



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

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES COMERCIAIS DE
SORGO DISPONIBILIZADAS AOS PRODUTORES RURAIS DO
DISTRITO FEDERAL E ENTORNO**

BRENDA DE MOURA BEZERRA

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Brasília-DF
Julho/2017**



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

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES COMERCIAIS DE
SORGO DISPONIBILIZADAS AOS PRODUTORES RURAIS DO
DISTRITO FEDERAL E ENTORNO**

BRENDA DE MOURA BEZERRA

Orientador: Dr. MARCELO FAGIOLI

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

**Brasília - DF
Julho/2017**

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV
Curso de Agronomia

Avaliação da qualidade de sementes comerciais de sorgo disponibilizadas aos produtores rurais do Distrito Federal e entorno.

Brenda de Moura Bezerra

Matrícula: 12/0111934

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. Marcelo Fagioli
Universidade de Brasília - UnB
Orientador (Avaliador interno)

Professora Dr. Nara Oliveira Silva Souza
Universidade de Brasília - UnB
(Avaliador interno)

Éder Stolben Moscon, Eng. Agrônomo.
Doutorando em Agronomia na Universidade de Brasília – UnB
(Avaliador interno)

FICHA CATALOGRÁFICA

BEZERRA, B.M.

Avaliação da qualidade de sementes comerciais de sorgo disponibilizadas aos produtores rurais do Distrito Federal e entorno. / Brenda de Moura Bezerra; orientação de Marcelo Fagioli - Brasília, 2017.

Monografia - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

1. Sorgo - Qualidade fisiológica das sementes 2. Sorgo - dano mecânico. 3. Corantes em dano mecânico.
I. Fagioli. M. de II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BEZERRA, B.M. **Avaliação da qualidade de sementes comerciais de sorgo disponibilizadas aos produtores rurais do Distrito Federal e entorno.** 2017. 35f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2017.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome dos Autores: Brenda de Moura Bezerra

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Avaliação da qualidade de sementes comerciais de sorgo disponibilizadas aos produtores rurais do Distrito Federal e entorno.

Grau: 3º **Ano:** 2017

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. Os autores reservam-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

Brenda de Moura Bezerra

Matrícula: 12/0111934

Tel.: (61) 99831-6541/E-mail: brembezerra@gmail.com

*“ Visão é enxergar os frutos quando só se tem a semente.
Quem age, planta. Quem acredita, rega. Quem preserva, colhe”
(Juliana Matos)*

DEDICATÓRIA

Dedico essa conquista aos meus pais, José Cleiton e Mara Moura, que são o meu maior exemplo de persistência, dedicação, humildade, caráter, coragem e êxito. Sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado durante toda a minha caminhada, nunca mediram esforços para eu pudesse chegar até aqui. Eles são o meu porto seguro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que é o autor da minha história. Ele sempre ilumina o meu caminho e está ao meu lado me abençoando, fortalecendo e capacitando.

Agradeço aos meus queridos pais, pelo amor incondicional e pelo incentivo em todos os momentos. Por todo carinho, conselhos, preocupações e por estarem presente em todos os momentos da minha vida. Por todos os esforços e instruções para a minha formação pessoal e profissional.

À toda minha família, em especial minhas primas Yorrane e Ilanna e minha tia Rai, por estarem presente desde o começo da minha caminhada acadêmica, pelos conselhos e amor.

Ao professor Fagioli, meu orientador, pela disponibilidade, ajuda, paciência, por todos os ensinamentos compartilhados e por colaborar com a minha formação profissional.

À professora Rita de Cássia, por ter me acolhido em meu primeiro estágio e ter compartilhado suas experiências e conhecimentos profissionais.

À todos os meus amigos da UMP.

À todos os amigos que a Agronomia me deu, em especial ao 2º/2012.

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 Sorgo: origem e disseminação.....	4
3.2 Formas de utilização.....	5
3.3 Características botânicas.....	8
3.4 Morfologia da planta de sorgo.....	8
3.5 Cenário econômico mundial e do Brasil.....	9
3.6 Caracterização econômica do sistema agrícola dos Estados da região Centro-oeste e do Distrito Federal.....	11
3.7 Qualidade das sementes.....	11
3.7.1 Qualidade genética.....	11
3.7.2 Qualidade sanitária.....	12
3.7.3 Qualidade física.....	12
3.7.4 Qualidade fisiológica.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1 Local de condução do experimento.....	14
4.2 Genótipos utilizados.....	14
4.3 Avaliação experimental da qualidade das sementes.....	14
4.3.1 Determinação do teor de água (TA).....	14
4.3.2 Teste padrão de germinação (TPG).....	14
4.3.3 Peso de matéria verde (PMV) e seca (PMS) das plântulas normais	14
4.3.4 Teste de envelhecimento acelerado (EA).....	15
4.4.4 Teste de condutividade elétrica (CE).....	15
4.4.5 Avaliação da danificação mecânica (DM).....	15
4.4.6 Emergência de plântulas em campo (EC).....	16
4.4.7 Índice de velocidade de emergência (IVE).....	17
4.4.8 Delineamento e análises estatísticas.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6. CONCLUSÕES.....	22
7. REFERÊNCIAS.....	23

RESUMO

Avaliação da qualidade de sementes de sorgo disponibilizadas aos produtores rurais do Distrito Federal e Entorno. BEZERRA, B.M.¹; FAGIOLI, M. 2016. 35f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2016.

O sorgo vêm se destacando no cenário agrícola por apresentar diversas alternativas de cultivo e uso. A aquisição de sementes de alta qualidade fisiológica torna-se essencial para garantir uma elevada produtividade da cultura. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de sementes de sorgo comercializadas no Distrito Federal e Entorno. Para isto, foram utilizadas cinco cultivares (BRS 330, BRS 802, DKB 540, 1G 245 e ATLÂNTICA MR43). As sementes foram avaliadas quanto à porcentagem de germinação (25°C/5 dias), e pelos testes de vigor - envelhecimento acelerado (41°C/96h) e condutividade elétrica (50s/75mL/25°C/24h), e também foi avaliada a danificação mecânica pelos corantes Verde Rápido ou *Fast Green* (Verde Malaquita) (100s/0,1%/2 min.) e *Amaranth* (100s/0,25%/5 min.). Verificou-se pela análise estatística que os valores de germinação e vigor (envelhecimento acelerado e condutividade elétrica) identificaram diferenças entre os genótipos para a qualidade fisiológica. Porém, as porcentagem observadas em ambos os corantes na quantificação da danificação mecânica não mostraram diferença estatística significativa entre os genótipos. Também pode ser observado que quando o pericarpo das sementes é de coloração branca os dois corantes podem ser usados, e em sementes de pericarpo escuro o corante Verde Rápido é o mais indicado. Desta maneira, pode-se concluir que as cultivares de sorgo comercializadas no DF e Entorno apresentam condições de comercialização por se enquadrarem na porcentagem mínima de germinação exigida pelo Ministério da Agricultura, e que a intensidade de danificação mecânica determinada nas sementes de sorgo não foi relacionada diretamente com a perda de qualidade fisiológica.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* L. Moench, vigor de sementes, teste rápido de danificação

1. INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) pertence à classe das monocotiledôneas, família Poacea, apresenta sistema radicular profundo e ramificado, o que confere maior eficiência da absorção de água da solução do solo. Tem como centro de origem a África e a Ásia. Ao longo do tempo, a cultura foi se estabelecendo nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo introduzida em terras brasileiras a partir do século XX.

