrica foram eficazes em separar sementes de feijão-caupi com diferentes níveis de vigor. O teste de condutividade elétrica correlacionou com outros testes de qualidade (TPGpapel, IVG e EC), na identificação do vigor em sementes de feijão-caupi. Aprimoramentos na metodologia do teste de condutividade elétrica são necessários na busca da precisão da resposta relativa a qualidade das sementes de feijão-caupi.

Palavras-chave: feijão-de-corda, feijão-macassa, produção de sementes, qualidade de sementes, teste de vigor, metodologia alternativa.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi ou feijão-de-corda [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é um importante alimento na dieta nutricional de alguns povos, principalmente em países subdesenvolvidos. Originário da África foi introduzido no Brasil no século XVI. Seu alto conteúdo de proteína e aminoácidos essenciais nas sementes é o que gera seu potencial nutricional.

Nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, especialmente na zona rural é considerado como um dos principais componentes da alimentação. Nessas regiões as condições do clima e do solo não são favoráveis ao cultivo do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), por isso o feijão-caupi é o mais cultivado, por ser mais resistente ao calor e à escassez de água. Por conseguinte, existe a necessidade de se oferecer sementes de qualidade para evitar o risco de perda do melhor momento de semeadura nestas regiões.

Comparada a outras culturas, o feijão-caupi tem seu potencial genético pouco explorado. Entretanto, já foram obtidas, em condições experimentais, produtividades de grãos secos acima de 3 t ha⁻¹, tendo-se a expectativa de que seu potencial genético ultrapasse 6 t ha⁻¹.

A competitividade entre produtores de sementes no mercado, leva ao aprimoramento técnico das atividades, visando o aumento da produtividade, associado a um incremento da qualidade das sementes produzidas e comercializadas.

Entre os testes de vigor o teste de condutividade elétrica é classificado como um teste bioquímico, porém envolve dois princípios, o físico, em que se avalia a passagem de corrente elétrica através da solução de embebição, e o biológico, que diz respeito à perda de líquidos das membranas celulares e das organelas para o meio exterior, em função do grau de deterioração das sementes, envolvendo, portanto, processos bioquímicos intimamente relacionados à integridade das membranas celulares.

Desta forma, a tecnologia de sementes tem procurado aperfeiçoar os testes de germinação e de vigor, de modo a proporcionarem uma estimativa mais confiável da previsão do desempenho das sementes, sob condições de semeadura em campo.

2. OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a precisão dos resultados obtidos no teste de condutividade elétrica da solução de embebição comparada com outros testes na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Classificação botânica, origem e evolução

O feijão-caupi é uma planta Dicotyledonea, que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseola, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção Catiang, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subesp. *unguiculata* (FREIRE FILHO et al., 2005).

Segundo Steele e Mehra (1980) e Ng e Maréchal (1985), o feijão-caupi teve origem no oeste da África, mais precisamente na Nigéria. Padulosi e Ng (1997) afirmaram que a região de Transvaal, na República da África do Sul, seja a região de especialização do feijão-caupi.

3.2. Situação e importância econômica do feijão-caupi

3.2.1 No Brasil

No Brasil, o cultivo do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) predomina nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, possivelmente em razão de fatores de ordem climática. Já o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) predomina nas regiões Nordeste e Norte conhecido também como feijão-de-corda, feijão-macassa ou macassar. Porém, por ser uma espécie adaptada às condições tropicais e subtropicais (SINGH, 2006), produz bem em todas as regiões do País (FREIRE FILHO, et al., 2011).

Segundo Freire Filho et al (2011), a Nordeste tem produção do feijão-caupi concentrada em locais semiáridos, onde outras culturas leguminosas anuais que não se desenvolvem satisfatoriamente em razão da irregularidade das chuvas e das altas temperaturas. Contudo, a produção nas regiões Nordeste e Norte é feita por empresários e agricultores familiares que ainda utilizam práticas tradicionais. Já na região Centro-Oeste, onde o feijão-caupi passou a ser cultivado em larga escala desde 2006, a produção provém principalmente de lavouras altamente tecnificadas de médios e grandes empresários.

No Brasil, já é identificado três segmentos estabelecidos de mercado: grãos secos, feijão verde (vagem verde ou grão verde debulhado) e sementes, sendo que o

mercado de feijão processado industrialmente está em fase inicial e vem avançando rapidamente (FREIRE FILHO et al., 2011).

Assim, no Brasil, o feijão-caupi vem passando por grandes mudanças, tanto no setor produtivo, com a expansão do cultivo para outras regiões, quanto no setor comercial, com uma melhor padronização do produto, com o início do processamento industrial e com a entrada do produto em novos mercados do País e do exterior. É importante mencionar que a preferência por um determinado tipo de grão de feijão-caupi varia de país para país e, dentro do mesmo país, de região para região. (FREIRE FILHO et al., 2011).

O caupi tem grande importância como fonte de alimento e como gerador de emprego e renda. É rico em proteínas, minerais e fibras (FROTA et al., 2008; SINGH, 2007) e constitui alimento básico das populações urbanas e rurais das regiões Norte e Nordeste (FREIRE FILHO, et al., 2011).

Seu consumo expandiu-se de forma mais intensa para as regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Considerando o período de 2005 a 2009, constatou-se que, na média do período, foi cultivado uma área de 1.391.386 hectares e foram produzidas 513.619 toneladas de feijão-caupi. Conforme Hetzel (2009) admite-se que cada hectare gera 0,8 emprego/ano, considerando o consumo per capita de 18,21 kg/pessoa/ano e o preço mínimo da saca de 60 kg de R\$ 80,00, constatou-se que a cultura do feijão-caupi gerou, em média, 1.113.109 empregos por ano, produziu suprimento alimentar para 28.205.327 pessoas e gerou uma produção anual no valor de R\$ 684.825.333,00 reais (FREIRE FILHO et al., 2011).