São cultivados diversos tipos de sorgo no Brasil: granífero, forrageiro para silagem e corte-verde, o sacarino e o vassoura. O sorgo tem se destacado no cenário agrícola por apresentar uso variado e por suas características de rusticidade. Seu uso se estende desde a palhada para o plantio direto, uso dos grãos na alimentação humana (sendo uma ótima opção em substituição na dieta de pessoas com doenças celíacas devido à ausência de glúten em sua composição), na formulação da dieta animal e até o uso da forragem na nutrição de ruminantes. Além disso, o colmo poder ser utilizado como matéria-prima para produção de biocombustível através do sorgo sacarino.

De acordo com o nono levantamento de safra realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento, em junho deste ano, a estimativa de área plantada para sorgo granífero na safra 2016/17 era de 632,1 mil hectares, com uma produção de 1,86 milhões de toneladas de grãos e uma produtividade de 2.937 kg/ha. A região Centro-Oeste é a maior produtora com 941,2 mil hectares, seguido da região Sudeste (710,8 mil hectares), Nordeste (137,9 mil hectares) e Norte (39,4 mil hectares).

A agricultura no Cerrado vem sofrendo processos de modernização, com isso os sistemas de produção continuam favorecendo o cultivo de sorgo. O plantio direto possibilitou a ascensão do sorgo como fornecedor de biomassa de alta qualidade, além de ser excelente elo na cadeia da integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Por apresentar características de rusticidade (tolerância a estresse hídrico, temperaturas elevadas e baixa fertilidade do solo), o sorgo também tem sido uma ótima alternativa na produção de grãos e forragens em vários estados brasileiros, principalmente como cultivo na safrinha ou segunda safra.

A qualidade das sementes é distribuída em atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos. As etapas dos processos produtivos, desde o campo até a pós-colheita, refletem diretamente no histórico dos lotes das sementes.

Dentre vários fatores que podem prejudicar a qualidade das sementes, um dos mais importantes são os danos mecânicos na colheita e no processamento. Estes podem causar efeitos imediatos ou latentes, sendo que os primeiros se caracterizam pela redução da germinação e do vigor. A quantificação do dano mecânico ocorre através da observação de fissuras internas e a presença de sementes quebradas, trincadas, fragmentadas e arranhadas externamente. Sementes mecanicamente danificadas influenciam também na intensidade de beneficiamento, pois tornam a limpeza mais difícil, provocam aumento nas perdas durante esta etapa do processo produtivo, além da ampliação da suscetibilidade ao ataque de microrganismos no solo.

Portanto, a avaliação correta de fatores que compõe a qualidade das sementes, são fundamentais para proporcionar segurança ao produtor. A aquisição de sementes de alta qualidade irão garantir uma produtividade competitiva da cultura.

2. OBJETIVO

O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade de sementes de sorgo híbrido comercializadas no Distrito Federal e Entorno.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Sorgo: origem e disseminação

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é um cereal que possui dois prováveis centros de origem independentes, a África e a Ásia. Apesar dos relatos descritos, a tese predominante é a de que a origem do seu cultivo é advinda da região da Etiópia, na África Oriental. Região caracterizada também por ser centro de disseminação de outras espécies de interesse econômico, como o café, o milheto e a mamona (RIBAS, 2014).

A prática de cultivo de vários cereais no Egito Antigo ocorreu por volta dos anos 3000 a.C, a partir da Etiópia. Acredita-se, então, que a domesticação do sorgo possa ter corrido neste período. Na Índia, o sorgo foi introduzido no século I d.C. através das rotas comerciais que se estendiam até o Extremo Oriente. A partir da Índia, o sorgo foi disseminado para a Europa e China. No continente europeu, a primeira ocorrência foi na Itália através de sementes levadas por volta dos anos 60 a 70 d.C. Na China, o sorgo tornou-se presente no século III d.C. As introduções mais recentes ocorreram nas Américas. Transportado por escravos africanos, os primeiros cultivos de sorgo ocorreram no Caribe nos séculos XVII e XVIII, chegando até os Estados Unidos no século XIX (RIBAS, 2003).

A partir de manipulações genéticas, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos apresentou os primeiros genótipos comerciais de sorgo em 1857. Desde então, diversos materiais genéticos ingressaram nos EUA por meio do Departamento de Agricultura: os Durras (do Egito) em 1874, o Shallu (da Índia) em 1890, os Kafirs (da África do Sul) em 1904 e posteriormente, os Milo, Feterita e Hegari (do Sudão) (RIBAS, 2003).

As características fenotípicas das cultivares eram de plantas de porte muito alto, dificultando a sua utilização para a produção de grãos, porque a colheita, mesmo que manual, era muito árdua. Outra característica mitigadora da produção, é que o ciclo de cultivo era muito longo, tornando-se fator limitante para a produção nas regiões do sul do país. Então, surgiu a necessidade de intervenção de modificações genéticas que melhorassem a produção. No século XX, houveram seleções a partir dos materiais primitivos, que adicionaram às cultivares características de precocidade e porte mais reduzido (RIBAS, 2003).

A tecnologia de sorgo híbrido foi um dos marcos no programa de melhoramento nos anos 60. Com isso, O sorgo híbrido tornou-se uma cultura muito conhecida em

vários países como: Argentina, México, Austrália, China, Colômbia, Venezuela, Nigéria, Sudão, Etiópia. Sendo introduzido no Brasil durante este período (RIBAS, 2003).

3.2 Tipos de sorgo e formas de utilização

O sorgo é uma cultura de utilização muito versátil e de grande rusticidade quando comparado a outras espécies comerciais. Tem boa adaptabilidade à ambientes com estresses abióticos, principalmente a altas temperatura e déficit hídrico. Entre os benefícios do uso desta cultura, está a alta produção de matéria seca (CASELA et al., 1986), a grande eficiência no uso da água (MONTEIRO et al., 2004), maior resistência à solos de baixa fertilidade devido a presença de mecanismos ao alumínio e a eficiência no uso de nutrientes, além da alternativa de utilização da rebrota (MELLO et al., 2003; PORTUGAL et al., 2003; SILVA et al., 2004; REZENDE et al., 2005). Além disso, quando submetido a práticas de manejo adequadas, é altamente responsivo, o que viabiliza aperfeiçoamentos tecnológicos para tornar a utilização da cultura mais competitiva.