3.2.2 No mundo

Segundo Cohen et al. (1991) o feijão-caupi está presente em mais de 100 países. Contudo, a Food and Agricultural Organization (FAO) (FAOSTAT, 2011) diz que ele apenas é produzido por 35 países e não inclui o Brasil em sua lista de produtores que, atualmente, é o terceiro maior produtor mundial (FREIRE FILHO, et al., 2011).

O agronegócio do feijão-caupi estende-se por quase todos os continentes, predominando na África Ocidental e Central, Sul da Ásia e Nordeste da América do

Sul. O comércio entre esses mercados ainda é incipiente, entretanto, revela-se de grande potencial.

Em Freire Filho et al. (2011) é apresentado o período de 2005 a 2009 em que a área cultivada no mundo foi de 12.218.774 hectares, a produção mundial foi de 5.641.762 toneladas e a média de produtividade mundial foi de 461,8 kg/ha. Constatou-se que Níger, Nigéria e Brasil são os países que têm a maior área cultivada, que Nigéria, Níger e Brasil têm as maiores produções e que Croácia, Palestina, República da Macedônia, Trinidad e Tobago, Bósnia Herzegovina, Egito e Filipinas têm as maiores produtividades, acima de 2500 kg/ha.

Contudo, o resultado da produção fica restrito ao país no qual o produziu, não havendo ainda uma integração comercial entre os países que produzem e consomem feijão-caupi e entre os potenciais consumidores, principalmente os localizados em continentes distintos. Porém, é notável que entre os países das regiões Centro e Oeste da África há um comércio formal de feijão-caupi, relativamente bem organizado (LANGYINTUO et al., 2003; FREIRE FILHO et al., 2011).

3.3. Cultura do feijão-caupi

3.3.1 Ciclo

Uma classificação que define bem o ciclo em condições tropicais, é a seguinte: precoce: a maturidade é atingida até com 60 DAP (dias após o plantio); médio: a maturidade é atingida entre 60 a 90 DAP; tardio: a maturidade é atingida acima dos 90 DAP (Paiva et al., 1972, *apud* FREIRE FILHO et al., 2005).

3.3.2 Arquitetura

A arquitetura da planta do caupi é resultado da interação das características: hábito de crescimento, comprimento do hipocótilo, do epicótilo, dos entrenós, do ramo principal e secundários e do pendúnculo das vagens, disposição dos ramos laterais em relação ao ramo principal, disposição dos pendúnculos das vagens em relação à copa da planta e consistência dos ramos. Assim na combinação de todas essas características produz os tipos de porte da planta. Para o caupi ocorrem quatro tipos de portes: ereto, semi-ereto, semi-prostrado e prostrado (FREIRE FILHO et al., 2005).

3.3.3 Tipos de grãos

O grande comércio do feijão-caupi no Brasil é feito na forma de grão seco. O Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento - MAPA, por meio da Portaria nº 85, de 06 de março de 2002 - 7ª Parte, Anexo XII, apresenta o regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do feijão. Essa Portaria refere-se ao feijão-comum da espécie *Phaseolus vulgaris* L. e ao feijão-caupi, também conhecido como feijão-macassa, macassar, ou feijão-de-corda da espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp., os quais são classificados em grupos, classes e tipos. A classificação do feijão-caupi de acordo com a coloração dos grãos é a seguinte:

- a) Classe Branco: produto com, no mínimo, 97% de grãos de coloração branca.
- b) Classe Preto: produto com, no mínimo, 97% de grãos de coloração preta.
- c) Classe Cores: produto constituído de grãos coloridos, de cor e tamanho uniformes, admitindo-se, no máximo, 5% de mistura de grãos das classes Branco e/ou Preto e até 10% de mistura de cultivares da classe Cores que apresentem cores contrastantes ou tamanhos diferentes.
- d) Classe Misturado: produto que não atende às especificações de nenhuma das classes anteriores, deve constar, obrigatoriamente, no certificado de classificação as porcentagens de cada uma das classes e o percentual da classe dominante.

Com base na Portaria nº 85, particularmente no que se refere às classes de grãos, procurou-se detalhar mais a classificação dos diferentes grãos comerciais de feijão-caupi. Para isso, foi feita a seguinte adaptação, incluindo-se subclasses nas classes Branco e Cores:

- a) Classe Branco: cultivares com grãos de cor branca.
 - Subclasse Branca: cultivares com grãos de cor branca, liso, sem halo ou com halo pequeno, com ampla variação de tamanhos e formas.
 - Subclasse Brancão: cultivares com grãos de cor branca, rugoso, geralmente reniformes, sem halo e relativamente grandes.
 - Subclasse Fradinho: cultivares com grãos de cor branca e com um grande halo preto. Essa subclasse é cultivada principalmente nos estados da Bahia e do Rio de Janeiro e, atualmente, está se expandindo na Região Sudeste. Esse grupo é idêntico

ao tipo “Blackeye”, o mais cultivado e comercializado nos Estados Unidos, tanto como grãos secos quanto enlatados. É considerado o padrão de grão mais adequado para o comércio internacional. Geralmente, é o tipo importado pelas companhias cerealistas brasileiras quando ocorre baixa produção na Região Nordeste, como aconteceu em 1998, ano em que o Brasil importou feijão-caupi dos Estados Unidos da América e do Peru. Atualmente, há várias linhagens dessa subclasse em fase de teste.

b) Classe Preto: cultivares com grãos de cor preta, cultivadas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina para adubação verde e como forrageiras e, na Tailândia e no Miamar, para alimentação humana.

c) Classe Cores: cultivares com grãos de cores diferentes das classes Brancão e Preto. Serão incluídos somente os grãos comerciais: mulato, canapu, sempre-verde, vinagre, corujinha, azulão, manteiga, verde e rajado.

- Subclasse Mulato: cultivares com grãos de cor marrom, com a tonalidade variando de clara a escura e com uma ampla variação de tamanhos e formas. Cultivadas em larga escala nas regiões Norte e Nordeste.