Segundo as características agrônômicas, os sorgos são classificados basicamente em quatro tipos: granífero, sacarino, forrageiro para silagem ou para pastejo/corte e vassoura (IPA, 2008).

3.2.1 Sorgo granífero

A sua particularidade se dá pelo porte baixo das cultivares, podendo apresentar de 1,00 a 1,50 m, o que possibilita a utilização da mecanização durante a colheita dos grãos. A conformação das panículas é variada, podem se cilíndricas ou elípticas e semcompactadas ou semiabertas. Os grãos apresentam tamanho mediano e com múltiplas colorações: branca, creme, amarelada, avermelhados, bronzeados e amarronzados. O conteúdo do endosperma é duro ou farináceo, com coloração branca ou amarelada. As sementes de uso comercial podem ser encontradas como variedade de polinização aberta ou híbrida (BORÉM et al., 2014).

As cultivares comerciais de sorgo granífero são adaptadas para produzir através da rebrota, tornando viável a produção de grãos, forragem ou cobertura de solo, desde que sejam oferecidas condições favoráveis de umidade do solo e temperatura (REUNIÃO, 2011). Na primeira colheita, a produtividade de grãos da rebrota pode atingir uma média em torno de 80% do rendimento da primeira colheita.

O sorgo granífero é uma excelente opção para uso na alimentação humana. Por apresentar as vantagens de fonte potencial de nutracêuticos (como taninos, ácidos fenólicos e antocianinas, que variam em quantidades de acordo com os genótipos) e não possuir glúten em sua composição, o interesse pelo uso do cereal tem crescido, sendo uma boa opção em substituição ao trigo na produção de alimentos destinada às pessoas que possuem doença celíaca (DICKO et al., 2005; ROONEY, 2007).

De acordo com Rooney (2001) através de cultivares melhoradas geneticamente, torna-se viável a produção de alimentos de qualidade. Cultivares que produzem grãos de coloração branca conferem aceitabilidade à alguns tipos de produtos, e podem ser utilizadas na produção de biscoitos, tortilhas e massas alimentícias (SANCHEZ, 2003).

A utilização de cultivares mais pigmentadas (marrom e vermelhas), conferem aos produtos de panificação mais escuros, a possibilidade de utilização de obtenção de um produto mais natural, característica pela qual, na indústria, é obtida através do uso de corantes (AWIKA; ROONEY, 2004).

Além da alimentação humana, o sorgo granífero com/sem tanino pode ser utilizado na formulação de alimentos fornecidos na dieta de bovinos, suínos, aves, cachorros e gatos, com a possibilidade de substituição do milho em até 100% (a utilização varia com a presença ou não de tanino) (FILHO et al., 2002).

3.2.2 Sorgo sacarino

As cultivares de sorgo sacarino são caracterizadas por possuírem plantas de porte alto (3-5 metros) com grande potencial para produção de forragem. Apresentam colmos suculentos e com altos teores de açúcar, podendo ser alternativa de matéria-prima no setor energético para a produção de etanol (EMBRAPA AGROENERGIA, 2011).

Dentre as vantagens de produção do sorgo sacarino está a rapidez no ciclo (quatro meses), a mecanização dos processos produtivos, a produção de grãos (por volta de 2,5 t/ha) que podem ser utilizados na nutrição humana, animal ou para a obtenção de biocombustível e a utilização do bagaço como fonte de energia para industrialização, cogeração de eletricidade ou forragem para animais, contribuindo para um balanço energético positivo (EMBRAPA AGROENERGIA, 2011).

Outra forma de utilização está na alternativa como matéria-prima nas destilarias, ao longo de dezembro a abril (período que compreende a entressafra da cana-de-açúcar), diminuindo a ociosidade da indústria (TEIXEIRA et al., 1997).

3.2.3 Sorgo forrageiro

A utilização do sorgo forrageiro pode ser distinta, basicamente, entre duas categorias: para produção de silagem ou para corte/patejo. As cultivares para silagem se caracterizam por atingem porte de 2 a 3 m, e por ser uma boa opção de suplementação animal devido aos fatores de alto valor energético, aceitação pelos animais, facilidade de cultivo e de fermentação (BORÉM et al., 2014).

As cultivares que são utilizadas para corte ou pastejo são resultado do cruzamento de sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) com o capim-sudão (*Sorghum sudanense*). As plantas apresentam folhas estreitas, colmos finos e suculentos e as panículas rendem pouca produção de grãos. Apresenta crescimento rápido, rebrota facilmente e tem grande quantidade de perfilhos. Tem grande possibilidade de produção de matéria seca em abundância, além de apresentar excelentes quantidades nutricionais. É possível ser realizado até cinco cortes no período de verão e outono nas regiões subtropicais e tropicais. Este tipo de sorgo foi introduzido no Brasil na década de 60, sendo muito utilizado pelos pecuaristas do Rio Grande do Sul. A sua principal utilização no Brasil é em forma de pastagem temporária de verão/outono (RS/Brasil Central). Além de ser uma alternativa para formação de palhada para uso no sistema plantio direto - SPD (BORÉM et al., 2014).

3.2.4 Sorgo vassoura

O sorgo-vassoura chegou ao Brasil através de imigrantes vindos da Europa e se disseminou pelo país. Em 1930, haviam dezessete fábricas de vassoura de sorgo no estado de São Paulo e parte da palha utilizada era importada da Argentina, Itália e Uruguai (VIÉGAS, 1941). O desenvolvimento dessa indústria aconteceu até a utilização da fibra sintética como matéria-prima para a fabricação de vassouras de plástico (APTA REGIONAL, 2012).

Este tipo de sorgo se caracteriza por produzir plantas com 2 a 3 m de altura, e é mais cultivado no período da primavera ao outono. Utiliza-se a panícula da planta, onde se origina a palha, para a confecção da vassoura de sorgo (APTA REGIONAL, 2012).

3.3 Características botânicas

O sorgo pertence à ordem *Poales*, família *Poaceae*, subfamília *Panicoidae*, gênero *Sorghum* e à espécie *Sorghum bicolor* L. Moench. É considerado uma planta autógama por realizar preferencialmente autofecundação, porém, apresenta níveis de alogamia entre 2 a 10% (BORÉM et al., 2014; SANTOS et al., 2005).

Segundo Paul (1990), as primeiras descrições de sorgo cultivado foram feitas por Linneu em 1753, onde foram caracterizadas três espécies de sorgo: *Holcus sorghum*, *Holcus saccharatus* e *Holcus bicolor*. Passados 40 anos desta classificação, Moench dividiu o gênero *Sorghum* do gênero *Holcus*. Posteriormente, em 1961, foi considerada a nomenclatura *Sorghum bicolor* (L.) Moench como sendo a mais correta para se referir aos sorgos cultivados.

3.4 Morfologia da planta de sorgo

O sorgo é uma planta adaptada a condições de clima tropical, de dias curtos, e possui o mecanismo fotossintético C4, sendo uma das características que contribui com a maior tolerância a baixas temperaturas e a condições de secas mais acentuadas. A temperatura ótima para crescimento está por volta de 33 a 34 ° C. Acima de 38 ° C e abaixo de 16 ° C a produtividade decresce (MAGALHÃES et al, 2000).

A planta de sorgo apresenta um mecanismo morfológico que confere a ela a habilidade de permanecer dormente durante períodos de seca, retornando o seu crescimento quando as condições se tornam favoráveis novamente (LANDAU; SANS, 2009).

A morfologia das plantas é constituída, basicamente, por inflorescências, folhas, colmos e raízes. As inflorescências do sorgo são do tipo panícula, com um eixo central, de onde originam-se os eixos secundários. A arquitetura dos eixos centrais pode ser do tipo comprida ou curta, grossa ou fina, estriada, acanalada, peluda ou glaba. A quantidade de espiguetas presentes nos eixos, podem variar de 1.500 a 7.000, dependendo da cultivar. A flor é completa, as estruturas reprodutivas masculinas e femininas estão presentes na mesma flor (BORÉM et al., 2014).

Os frutos são cariopse ou grão seco. A testa, estrutura abaixo do pericarpo, apresenta níveis diferentes de compostos fenólicos, como o tanino, que é uma substância adstringente que confere ao grão maior resistência ao ataque de pássaros, além da menor contaminação por micotoxinas. O grão tem em sua maior parte a

presença de amido (65%), os valores de proteína variam de acordo com a cultivar, podendo chegar até 18%. As folhas são dispostas de forma alterna, tem textura lisa e formato lanceolado com bordos serrilhados e com uma camada de cerosidade que reduz a perda por evapotranspiração em condições de estresse hídrico. O caule é do tipo colmo, separados em nós, que varia entre 7 e 24, dependendo do cultivar. As raízes são profundas, podendo chegar até 1,30 m. A existência de sílica na endoderme, a lignificação no pedicelo e o volume de pelos absorventes, possibilitam ao sorgo maior tolerância a períodos secos (BORÉM et al., 2014).

3.5 Cenário econômico mundial e do Brasil

O sorgo é o quinto cereal mais plantado no mundo, vindo logo após ao trigo, arroz, milho e cevada. O seu cultivo tem apresentado crescimento considerável nos últimos anos devido à grande capacidade de produção de grãos e de matéria seca, e pelos seus atributos de rusticidade durante o processo produtivo. Sendo assim, o sorgo tem sido uma boa opção para a produção de grãos e forragem em áreas de condições adversas de fertilidade e precipitação, e também como opção para cultivo em segunda safra (CONAB, 2017).

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO) 2009, seguindo as médias mundiais entre os anos de 2003 a 2007, os principais produtores são Estados Unidos (10.365.480 t), Nigéria (9.227.600 t), Índia (7.193.920 t), seguidos por México, Sudão, Argentina, China, Etiópia, Austrália e Brasil. Porém, de acordo com o United States Department of Agriculture (USDA) 2016, as previsões para o ranking mundial de produção do cereal no ano de 2016/2017 permanecerá com os Estados Unidos ocupando a primeira posição, seguido por México e Nigéria, e, por fim, com o Brasil permanecendo na nona posição.

De acordo com a Conjuntura referente ao mês de janeiro de 2017 emitida pela Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, o USDA prevê uma produção mundial de sorgo na safra 2016/17 em torno de 63,23 milhões de toneladas, refletindo um aumento de 5,28%, em relação a produção na safra anterior (2015/16), que foi na ordem de 60,06 milhões de toneladas. Atualmente o USDA presume uma diminuição da área mundial cultivada de em 0,82%, passando de 42,54 milhões de hectares, em 2015/16, para 42,19 milhões de hectares, em 2016/17, estimou-se que ocorrerá um aumento na produtividade.

Com relação à produtividade mundial do sorgo na safra 2016/17, foi previsto um acréscimo de 6,39%, quando comparada à produtividade da safra anterior (2015/16). Em 2015/16 a produtividade média anual quantificada foi de 1,41 tonelada/hectare, já em 2016/17 a previsão é de que a produtividade atinja 1,50 t/ha. Outro aspecto que houve expansão em relação aos períodos comparados, foi o consumo mundial do cereal, registrando aumento de 2,45% em comparação ao ano de 2015/16, onde foram consumidas 61,76 milhões de toneladas, e para o ano de 2016/17 está previsto um consumo mundial de 63,28 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

A previsão para a produção americana, principal produtor mundial, é de diminuição na produção em 2016/17 devido à redução de área plantada na safra, passando de 15,16 milhões de toneladas em 2015/16, para uma colheita prevista na ordem de 12,20 milhões de toneladas no ano de 2016/2017. No México no ano-safra 2016/17 é prevista uma produção de 6,5 milhões de toneladas, o que significa um aumento de 17,12% quando comparado ao que foi produzido no ano-safra 2015/16 (5,55 milhões de toneladas), podendo ser reflexo do aumento da área plantada em 2,3% na sua área plantada em 2016/17 (previsão de 1,71 milhão de hectares), em relação à área cultivada no ano-safra anterior (2015/16) - 1,67 milhão de hectares. Como terceiro maior produtor mundial, a Nigéria poderá atingir um avanço de 5,7% na sua produção, quando comparado a colheita do ano safra 2015/16. Em 2015/16 a Nigéria produziu 6,15 milhões de toneladas do grão, enquanto que em 2016/17, a expectativa é de que venha a ser produzido 6,5 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

No Brasil, a cultura tem se destacado como matéria-prima na formulação de ração animal e até como cobertura de solo (EMBRAPA, 2003). As vantagens no cultivo de sorgo também refletem em termos econômicos, o seu custo tem sido em média 20% e com valor biológico por volta de 95% em relação ao milho, conferindo ao sorgo como uma cultura alternativa (FIALHO et al., 2002).

Em consideração ao nono levantamento da produção de grãos da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) referente ao mês de junho de 2017, a cultura do sorgo no Brasil atingirá uma área plantada por volta de 632,1 mil hectares e produtividade de 2.937 kg/ha, com produção de 1,86 milhão de toneladas. No ano-safra 2016/17, as produções por região são contabilizadas em 941,2 mil t no Centro-oeste, 710,8 mil t no Sudeste, 137,9 mil t no Nordeste, 39,4 mil t no Norte e, por fim, 27 mil t no Sul.

3.6 Caracterização econômica do sistema agrícola dos Estados da região Centro-oeste e do Distrito Federal

As produções de sorgo previstas para a safra 2016/17 na região Centro-Oeste totalizam em 941,2 t, com produção de 804,7 t em Goiás, 86,9 t no Mato Grosso, 25,6t no Mato Grosso do Sul e 24 t no Distrito Federal (CONAB, 2017).