- Subclasse Canapu: cultivares com grãos de cor marrom-clara, relativamente grandes, bem cheios, levemente comprimidos nas extremidades, com largura, comprimento e altura aproximadamente iguais. Esse grupo, muito semelhante ao tipo “crowder” cultivado nos Estados Unidos da América, é amplamente cultivado na Região Nordeste do Brasil nas áreas semiáridas dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia.

- Subclasse Sempre-Verde: cultivares com grãos de cor esverdeada, amplamente cultivadas na Região Nordeste.

- Subclasse Vinagre: cultivares com grãos de cor vermelha, cultivadas em pequena escala no Estado do Maranhão para produção de grãos secos e, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina para adubação verde e como forrageira.

- Subclasse Corujinha: cultivares com grãos de cor mosqueada cinza ou azulada, muito cultivadas para produção de grãos secos no sul do Maranhão e em Tocantins e, em menor escala, para produção de feijão-verde no Rio de Janeiro e em outros Estados.

- Subclasse Azulão: cultivares com grãos de cor azulada, cultivadas em pequena escala para produção de grãos secos e de feijão-verde no Rio Grande do Norte e em São Paulo.

- Subclasse Manteiga: cultivares com grãos de cor creme-amarelada, muito uniforme, e que, praticamente, não se altera com o envelhecimento do grão. Muito cultivada na Região Norte, principalmente no Estado do Pará. Devido ao comércio inter-regional, foi introduzida na Região Meio-Norte. Atualmente, tem pouca expressão em relação às demais subclasses, mas tem boas perspectivas de mercado.
- Subclasse Verde: cultivares com grãos de cor verde. Cultivadas nos Estados Unidos, utilizadas no comércio de feijão-verde, bem como para enlatamento e congelamento. Essas cultivares ainda não são cultivadas no Brasil.
- Subclasse Rajado: materiais que têm grãos de cor marrom com rajas longitudinais de tonalidade mais escura, semelhantes às do grupo carioca do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Ainda não há cultivares comerciais dessa subclasse em nenhum país, contudo, há linhagens em fase de teste.

A classe comercial mais numerosa é a classe Cores porque reúne um grande número de subclasses. As subclasses mais numerosas e com maior variação de tipos de grãos são as subclasses Mulato e Branco. Em valor comercial, as mais importantes são as subclasses Sempre-Verde e Brancão. Com exceção da subclasse Manteiga, muito cultivada na Região Norte. As outras subclasses têm menor expressão e, embora ainda sejam cultivadas por pequenos produtores, raramente são encontradas no comércio. Para produção de feijão-verde, as subclasses Branca, Sempre-Verde, Azulão e Corujinha são as mais cultivadas e os produtores preferem as de vagem roxa (FREIRE FILHO; ROCHA, 2011; FREIRE FILHO et al., 2005).

3.3.4 Aspectos fisiológicos

O caupi, ao contrário do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e outras leguminosas tem adaptação boa a uma ampla faixa de clima e solo, indo bem desde areias quartzosas a solos de textura pesada. Isso deve-se pela característica de apresentar alta capacidade de fixação biológica de nitrogênio atmosférico. (PINHO; TÁVORA; GONÇALVES, 2005).

É uma planta de metabolismo C₃ sendo a sua capacidade máxima fotossintética da folha alcançada a partir dos 20 dias. Normalmente, após o plantio a emergência das plântulas ocorre entre dois a três dias, caso a profundidade ideal seja respeitada e a temperatura ambiente em torno de 28 °C. Sendo que temperaturas

acima de 40 °C prejudicam o alongamento do hipocótilo. Com cinco dias após a germinação, ocorre a abscisão dos cotilédones. (PINHO; TÁVORA; GONÇALVES, 2005).

Em relação ao florescimento, algumas cultivares iniciam o processo com 30 dias após a germinação passam de 18 a 30 dias em pleno florescimento, porém outras cultivares chegam a levar mais de 90 dias para o início (PINHO; TÁVORA; GONÇALVES, 2005).

O caupi desenvolve-se numa faixa de temperatura entre 20° e 35° (Freire Filho et al., 2005). Sendo a faixa ideal para germinação entre 23° a 32,5° e para a formação dos nódulos entre 24 e 33 °C (CRAUFURD et al., 1996, apud PINHO et al., 2005). Temperaturas elevadas à noite induzem a macho-esterilidade reduzindo a capacidade de produção (PINHO et al., 2005).

No que se refere ao comprimento do dia, quase todas as cultivares da espécie são neutras ao fotoperíodo embora existam aquelas de dias curtos que são mais adaptadas às mais altas latitudes tropicais, sendo o comprimento que determina a indução ao florescimento entre 8 a 14 horas (PINHO et al., 2005).

Em relação ao suporte de água, para Turk et al. (1980) e Summerfield et al. (1985) consideram-na como uma espécie relativamente adaptada à seca se tratando de uma planta que responde a diferentes níveis de estresse ao longo dos diversos estádios de seu desenvolvimento, porém é uma planta altamente resistente à seca. Da germinação ao final da formação de vagens e granação, a planta requer e média uma quantidade de 650 mm (PINHO et al., 2005).

3.4. Tecnologia de produção das sementes de feijão-caupi e qualidades de sementes (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000)

Qualquer que seja a cultura, o sucesso da produção depende, em grande parte, da qualidade das sementes utilizadas. Essa qualidade é determinada pela interação dos aspectos genético, físico, fisiológico e sanitário.

O aspecto genético refere-se à pureza e às características intrínsecas da cultivar, tais como: ciclo, porte, potencial de produtividade, resistência a pragas e doenças, adaptação ao solo e ao clima, entre outras.

O aspecto físico é caracterizado pela pureza física do lote, na qual se leva em consideração a presença de sementes de outras espécies e de material inerte -, pelo

grau de umidade, pela cor, pelo tamanho, pela forma, pelo peso e pelo dano mecânico.