Em Goiás, em consequência da elevação das áreas cultivadas com milho na segunda safra, tem reflexo previsto na redução de área cultivada com sorgo, porém, tem representação considerável no cenário nacional, sendo responsável por 43% da produção total. Na região do Mato Grosso do Sul o sorgo é produzido apenas na região norte/nordeste do estado, a área total cultivada no estado é de 7,3 mil hectares, com produtividade estimada de 3.500 kg/ha. Em Mato Grosso, no período atual, as chuvas têm influenciado para o bom desenvolvimento da gramínea, as lavouras de sorgo são apontadas como em boas condições, esperando-se uma elevada produtividade nessas áreas (CONAB, 2017).

3.7 Qualidade das sementes

Durante o sistema produtivo de sementes torna-se necessário a obtenção de materiais com alta qualidade genética, sanitária, física e fisiológica, que irão refletir no desempenho superior em campo, gerando plantas de elevado vigor, bem como, conseguirão atingir os resultados esperados com a obtenção da variedade comercial (MARCOS-FILHO, 2015).

3.7.1 Qualidade genética

A qualidade genética engloba a pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e moléstias, precocidade, qualidade do grão e resistência a condições adversas de solo e clima, entre outros. A intensidade desses atributos depende das características ambientes do ambiente de cultivo, e as suas identificações são mais eficientes quando há observação do desenvolvimento das plantas em nível de campo (PESKE; BARROS, 2003).

3.7.2 Qualidade sanitária

De acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS), a sanidade da semente refere-se, primariamente, à presença ou ausência de fitopatógenos, tais como fungos, bactérias, vírus, nematoides e insetos.

A semente é um veículo de disseminação de patógenos, com potencial causador de surtos de doenças nas plantas, mesmo que em pequenas quantidades, sendo que o inóculo na semente pode ter uma grande significância epidemiológica (PESKE; BARROS, 2003).

3.7.3 Qualidade física

As características que conferem qualidade física às sementes estão relacionadas aos atributos de pureza física, umidade, dano mecânico, peso de mil sementes e peso volumétrico (PESKE; BARROS, 2003).

De acordo com Marcos-Filho (2015) a injúria mecânica, juntamente com a mistura varietal, é apontada pelos tecnologistas como um dos mais sérios problemas da produção de sementes. A injúria mecânica é causada, em sua maior parte, da mecanização do sistema de produção agrícola.

Os efeitos das injúrias mecânicas sobre a qualidade das sementes podem ser classificados em efeitos imediatos, que podem causar redução na qualidade fisiológica das sementes imediatamente após a sua ocorrência, e são caracterizados na observação de tegumentos quebrados, cotilédones separados e/ou quebrados a olho nu; e em feitos latentes, onde ocorrem trincas microscópicas e/ou abrasões ou danos internos no embrião, sob os quais a germinação pode não ser imediatamente atingida, mas o vigor, o potencial de armazenamento e o desempenho da semente no campo são reduzidos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As principais fontes de danificação podem ser causadas durante o processo de semeadura devido à pressão exercida sobre a semente para que ela passe no disco, no maquinário de colheita resultante da pressão exercida nas sementes pelo cilindro de colheita, no processo de beneficiamento mediante as sucessivas quedas sofridas pelas sementes durante o transporte, e em outras fases do sistema produtivo (MARCOS-FILHO, 2015).

3.7.4 Qualidade fisiológica

De acordo com Peske e Barros (2003), em tecnologia de sementes, a germinação é definida como a capacidade em originar uma plântula normal através das sementes, sob condições ambientais favoráveis.

Por sua vez, a qualidade fisiológica se refere a potencialidade que as sementes têm de cumprir suas funções vitais, caracterizada por germinação e vigor (POPINIGIS, 1985), sendo máxima na ocorrência da maturidade, quando começam a acontecer processos de deterioração. Essas alterações, que podem ser de ocorrência física, fisiológica ou bioquímica tem como consequência final a perda da capacidade de germinação (SPINOLA, 2000).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de condução do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise e Tecnologia de Sementes - LASE/UnB e no Núcleo Rural Saia Velha-DF, a partir de maio de 2016.

4.2 Genótipos utilizados

Foram utilizados os híbridos de sorgo BRS 330 (EMBRAPA), BRS 802 (EMBRAPA), DKB 540 (Dekalb), 1G 245 (Dow AgroSciences) e MR43 (Atlântica), oriundos de revenda.

4.3 Avaliação experimental da qualidade das sementes

Para avaliação da qualidade das sementes foram utilizados os testes de determinação do teor de água antes e após o envelhecimento, padrão de germinação, pesos de matéria verde e seca, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência de plântulas em campo e índice de velocidade de emergência.

4.3.1 Determinação do teor de água (TA)

Foi determinado em estufa a 105 ± 3 °C por 24h, antes e após o teste de envelhecimento acelerado. Utilizou-se duas amostras de 50 sementes para cada genótipo. As amostras foram pesadas previamente em balança de precisão de 0,001 g, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

4.3.2 Teste padrão de germinação (TPG)

A metodologia para o teste padrão de germinação consistiu na utilização de quatro repetições contendo 50 sementes. Estas foram distribuídas de forma paralela sobre duas folhas de papel Germitest, umedecidas previamente com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco, e cobertas com uma folha de papel. Os rolos foram reunidos em sacos plásticos e acondicionados a temperatura de 25 °C. A contagem das plântulas normais foi realizada após cinco dias, seguindo os critérios descritos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

4.3.3 Peso de matéria verde (PMV) e seca (PMS) das plântulas normais

Peso de matéria verde (PMV): após a realização do TPG, as plântulas

avaliadas como normais foram pesadas em balança com precisão de 0,001 g. O peso médio por plântula foi obtido através do valor do peso dividido pelo número de plântulas de cada repetição. O PMV foi obtido através da divisão do PMV total das plântulas normais pelo número de plântulas de cada amostra.

Peso de matéria seca (PMS): após a realização do TPG, as plântulas normais foram separadas e quantificadas. Estas foram colocadas em recipientes correspondente a cada repetição e posteriormente acondicionadas em estufa regulada a 70 °C para realizar a secagem, durante 48 horas. Decorrido este período, as amostras foram retiradas da estufa e resfriadas. Cada repetição foi pesada em balança com precisão de 0,001 g. O PMS foi obtido através da divisão do PMS total das plântulas normais pelo número de plântulas de cada amostra.

4.3.4 Teste de envelhecimento acelerado (EA)

Para o envelhecimento das sementes de sorgo, foi utilizado o método da caixa plástica (Gerbox). As sementes foram distribuídas em camada única sobre uma tela de alumínio inserida na caixa plástica para germinação (11,0 x 11,0 x 3,5 cm). Na parte inferior de cada caixa foram inseridos 40 mL de água destilada. As caixas com semente de sorgo foram expostas às condições adversas em câmara de germinação do tipo BOD, a 41 °C, por 96 h (MARCOS-FILHO, 2015). Após o período de envelhecimento, realizou-se teste de germinação. Decorridos cinco dias, foram feitas as avaliações para obtenção dos valores de plântulas normais (BRASIL, 2009).