O componente sanitário diz respeito à presença de insetos e microrganismos associados às sementes, cuja contaminação pode ocorrer desde a fase de campo até o armazenamento

O atributo fisiológico é determinado pela longevidade, pela capacidade de germinação e pelo vigor expressos pela semente.

3.5 Fatores que envolvem a produção de sementes de feijão-caupi

(MEDEIROS FILHO; TEÓFILO, 2005).

3.5.1 Escolha da região

Para a cultura, é recomendado evitar regiões que apresente problemas de deficiência ou de excesso de precipitação, porque a falta de água pode trazer sérios prejuízos no estágio de maturidade da semente, o excesso, principalmente na colheita, pode trazer danos irreversíveis à qualidades das mesmas

3.5.2 Escolha da área

Deve-se escolher uma área que não tenha sido cultivada, pelo menos nas duas últimas safras com outra cultivar de feijão-caupi que não seja a que se está explorando a fim de evitar uma possível contaminação genética e ocasionar no surgimento de plantas voluntárias.

3.5.3 Escolha das sementes

As sementes destinadas à instalação de campos de multiplicação de sementes de feijão-caupi devem ser adquiridas conforme padrões de qualidade, observando se a entidade fornecedora é idônea, se acondicionadas em embalagens fechadas e contendo e todas as informações necessárias para se avaliar a qualidade do lote. Além disso, se faz necessário saber a procedência a fim de se evitar a introdução de novos patógenos.

3.5.4 Escolha da cultivar

Principais pontos, segundo Medeiros Filho e Teófilo (2005):

- 1° Produto ter preferência entre agricultores para assegurar comercialização;
- 2° Ter registro no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura Pesca e Abastecimento (MAPA);
- 3° Deve ser reconhecida pela Comissão Estadual de Sementes e Mudas (CESM) ou órgão equivalente.

Fora isso, deve observar todos os outros fatores associados à cultivar, como: resistência a pragas e doenças, adaptação ao clima, quantidade exigida de água, exigências nutricionais e etc.

3.6 Fatores que afetam a qualidade da semente no armazenamento

A preservação da qualidade fisiológica da semente de feijão-caupi durante o armazenamento depende de fatores ambientais do armazém e da qualidade inicial das sementes. (MEDEIROS FILHO; TEÓFILO, 2005).

3.6.1 Vigor dos pais

Plantas que são bem adubadas, sadias e vigorosas tem como consequência maior possibilidade de serem armazenadas com menor perda de qualidade.

3.6.2 Condições climáticas durante a maturação

Este é o período onde a planta está acumulando matéria seca, assim, ocorrendo deficiência hídrica acarretará em grãos mais leves e mais suscetíveis a deterioração. Já o excesso hídrico pode acelerar o processo deteriorativo.

3.6.3 Grau de maturidade no momento da colheita

Faz-se ideal a colheita no momento certo de maturidade, sendo que as sementes colhidas antes ou depois desse ponto apresentam menos potencial de

armazenagem, por não terem atingido o máximo vigor para o primeiro caso ou por permanecerem em condições adversas no campo para este caso. A colheita deve ser realizada com umidade variando entre 16 – 18%.

3.6.4 Grau de dano mecânico

Normalmente esses danos são oriundos da colheita, debulha e beneficiamento ocasionando rachaduras e/ou trincas que servirão de porta para microrganismos externos, normalmente maléficos a qualidade do grãos e assim reduzindo o potencial de armazenamento.

3.6.5 Secagem

Nesse processo, há temperaturas adequadas para cada faixa de umidade das sementes e isso deve ser respeitado principalmente evitando temperaturas de secagem elevadas.

Sementes de caupi devem ser secas até que se teor de água atinja 10 a 12% e armazenadas em ambiente de baixa temperatura (18 a 20°C) e com umidade relativa do ar média de 35%.

3.6.6 Fungos e insetos

Os dois principais gêneros de fungos de armazenamento são o *Aspergillus* e *Penicillium*, entre seus danos estão: a redução da taxa de germinação, descoloração de parte ou toda a semente, aquecimento, alterações bioquímicas e produção de toxinas.

O principal inseto/praga dos grãos armazenados do Caupi é o caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabricius)), pois ocorre em todas as regiões produtoras chegando a reduzir seu valor comercial em até 100%. É uma praga que ataca a planta no campo, com vagens maduras e em desenvolvimento.

3.7 Qualidade fisiológica

O aspecto fisiológico das sementes de feijão-caupi é determinado por fatores como: longevidade, pela capacidade de germinação e pelo vigor expressos pela semente. (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000.) Um teste sensível que serve de parâmetro, juntamente com outros testes, é o teste de condutividade elétrica.

3.7.1 Teste de vigor - Condutividade elétrica da solução de embebição

Entre os testes de vigor o teste de condutividade elétrica é classificado como um teste bioquímico (BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005), porém envolve dois princípios, o físico, em que se está avaliando a passagem de corrente elétrica através da solução de embebição, e o biológico, que diz respeito à perda de líquidos do meio interior da célula para o meio exterior, em função do grau de deterioração das sementes, envolvendo, portanto, processos bioquímicos relacionados à integridade das membranas celulares. Entretanto, segundo Matthews e Powell (1981) o processo de lixiviação, em si, do embrião e da semente, é um fenômeno de difusão física, visto que ocorre tanto em tecido vivo como morto.

Com relação à natureza dos constituintes, as observações são que, por ocasião da embebição, as sementes liberam grande variedade de substâncias, tais como íons inorgânicos, açúcares, aminoácidos, enzimas, nucleosídeos e ácidos graxos (BEWLEY; BLACK, 1994). Desse modo a relação entre a quantidade de líquidos, nível de organização das membranas celulares e condutividade elétrica da solução de embebição das sementes, permite relacionar a condutividade elétrica com o vigor de sementes em que altos valores de condutividade elétrica (alta perda de eletrólitos) indicam baixo vigor, e baixos valores (baixa perda de eletrólitos) alto vigor.