4.4.4 Teste de condutividade elétrica (CE)

No teste de CE utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes de sorgo para cada parcela que foram pesadas em balança com precisão de 0,001 g, colocadas em copos plásticos (200 mL), e adicionado 75 mL de água deionizada e mantidas à temperatura de 25 °C por 24 horas (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). Após esse período, a condutividade elétrica da solução foi medida por condutímetro, com eletrodo de constante 1.0, e os dados obtidos para cada parcela foram expressos em “micro Siemens cm⁻¹ g⁻¹”.

4.4.5 Avaliação da danificação mecânica (DM)

O dano mecânico foi avaliado segundo duas metodologias, Verde Rápido (*Fast Green*) e *Amaranth* (Figura 1).

O teste Verde Rápido ou *Fast Green* - Verde Malaquita - foi realizado com quatro repetições de 100 sementes, as quais foram imersas na solução a 0,1% (1 g em 1000 mL de água destilada) por dois minutos. Após este período de embebição as sementes foram lavadas em água corrente para retirar o excesso de corante, depositadas sob folha de papel para a secagem e avaliadas imediatamente quanto ao número de sementes com lesão (OLIVEIRA et al., 1998).

O teste com o corante *Amaranth* foi realizado com quatro repetições de 100 sementes, as quais foram imersas na solução a 0,5% (5 g em 1000 mL de água destilada) por cinco minutos. Após este período de embebição as sementes foram lavadas em água corrente para retirar o excesso de corante, depositadas sob folha de papel para a secagem e avaliadas imediatamente (MELO et al., 2012).

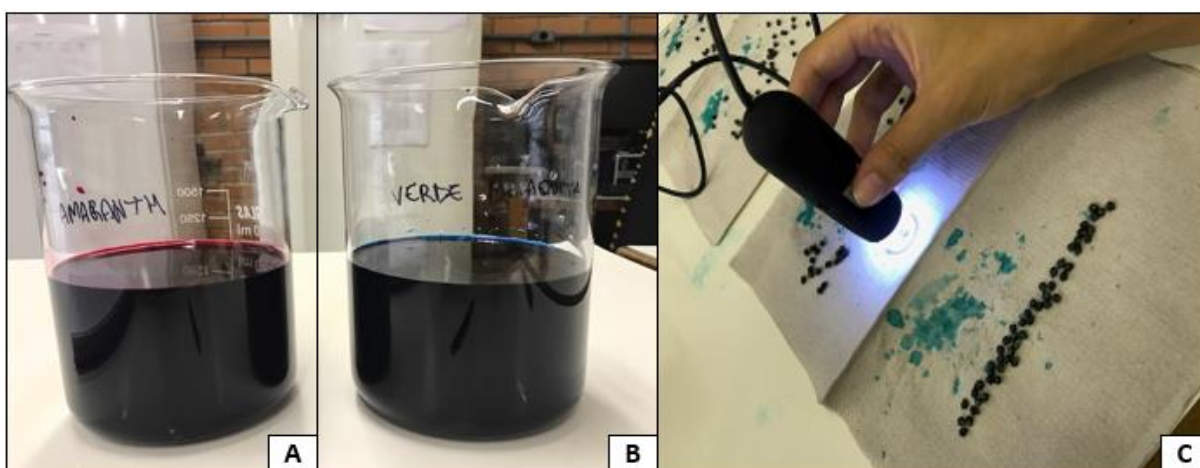


Figura 1. A) Corante *Amaranth* (solução a 0,5%); B) Corante Verde Rápido (solução a 0,1%); C) Avaliação da danificação mecânica através do uso do aparelho USB DIGITAL MICROSCOPE.

4.4.6 Emergência de plântulas em campo (EC)

A realização do teste de emergência em campo consistiu na semeadura em canteiros, com quatro repetições de 50 sementes para cada genótipo avaliado. As sementes foram distribuídas manualmente em sulcos de 1,0 m de comprimento com 20 cm de espaçamento, à profundidade de 2 a 3 cm. As contagens das plântulas emergidas efetuadas no sétimo dia após a semeadura, expressa em porcentagem (NAKAGAWA, 1999). As condições de emergência foram a temperatura em torno de 25-30 °C e umidade do solo controlada por irrigação.

4.4.7 Índice de velocidade de emergência (IVE)

O IVE foi obtido juntamente com a condução da emergência das plântulas em campo, seguindo-se as recomendações de Nakagawa (1994); as contagens das plântulas foram realizadas a partir do quarto dia de implantação do campo e depois com intervalos de dois dias até o 14^o dia após a semeadura até a contagem tornar-se constante, esses valores foram aplicados para se obter a média dentro de cada repetição.

$IVE = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$; onde:

IVE = Índice de velocidade de emergência;

G1, G2, Gn = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem;

N1, N2, Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

4.4.8 Delineamento e análises estatísticas

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelo software “AgroEstat” (BARBOSA; MALDONADO-JUNIOR, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes no recebimento das sementes foi determinado variando de 11 a 12% e após o envelhecimento acelerado variou entre os valores de 21 a 23%, o que indica que o procedimento do EA foi bem conduzido (MARCOS-FILHO, 2015).

Os valores de germinação obtidos de 84% a 97% (Tabela 1) entre os genótipos, encontraram-se dentro do padrão para produção e comercialização de sementes de sorgo. Nas classes de sementes S1 e S2, ambas de primeira geração, o padrão de germinação exigido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, é de no mínimo 75% (BRASIL, 2013).

O teste de envelhecimento acelerado (EA) parte do princípio de que o valor de deterioração das sementes é elevado significativamente pela exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa. Sendo assim, lotes de sementes com alto vigor preservarão sua viabilidade quando submetidos ao estresse, enquanto os de baixo vigor terão sua viabilidade diminuída (AOSA, 1983).

Quando submetidos ao EA, o genótipo que apresentou melhor vigor foi o 1G 245, seguido pelo BRS 330 e DKB 540, MR 43 e, por fim, o BRS 802 (Tabela 1). Os resultados deste trabalho são concordantes com os obtidos por Miranda et al. (2001) e Marcos-Filho (1994) que utilizaram diferentes cultivares e sugeriram a adoção das condições de execução do teste com temperatura a 41 °C por 96 horas como sendo uma das mais adequadas na condução do teste para distinguir o vigor das sementes de diferentes lotes, pois a combinação sugerida foi eficiente na diferenciação do vigor de lotes distintos.

Tabela 1. Valores médios de germinação (pelo TPG) e teste de envelhecimento acelerado (EA) de genótipos de sementes de sorgo híbrido.