O teste de condutividade elétrica de massa tem sido utilizado para avaliar o vigor de várias espécies, principalmente das consideradas grandes culturas (MARCOS FILHO, 2005). O aprimoramento dos procedimentos de realização do teste de condutividade elétrica vem acontecendo para uma melhor avaliação do vigor de sementes (MATTHEWS; POWELL, 1981; AOSA, 1983; MARCOS FILHO et al., 1987; VIEIRA, 1994; HAMPTON; TEKRONY, 1995; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Desenvolvimentos futuros do teste de condutividade elétrica poderão surgir na busca de uma maior sensibilidade na avaliação dos resultados do vigor das sementes (McDONALD, 1998; MARCOS FILHO, 2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área experimental

Para a multiplicação das sementes, o trabalho foi desenvolvida na Fazenda Água Limpa localizada próxima ao Núcleo Rural da Vargem Bonita, ao sul da BR 251, que liga Brasília a Unaí-MG (15°57'16''S, 47°55'89''W e altitude de 1.100 m) pertencente à Universidade de Brasília (UnB).

. O clima local é caracterizado como tropical estacional (Aw) que tem como característica a sazonalidade do regime de chuvas, com um período chuvoso de outubro a abril e um período seco de maio a setembro. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013). Foi feita a análise química do solo e a interpretação dos atributos químicos e recomendação de calagem e adubação foi realizada conforme a recomendação de Sousa e Lobato (2004).

4.2. Definição do genótipo e obtenção das sementes

Foram utilizadas sementes de dois genótipos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], um foi a cultivar Amapá, material de genética conhecida e desenvolvida pela Embrapa Meio Norte de grão de cor branca, grupo comercial "branco" (EMBRAPA, 2006) e outro obtido de produtores da agricultura familiar, as quais foram consideradas sementes de origem crioulas, de cor escura e grupo comercial "escuro". Na área experimental de 400 m² estes dois genótipos foram cultivados em parcelas, de 200 m² cada, separadas e semeadas em covas de 1,0 m x 0,5 m.

Após a colheita verificou-se que existiam várias cores de grãos. Optou-se por separar em três cores definidas como Branco-1, Marrom e Escuro e o material do grupo Branco-1 (cultivar Amapá) foi novamente multiplicado e obteve-se o genótipo definido como Branco-2.

Assim, o experimento foi desenvolvido com sementes de feijão-caupi de cores diferentes de grãos, usadas como tratamentos, sendo elas Branco-1, Branco-2, Marrom e Escuro. O tratamento Branco-2 teve problemas na fase de colheita devido a chuvas intensas ocorrem nesta época.

Figura 1. Separação inicial das dos tratamento, conforme cores do tegumento.



4.3. Desenvolvimento do experimento

O experimento avaliou três metodologias na condução do teste de condutividade elétrica da solução de embebição, comparadas com a metodologia considerada padrão, em massa (24 horas de embebição; 25 °C incubação; 50 sementes por recipiente; e 75 mL de água deionizada) como testemunha. Nas duas metodologias alternativas foram apenas modificadas quanto ao tempo de embebição das sementes na câmara de incubação usando 6 e 14 horas de embebição.

4.4. Avaliações no Laboratório de Análise de Sementes-LASE

4.4.1. Teor de água (TA)

Usou-se o método de estufa a 105 ± 3 °C $24h^{-1}$. Foram pesadas duas amostras de 50 sementes de cada tratamento (BRASIL, 2009). Após o teste de envelhecimento acelerado também o teor de água foi avaliado. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.4.2. Teste padrão de germinação (TPG)

Foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por amostra, em rolo de papel filtro, e embebido em água na quantidade de 2,5 vezes o peso do substrato seco, a 25 °C. No substrato em areia a germinação foi conduzida com quatro repetições de 50 sementes por amostra, em areia grossa lavada, na temperatura ambiente do LASE de 25 °C. Para os testes seguiram-se as prescrições de Brasil (2009).

4.4.3. Teste de envelhecimento acelerado (EA)

As sementes foram distribuídas em camada única sobre uma tela metálica que foi encaixada dentro de uma caixa plástica para germinação (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), contendo 40 mL de água destilada no fundo e foi mantida em câmara de germinação, a 41 °C por 48 h (MARCOS FILHO, 1999). Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, realizando-se a contagem de plântulas normais no quinto dia (BRASIL, 2009).

4.4.4. Teste de condutividade elétrica de massa (CE)

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por amostra, previamente pesadas (0,001), colocadas para embeber em copos plásticos (200 mL) contendo 75 mL de água deionizada e mantidas a 25 °C 24 h⁻¹, considerada metodologia padrão (HAMPTON; TEKRONY, 1995). O aparelho utilizado foi da marca Gehaka e modelo CG 2500. Os resultados finais foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$.

4.4.5. Emergência de plântulas em laboratório (EP)

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por amostra com substrato numa mistura de terra de área cultivada com areia grossa lavada de rio, na proporção 3 partes de areia e 1 parte de terra cultivada, adaptado das recomendações de Nakagawa (1999).

4.4.6. Índices de velocidade de emergência (IVG e IVE)

Foi obtido durante a condução do TPG em areia e na obtenção da emergência das plântulas (EC), seguindo-se as recomendações de Nakagawa (1999), em que foi computado o número de plântulas normais da primeira até a última contagem junto com o respectivo dia da contagem, esses valores foram aplicados dia-a-dia na equação (1) para se obter a média dentro de cada repetição.

(1)

$$IVE = \sum \frac{\text{NÚMERO DE PLANTÚLAS NORMAIS EMERGIDAS}}{\text{NÚMERO DE DIAS DA CONTAGEM}}$$

No LASE o experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Também, foram feitas análises de correlação, para verificação da precisão, entre os resultados dos testes de qualidade de sementes e o teste de condutividade elétrica nas sementes de feijão-caupi. Utilizou-se o software ASSISTAT v.7.7 para as análises estatísticas dos dados (SILVA, 2014).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os valores da Tabela 1, observou-se que a germinação em papel apresentou-se estatisticamente significativa ($P < 0,05$) e todas as demais avaliações não diferiram-se estatisticamente ($P \geq 0,05$). Verificou-se que todos os testes (EA, IVG, EC e IVE) usados não captaram a diferença de qualidade fisiológica das sementes entre os genótipos Branco-1, Marrom e Escuro com maior qualidade, do genótipo Branco-2 com qualidade inferior, entretanto, apenas a germinação determinada pelo teste padrão de germinação, usando substrato papel, foi o único que detectou a diferença significativa. Neste trabalho a germinação dos genótipos apresentou resultados conflitantes para o tipo de substrato utilizado, mesmo seguindo as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992; 2009). Conforme explica Marcos Filho (1999; 2005) o teste padrão de germinação em laboratório oferece condições ótimas para proporcionar a máxima germinação das amostras analisadas.

Tabela 1. Valores médios de germinação, em papel e em areia, germinação após o teste de envelhecimento acelerado (EA), em %, índice de velocidade de germinação em areia (IVG), emergência de plântulas em laboratório (EP), em %, e índice de velocidade de emergência (IVE), de genótipos de feijão-caupi (UnB-Agronomia, 2015).

GENOTIPOS ¹	GERMINAÇÃO		EA	IVG	EC	IVE
	PAPEL	AREIA				
	----- % -----				--- % ---	
BRANCO-1	91 a ²	91 a	89 a	27,89 a	80 a	12,94 a
MARROM	85 a	89 a	83 a	27,96 a	85 a	12,13 a
ESCURO	90 a	88 a	85 a	28,32 a	85 a	12,39 a
BRANCO-2	71 b	86 a	82 a	26,30 a	75 a	9,88 a
Teste F	11,34**	0,94 ^{NS}	0,47 ^{NS}	1,16 ^{NS}	1,26 ^{NS}	1,57 ^{NS}
DMS (5%)	11,19	9,73	21,08	3,49	16,90	4,50
CV (%)	6,36	5,25	9,50	6,03	9,94	18,12

¹Genótipos de feijão-caupi:

²Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo e **valor significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Esperava-se que os resultados dos testes de vigor utilizados neste experimento (EA, IVG, EC e IVE) expressassem melhor a diferença de qualidade entre os genótipos, uma vez que tais testes podem fornecer índices mais sensíveis da qualidade fisiológica que o teste de germinação (AOSA, 1983; MARCOS FILHO, 1999; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A qualidade das sementes obtida no genótipo Branco-2 provavelmente foi comprometida devido ter ocorrido no estágio de maturidade da semente excesso de chuva na fase da pré-colheita, o que acarretou danos irreversíveis à qualidade da semente. Esta informação é confirmada por Medeiros Filho e Teófilo (2005) comentando sobre produção de sementes de feijão-caupi.

Os valores de condutividade elétrica das sementes (CE), nos três períodos de embebição (6, 14 e 24 horas) foram diferentes estatisticamente ($P < 0,05$) entre os genótipos avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios do teste de condutividade elétrica das sementes (CE), com períodos de embebição de 6 horas, 14 horas e 24 horas, dados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, de genótipos de feijão-caupi (UnB-Agronomia, 2015).

GENOTIPOS ¹	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA		
	6 horas	14 horas	24 horas
	----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ -----		
BRANCO-1	38,53 b	56,19 b	50,10 ab
MARROM	40,44 b	49,82 bc	51,31 ab
ESCURO	32,69 c	41,02 c	40,64 b
BRANCO-2	58,22 a	84,78 a	58,09 a
Teste F	79,08**	35,89**	3,95*
DMS (Tukey 5%)	5,19	13,27	13,92
CV (%)	5,83	10,90	20,40

¹Genótipos de feijão-caupi:

²Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Valor significativo a 5% de probabilidade e **valor significativo a 1% pelo teste F.

Os valores de CE altos indicam que as sementes perderam conteúdos celulares e apresentaram grande quantidade de lixiviados, sendo classificadas como sementes de “médio ou baixo vigor” e sementes com valores baixos de CE são classificadas como de “alto vigor” (VIEIRA, 1994; VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999). De forma que o genótipo com mais alto vigor foi o Escuro e o genótipo com mais baixo vigor foi o Branco-2, os outros genótipos (Branco-1 e Marrom) comportaram-se intermediários na resposta da CE, para os três períodos de embebição.

De acordo com Heydecker (1974) em se tratando do desenvolvimento das membranas celulares, estas são as últimas a se organizarem durante o processo de maturação e as primeiras a apresentarem sinais de deterioração após a maturidade fisiológica, fato também comentado por Delouche e Baskin (1973). Sobre este aspecto, Matthews (1985) colocou que os testes que avaliam a integridade das membranas seriam os mais sensíveis para estimar o vigor, como no caso do teste de condutividade elétrica das sementes.

Dentre vários fatores que envolvem a montagem e condução do teste de condutividade elétrica, o período de embebição pode afetar os resultados, mas precisa ser monitorado com cuidado para assegurar a precisão dos resultados (MARCOS FILHO et al., 1987; LOEFFLER et al., 1988; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999; MARCOS FILHO, 2005).

Pelas explicações de Bewley e Black (1994) o período de embebição pode ser reduzido em função da liberação de solutos ser muito elevada durante o início da embebição, declinando com o avanço deste período. Marcos Filho (2005) apresentou uma lista com doze pesquisas que referenciam esta possibilidade em diversas espécies, tais informações corroboram com os resultados obtidos neste trabalho.