GENÓTIPOS	GERMINAÇÃO	EA
	----- % -----	
DKB 540	97 a ¹	66 b
1G 245	96 a	95 a
BRS 802	76 b	90 d
BRS 330	84 b	73 b
MR43	87 ab	46 c
Teste F	10,28**	110,37**
DMS (Tukey 5%)	11,84	13,63
CV (%)	6,18	10,82

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os testes de dano mecânico (Verde Rápido-VR e *Amaranth-A*) não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($P > 0,05$) (Tabela 2). Sendo assim, a quantificação da danificação mecânica sofrida pelas sementes de sorgo foram semelhantes na resposta, tanto com o corante Verde Rápido quanto com o *Amaranth*. Porém, sob aspectos de visibilidade e facilidade na identificação dos danos, o corante Verde Rápido foi mais eficiente (Figura 2). Estudos realizados por Oliveira et al. (1998) e Borba et al. (1994), que compararam diferentes concentrações e tempos de imersão para cada uma das soluções em cultivares diferentes, verificaram que ambas são eficientes para identificação e quantificação de danos mecânicos em sementes com baixos teores de água.

Quando o pericarpo das sementes é de coloração branca os dois corantes podem ser usados e em sementes de pericarpo escuro o corante Verde Rápido é o mais indicado.

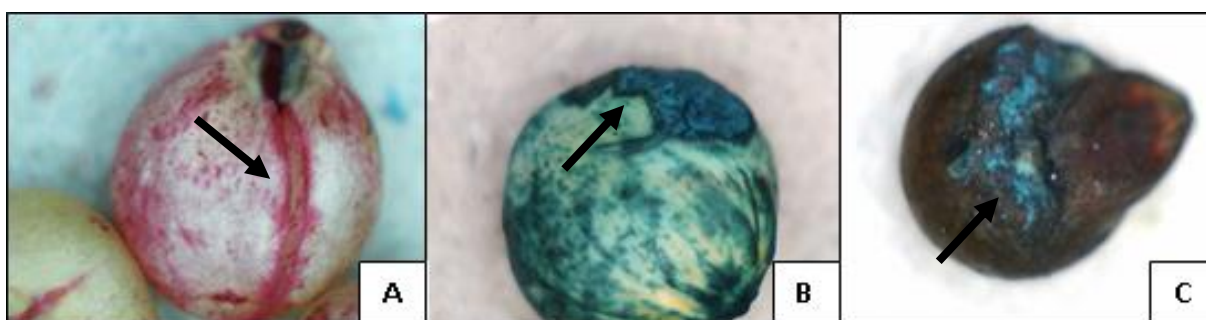


Figura 2. Avaliação da danificação mecânica nas sementes de sorgo híbrido. A) Corante Amaranth; B-C) Corante Verde Rápido.

Tabela 2. Valores médios da avaliação de danificação mecânica com os corantes Verde Rápido (VR) e Amaranth (A) de genótipos de sementes de sorgo granífero híbrido.

GENÓTIPOS	DANO MECÂNICO	
	VERDE RÁPIDO (VR)	AMARANTH (A)
	----- % -----	
DKB 540	1,31 a ¹	1,87 a
1G 245	1,18 a	1,90 a
BRS 802	1,50 a	1,68 a
BRS 330	1,91 a	1,59 a
MR43	1,90 a	1,18 a
Teste F	0,81 ^{NS}	0,76 ^{NS}
DMS (Tukey 5%)	1,62	1,44
CV (%)	46,99	40,30

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na avaliação da condutividade elétrica (CE), emergência de plântulas em campo (EC) e índice de velocidade de emergência (IVE) verificou-se que existiram diferenças estatísticas significativas entre os genótipos ($P < 0,05$) (Tabela 3).

A interpretação dos valores obtidos na CE é inversa aos outros testes, valores maiores representam sementes de baixo vigor e valores menores sementes de alto vigor (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999), no caso DKB 540 e 1G 245 apresentaram sementes de alto vigor e MR 43 sementes de baixo vigor, sendo que os genótipos BRS 802 e BRS 330 comportaram-se como de sementes de vigor médio.

Segundo Nakagawa (1994) os maiores valores de IVE significam que se trata de sementes com maior velocidade de emergência por dia, conseqüentemente, maior vigor. Por conseguinte, o genótipo que alcançou o maior vigor foi 1G 245, seguido dos DKB 540 e MR 43 que apresentaram vigor médio e o BRS 330 e BRS 802 os menores vigores.

Na EC, em que as condições ambientais durante o processo de estabelecimento das plântulas exigem o máximo de desempenho das sementes, os genótipos DKB 540 e 1G 245 apresentaram os melhores valores, seguidos do MR 43 e BRS 330 com valores intermediários e a BRS 802 com o menor valor final.

De modo geral, ao analisar os resultados dos testes de vigor (CE e IVE) e a EC, os genótipos DKB 540 e 1G 245 apresentaram melhores desempenhos, seguidos

dos genótipos MR 43, BRS 330 que comportaram-se de forma intermediária e o BRS 802 apresentou o pior desempenho.

Tabela 3. Valores médios do teste de condutividade elétrica da embebição (CE), emergência de plântulas em campo (EC) e índice de velocidade de emergência (IVE) de genótipos de sementes de sorgo granífero híbrido.

GENÓTIPOS	CE	IVE	EC
	$\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$		----- % -----
DKB 540	23,49 d ¹	24,07 ab	94 a
1G 245	28,52 d	25,70 a	95 a
BRS 802	54,52 b	16,34 c	62 c
BRS 330	40,45 c	20,60 b	76 bc
MR43	70,33 a	23,18 ab	86 ab
Teste F	114,22**	14,15**	16,29**
DMS (Tukey 5%)	7,45	4,23	15,18
CV (%)	7,70	8,83	8,44

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados dos testes realizados (teste padrão de germinação, envelhecimento acelerado, dano mecânico, condutividade elétrica, emergência de plântulas em campo e índice de velocidade de emergência) evidenciam o genótipo 1G 245 como sendo o de maior potencial fisiológico, os genótipos DKB 540, BRS 330 e MR 43 como medianos e o genótipo BRS 802 como o de menor qualidade fisiológica (Figura 3).

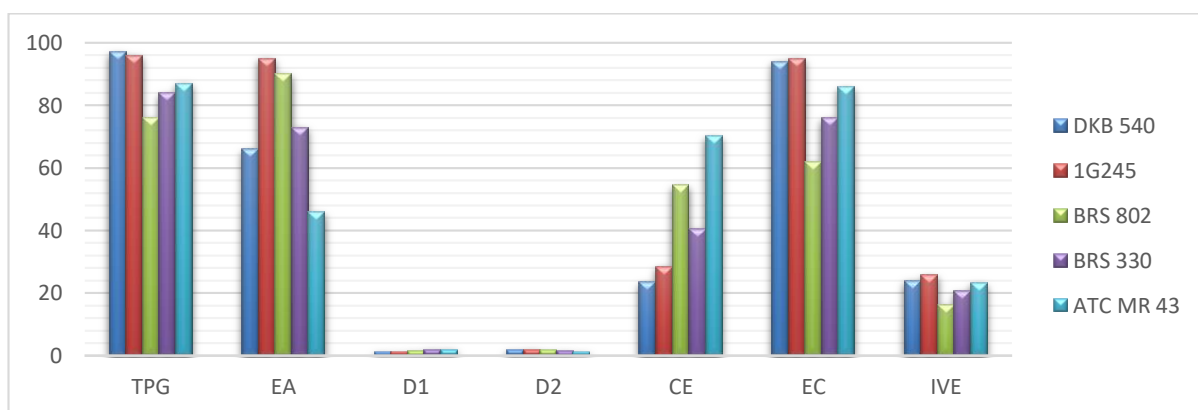


Figura 3. Testes realizados na verificação da qualidade das sementes. TPG-germinação (%), EA (%), D1 - dano mecânico com o corante “Verde Rápido”(%), D2 - dano mecânico com o corante “Amaranth”(%), CE ($\mu\text{S/cm/g}$), EC (%) e IVE (sem unidade). Os valores do eixo y foram obtidos usando os dados médios e os valores absolutos.