A avaliação se um teste se relaciona com outro neste trabalho foi apresentada na Tabela 3, sendo que os valores de “r”, coeficiente de correlação, indicam o grau de intensidade da correlação entre duas variáveis e, ainda, o sentido dessa correlação (positivo ou negativo).

Conforme explicam Gomes (1987) e Ferreira (2000) a análise da correlação serve para avaliar se as respostas das variáveis comparadas se possuem a mesma de tendência de resposta. Assim, a classificação da correlação pode ser entendida como: correlação perfeita se $r = 1$ ou -1 ; correlação forte ou alta se $r = 0,80$ a $0,99$; correlação média $r = 0,50$ a $0,70$ e correlação fraca ou baixa se $r = 0,50$ ou menor.

Tabela 3. Valores de “r” da correlação entre todas as variáveis avaliadas de qualidade de sementes de feijão-caupi (UnB- Agronomia, 2015).

	TPGp	TPGa	IVG	EA	EC	IVE	CE 6 h	CE 14 h	CE 24 h
TPGpapel	-	0,86 ^{NS}	0,94 ^{NS}	0,74 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,98*	-0,96*	-0,89 ^{NS}	-0,80 ^{NS}
TPGareia		-	0,70 ^{NS}	0,91 ^{NS}	0,44 ^{NS}	0,91 ^{NS}	-0,70 ^{NS}	-0,59 ^{NS}	-0,39 ^{NS}
IVG			-	0,49 ^{NS}	0,92 ^{NS}	0,92 ^{NS}	-0,99**	-0,98*	-0,86 ^{NS}
EA				-	0,14 ^{NS}	0,76 ^{NS}	-0,54 ^{NS}	-0,37 ^{NS}	-0,32 ^{NS}
EC					-	0,74 ^{NS}	-0,88 ^{NS}	-0,96*	-0,78 ^{NS}
IVE						-	-0,92 ^{NS}	-0,86 ^{NS}	-0,70 ^{NS}
CE 6h							-	0,97*	0,91 ^{NS}
CE 14h								-	0,89 ^{NS}
CE 24h									-

^{NS}Valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0,05$).

*Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$).

As correlações significativas ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$) foram TPG papel x IVE, TPG papel x CE 6 horas, IVG x CE 14 horas, EC x CE 14 horas e CE 6 horas x CE 14 horas e somente a correlação IVG x CE 6 horas foi significativa ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$), sendo que todas essas correlações significativas encontram-se na faixa considerada como correlação forte ou alta.

Notou-se que das cinco correlações significativas, não considerando a correlação CE 6 horas x CE 14 horas, quatro envolveram os resultados da CE com período de embebição de 6 ou 14 horas. Isso mostra a intensidade deste teste em identificar e se correlacionar com os demais e, desta forma, contribuir com a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de feijão-caupi.

O uso único e exclusivamente dos resultados do teste de condutividade elétrica, no sentido de predizer o comportamento de lotes de sementes sob condições de campo, é praticamente impossível no estágio atual de conhecimentos, sendo importante o uso conjunto com outro teste de vigor (HAMPTON; COOLBEAR, 1990; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Os testes de vigor não são necessariamente efetuados para predizerem o número exato de plântulas que emergirão ou sobreviverão no campo, no entanto muitos testes de vigor podem correlacionar bem com a emergência no campo (OLIVEIRA et al., 2004).

No caso de sementes de soja, Vieira et al. (1999) verificou que a condutividade elétrica pode estimar, com alto grau de precisão, o desempenho das mesmas no campo, dependendo das condições climáticas predominantes por ocasião da semeadura.

No decorrer de vários anos, na área da tecnologia de sementes, vem sendo pesquisas feitas sobre os procedimentos para a realização do teste de CE, com o objetivo do aprimoramento da metodologia na avaliação do vigor de sementes (MATTHEWS; POWELL, 1981; AOSA, 1983; MARCOS FILHO et al., 1987; VIEIRA, 1994; HAMPTON; TEKRONY, 1995; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

O teste de condutividade elétrica foi, juntamente com o teste de envelhecimento acelerado, considerado suficientemente padronizado para ser recomendado como teste de vigor (HAMPTON; TEKRONY, 1995). Por outro lado, mesmo sendo aceito internacionalmente como teste padronizado para sementes de ervilha e de soja, continua a passar por refinamentos na metodologia (MARCOS FILHO, 2005; McDONALD, 1998) e a sua eficiência na determinação do vigor das sementes de diferentes espécies ainda constitui-se em um desafio para a pesquisa em tecnologia de sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Futuros desenvolvimentos no teste de condutividade elétrica poderão surgir a partir de um melhor conhecimento dos componentes específicos lixiviados, os quais proporcionarão uma maior sensibilidade na avaliação dos resultados do vigor das sementes (McDONALD, 1998).

Caminhando nesse sentido, este trabalho foi desenvolvido e concluído para suprir uma parte das necessidades vigentes para um maior conhecimento do teste de condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*); além de, contribuir com a identificação prática e precisa para colaborar na obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica. As informações obtidas podem ser aplicadas em futuras pesquisas e em programas de controle de qualidade, dentro de empresas produtoras de sementes de feijão-caupi.

6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que:

1. O período de embebição (6, 14 ou 24 horas) na condutividade elétrica foi eficaz em identificar sementes de feijão-caupi com diferentes níveis de vigor;
2. O teste de condutividade elétrica correlacionou com testes de qualidade (TPGpapel, IVG e EC), na identificação do vigor em sementes de feijão-caupi.
3. Aprimoramentos na metodologia do teste de condutividade elétrica são necessários na busca da precisão da resposta relativa a qualidade das sementes de feijão-caupi.

7. REFERÊNCIAS

AKANDE, S.R. Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, v.2, n.2, p.163-168, 2007

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).

BAUDOIN, J.P.; MARECHAL, R. Genetic diversity in Vigna. In: SINGH, S.R.; RACHIE, K.O. (Eds.). **Cowpea research, production and utilization**. Chichester: John Wiley e Sons, 1985.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNPV/CLAV, 1992. 365p.

CAMPOS, F. L.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. de A; RIBEIRO, V. Q.; SILVA, R. Q. B.; ROCHA, M. de M. Ciclo fenológico em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp): uma proposta de escala de desenvolvimento. **Revista Científica Rural**, v. 5, n. 2, p. 110-116, 2000.

CARVALHO, N.M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.1-30.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. (Eds.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

COHEN, J. I.; WILLIAMS, J. T.; PLUCKNETT, D. L.; SHANDS, H. Ex situ conservation of plant genetic resources: global development and environmental concerns. **Science**, Washington, v. 253, n. 5022, p. 866-872, Aug. 1991. Disponível em: <http://www.joelcohen.org/pdf/ExSituConservation.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2015.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science Technology**, v.1, n.2, p.427-52, 1973.

EMBRAPA. Cultivo do feijão-caupi. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 11 jul. 2013.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 353p.

FAOSTAT. Production crops. Disponível em: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=cn#cnancor>. Acesso em: 18 mai. 2015.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3.ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422p.

FREIRE FILHO, F.R. (Ed.). **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p.

FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. (Eds.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; BARRETO, P.D.; SANTOS, A.A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F.R.; ARAUJO LIMA, J.A.; RIBEIRO, V.Q. (Eds.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 27-92.

FREIRE FILHO, F.R.; ROCHA, M.M. **Classes de feijão-caupi**. Disponível em:< <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/abertura.html>>. Acesso em: 18 set. 2015..

FROTA, K.M.G.; MENDONÇA, S.; SALDIVA, P.H.N.; CRUZ, R.J.; ARÊAS, J.A.G. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. **Journal of Food Science**, Chicago, v.73, n.9, p.235-240, 2008.

GOMES, F.P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. 3.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 162p.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Conductivity test. In: HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (Eds.) **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, 1995. p.22-34.

HAMPTON, J.G.; COOLBEAR, P. Potencial versus actual seed performance. Can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, v.18, n.2, p.215-228, 1990.

HETZEL, S. Com preço alto, área do feijão deve crescer. In: **AGRIANUAL 2009: Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2009. p. 312-313.

HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p.209-252.

LANGYINTUO, A.S.; LOWENBERG-DEBOER, J.; FAYE, M.; LAMBERT, D.; IBRO, G.; MOUSSA, B.; KERGA, A.; KUSHWAHA, S.; MUSA, S.; NTOUKAM, G. Cowpea supply and demand in West and Central Africa. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.82, n.2-3, p.215-231, 2003.

LOEFFLER, T.M., TEKRONY, D.M., EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal Seed Technology**, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MATTHEWS, S. Physiology of seed ageing. **Outlook na Agriculture**, v.14, p.89-94, 1985.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (Ed.) **Handbook of vigour test methods**. Zurich: ISTA, 1981. p.37-42.

McDONALD, M.B. Seed quality assessment. **Seed Science Research**, v.8, n.3, p.65-275, 1998.

MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E.M. Tecnologia de produção de sementes. In: FREIRE FILHO, F.R.; ARAUJO LIMA, J.A.; RIBEIRO, V.Q. (Eds.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.449-519.

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1-24.

NG, N.Q.; MARÉCHAL, R. Cowpea taxonomy, origin germ plasm. In: SINCH, S.R.; RACHIE, K.O. (Ed.). **Cowpea research, production and utilization**. Cheichecter: John Wiley, 1985. p. 11-21.

OLIVEIRA, J.A.; VEIRA, M.G.G.C.; CARVALHO, M.L.M. **Teste de vigor de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 35p.

PADULOSI, S.; NG, N.Q. Origin taxonomy, and morphology of vigna unguiculata (L.) Walp. In: SINGH, B. B.; MOHAN, R.; DASHIELL, K. E; JACKAI, L. E. N. (Eds.). **Advences in Cowpea Research**. Tsukuba: IITA: JIRCAS, 1997. P. 1-12.

PEREIRA, M.C.N.; GONÇALVES, J.R.P. **Cultivo do feijão-caupi no Amazonas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 33p.

PINHO, J.L.N.; TÁVORA, F.J.A. F; GOLÇALVES, J.A. Aspectos fisiológicos. In: FREIRE FILHO, F.R.; ARAUJO LIMA, J.A.; RIBEIRO, V.Q. (Eds.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.191-210.

SILVA, F.A.S. **ASSISTAT versão 7.7 beta**. Campina Grande: DEAG/CTRNUFCG, 2014. (Homepage <http://www.assistat.com>).

SINGH, B.B. Cowpea breeding at IITA: highlights of advances impacts. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE

FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121).

SINGH, B.B. Recent progress in cowpea genetics and breeding. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.752, p.69-76, 2007.

SINGH, B.B. et al. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C.A. et al. (Eds.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 2002. p.287-300.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

STEELE, W.M.; MEHRA, K.L. Structure, evolution and adaptation to farming system and environment in Vigna. In: SUMMERFIELD, D. R; BUNTING, A. H. (Eds.). **Advances in legume science**. England: Royal Botanic Gardens, 1980.

SUMMERFIELD R.J.; PATE, J.S.; ROBERTS, E.H. The physiology of cowpea. In: SINGH, S.R.; RACHIE, K.O. (Eds.). **Cowpea research, production and utilization**. Great Britain: A. Wiley-Interscience Publication, 1985.

TURK, J.K.; HALL, A.E. Drought adaptation of cowpea. II. Influence of drought on plant water status and relations with seed yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, n.2, 1980.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-32.

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

VIEIRA, R.D.; PAIVA A., J.A.; PERECIN, D. Electrical conductivity and field performance of soybean seeds. **Seed Technology**, v.21, n.1, p.15-24, 1999.