6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que:

- As cultivares de sorgo comercializadas no DF e Entorno apresentam condições de comercialização por se enquadrarem na porcentagem mínima de germinação exigida pelo Ministério da Agricultura.
- A intensidade de danificação mecânica determinada nas sementes de sorgo não foi relacionada diretamente com a perda de qualidade fisiológica.

7. REFERÊNCIAS

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

APTA REGIONAL, 2012. Pesquisa & Tecnologia: O sorgo-vassoura como alternativa agrícola regional. vol. 9, n. 1, Jan-Jun 2012. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao2012/janeiro-junho-2/1204-o-sorgo-vassoura-como-alternativa-agricola-regional/file.html>>. Acesso em: 05 Jun. 2017.

AWIKA, J.M.; ROONEY, L.W. Sorghum phytochemicals and their potential aspects human health. **Phytochemistry**, Elmsford, v. 65, p. 1199-1221, 2004.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO-JUNIOR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2015. 396p.

BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T.; OLIVEIRA, A.C. Efeito da debulha mecânica na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.68-70, 1994.

BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. **Sorgo do plantio a colheita**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2014, 275p.

BRASIL. **Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**: Padrão para Produção e Comercialização de Sementes de Sorgo. Brasília: DOU., 2013. 38p.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/SDA, 2009. 395p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CASELA, C.R.; BORGONOV, R.A.; SCHAFFERT, R.E.; SANTOS, F.G. Cultivares de sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 144, p. 40-43,dez. 1986.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos safra 2016/2017, nono levantamento, 2017**. Brasília: CONAB, 2017. p.116-121.

DICKO, M.H.; GRUPPEN, H.; TRAORE, A.S.; VAN BERKEL, W.J.H.; VORAGEN, A. G.J. Evaluation of the effect of germination on phenolic compounds and antioxidant activities in sorghum varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, p. 2581-2588, 2005.

EMBRAPA AGROENERGIA,2011. **Agroenergia em revista**. 52. 2011. Brasília/DF. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/919537/1/BolfeAgroeRev is.pdf>>. Acesso em: 06 Jun. 2017.

FIALHO, E.A; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, V.; SILVA, H.O. Corn substitution by sorghum without tannin in piglet rations: nutrient digestibility and animal performance. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1,p.105-111, 2002.

IPA - INSTITUTO AGRONOMICO DE PERNANBUCO. Folheto explicativo: cultura do sorgo. 2008 . Disponível em: < <http://www.ipa.br/resp3.php>>. Acesso em: 03 Abri. 2017.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

LANDAU, E.C.; SANS, L.M.A. **Clima: cultivo do sorgo**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, p. 62, 2009.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46p. (Embrapa Milho e Sorgo - Circular Técnica, 3).

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

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. p.3. (1-24).

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-149.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; ROCHA, M.G. et al. Análise produtiva e qualitativa de um híbrido de sorgo interespecífico submetido a dois cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.1, p.20-33, 2003.

MELO, L.F.; SÁ, M.E.; FAGIOLI, M.; LEAL, S.T.; MARTINS, I. Testes rápidos para identificação de danos mecânicos em sementes de milho doce. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais eletrônicos**. Águas de Lindóia: 8p.

MIRANDA, D.M.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.226-231, 2001.

MONTEIRO, M.C.D.; FILHO, C.J.A.; TABOSA, N.; OLIVEIRA, F. J.; REIS O. V.; BASTOS, G. Q. Avaliação do desempenho de sorgo forrageiro para o semi-árido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.1, p.52-61, 2004.

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

NAKAGAWA, J. Testes 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. p.2-1 a 2-24.

OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, M.G.G.C.; SILVA, E.A.A. Utilização de corantes na verificação de incidência de danos mecânicos em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.125-128, 1998.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 289p. 1985.

PAUL, C.L. **Agronomía del sorgo**. Patancheru: ICRISAT, 1990. p.43-68.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Produção de Sementes. In: **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. Ed. Universitária, 2003.

PORTUGAL, A.F.; ROCHA, V.S.; SILVA, A.G. et al. Rendimento de matéria seca e proteína de cultivares de sorgo forrageiro no primeiro corte e na rebrota. **Revista Ceres**, v.50, n.289, p.357-366, 2003.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 56; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 39.,2011, Ijuí. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2011/2012 e 2012/2013. Porto Alegre: Fepagro, 2011. Disponível em: <http://issuu.com/fepagro/docs/litms_2011>. Acesso em: 15 Mai. 2017.

REZENDE, P.M.; SILVA, A.G.; GRIS, C.F. Consórcio sorgo-soja. XII. Produção de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo consorciados na entrelinha em dois sistemas de corte. **Revista Ceres**, v.52, n.299, p.59-71, 2005.

RIBAS, P.M. Origem e importância econômica .In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.D.; PARRELLA, R.A.C. (Eds.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2014. p.09-36.

RIBAS, P.M. **Sorgo: introdução e importância econômica**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26).

ROONEY, L.W. Food and nutritional quality of sorghum and millet. **INTSORMIL Annual Report**, Lincoln, p. 91-93, 2007.

ROONEY, L.W. Food and nutritional quality of sorghum and millet. **INTSORMIL Annual Report**, Lincoln, p. 105-114, 2001.

SANCHEZ, D.A. **White food-type sorghum in direct-expansion extrusion applications**. 2003. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Texas A & M University, College Station.

SILVA, D.F.; SILVA, A.M.A.; LIMA, A.B. Exploração da caatinga no manejo alimentar sustentável de pequenos ruminantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 2., 2004, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2004. p.8

SPINOLA, M.C.M.; CÍCERO, S.M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 263-270, 2000.

TEIXEIRA, C.G.T.; JARDINE, J.G.; BEISMAN, D.A. Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para a obtenção de etanol em microdestilaria. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 221-229, 1997.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. **Crop Science**, v.31, p.816-822, 1991.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. Corn seed vigor effect on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. **Crop Science**, v.29, p.1528-1531, 1989.

USDA. **Departamento de Agricultura dos Estados Unidos**. Estimativa da safra 2016/2017.124p.

VIÉGAS, G.P. A seleção do sorgo-vassoura. **Bragantia**, Campinas, v. I, n. 2, p. 177-232, fev. 1941.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

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