



**INFLUÊNCIA DA ÁGUA OZONIZADA NA SUPERAÇÃO DA
DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Genipa americana* L.**

ROGERIO SÉRGIO CARVALHO CUNHA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

INFLUÊNCIA DA ÁGUA OZONIZADA NA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Genipa americana* L.

Rogério Sérgio Carvalho Cunha

Trabalho final de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Rosana de Carvalho Cristo Martins

Coorientador: Prof. Dr. Ernandes Rodrigues de Alencar

Brasília/DF,
Junho de 2019



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**INFLUÊNCIA DA ÁGUA OZONIZADA NA SUPERÇÃO
DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Genipa americana* L.**

Estudante: Rogerio Sérgio Carvalho

Matrícula: 13/0017221

Menção: SS

Profª. Dra. Rosana de Carvalho Cristo Martins
Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília – EFL-UnB
Orientadora

Prof. Dr. Ernandes Rodrigues de Alencar
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – FAV-UnB
Coorientador

Ma. Ana Carolina Gomes Corrêa
Técnica de Laboratório do Laboratório de Sementes e Viveiros Florestais do Departamento
de Engenharia Florestal – EFL-UnB
Membro da Banca

Junho/2019

FICHA CATALOGRÁFICA

CR723i Carvalho Cunha, Rogerio Sérgio
Influência da água ozonizada na superação da dormência de sementes de *Genipa americana* L. / Rogerio Sérgio Carvalho Cunha; orientador Rosana de Carvalho Cristo Martins; co orientador Ernandes Rodrigues de Alencar. -- Brasília, 2019. 57 p.

Monografia (Graduação - Engenharia Florestal) -- Universidade de Brasília, 2019.

1. Jenipapo. 2. ozônio. 3. tecnologia de sementes. 4. tetrazólio. 5. germinação. I. Cristo Martins, Rosana de Carvalho, orient. II. Rodrigues de Alencar, Ernandes, co orient. III. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARVALHO, R. S., (2019) Influência da água ozonizada na superação da dormência de sementes de *Genipa americana* L.; Trabalho de Graduação em Engenharia Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 57p.

CESSÃO DE DIREITOS

Autor: Rogerio Sérgio Carvalho Cunha

Orientadora: Rosana de Carvalho Cristo Martins

Coorientador: Ernandes Rodrigues de Alencar

Título: Influência da água ozonizada na superação da dormência de sementes de *Genipa americana* L.

Grau / Ano: Engenheiro Florestal / 2019

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

Rogerio Sérgio Carvalho Cunha

QN8C Conjunto 06 Casa 15

71880-136 Riacho Fundo II, Brasília - DF, Brasil

*“Somos todos sementes em agonia
tentando vingar nesse mundo insensato,
esperando para sermos vistos,
esperando para alcançar o céu, na
esperança de um dia tocar o sol.”*

Rogério Sérgio Carvalho Cunha

À minha mãe, que sempre esteve ao meu lado, e à vida, por proporcionar uma oportunidade nova a cada amanhecer.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Celina, que sempre esteve ao meu lado e foi a minha maior incentivadora, batalhando por anos para proporcionar a melhor educação para seus filhos.

À minha irmã Leiliane (in memoriam), sua essência sempre me acompanhará.

À minha irmã Angélica, que acreditou no meu sonho e me deu forças todos os dias, entendendo os motivos dos meus momentos de reclusão, obrigado pelo carinho.

Aos meus amigos, Annie de Lima, Bruna Cardoso de Melo e Isabella Roriz, por estarem sempre presentes nos momentos mais difíceis e importantes da minha vida, seja dando apoio e carinho e participando das minhas vitórias e alegrias, seja me acompanhando nos momentos de dor e tristeza.

Ao Bruno Cabral, pelos momentos de descontração durante a execução dos experimentos, agradeço a ajuda e bom humor para lidar com os desafios que surgiram.

Ao carinho e apreço da professora e Orientadora Dra. Rosana Cristo de Carvalho Martins do Departamento de Engenharia Florestal, que acreditou no meu potencial e se dedicou de forma espetacular na elaboração e execução da ideia.

Ao professor Dr. Ernandes Rodrigues de Alencar da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, pelas conversas e orientações que deram início à esta ideia e pela disponibilidade em ser meu coorientador.

À Técnica do Laboratório de Sementes, Ana Carolina, pela presteza e gentileza em ajudar durante os experimentos, sempre com bom humor, sua ajuda fez toda a diferença na minha orientação.

Não posso deixar de agradecer à Flávia, funcionária do Departamento de Engenharia Florestal, que sempre me recebia com um grande sorriso no rosto e sempre estava disposta a ouvir meus desabafos.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse sonho, seja me dando o espaço necessário para lidar com meus pensamentos, seja ficando o mais próximo possível, a ponto de virar alguém muito importante na minha vida.

RESUMO

Embora existam laboratórios especializados e grandes viveiros de produção de mudas para fins paisagísticos e de produção, ambos são focados, em grande parte, em espécies exóticas. Diante da falta de conhecimento acerca de espécies nativas, no contexto do aumento do desmatamento do Cerrado e da dificuldade de produção em viveiro de muitas plantas locais, surge a oportunidade de aprimorar os processos envolvidos na propagação de espécies como o Jenipapo. Este trabalho buscou avaliar o efeito da água ozonizada na superação da dormência e na homogeneização da germinação em sementes da espécie *Genipa americana* L., bem como verificar se este tratamento afeta sua qualidade fisiológica, contribuindo assim para a tecnologia de sementes da referida espécie. A ozonização foi realizada através de um gerador do tipo Descarga por Barreira Dielétrica (DBD), seguida da implantação do teste de germinação em Câmara de Germinação B.O.D. com fotoperíodo por 30 dias. Foi avaliada a diferença nas porcentagens de germinação ao longo do tempo e a manutenção do vigor delas, já que o ozônio age no controle de microrganismos e pode atuar diminuindo a porcentagem de mortes e de sementes não germinadas e aumentando a de germinadas. Como o conhecimento acerca da ozonização de sementes florestais é bastante escasso, estudos como esse contribuem para o desenvolvimento da área de Tecnologia de Sementes, servindo de base para pesquisas futuras.

Palavras chave: Jenipapo; ozônio; tecnologia de sementes; tetrazólio; germinação; Cerrado.

ABSTRACT

Although there are specialized laboratories and large nurseries producing seedlings for landscaping and production purposes, both are largely focused on exotic species. Given the lack of knowledge about native species, in the context of the increase in Cerrado deforestation and the difficulty of producing many local plants, there is an opportunity to improve the processes involved in the propagation of species such as Jenipapo. The objective of this work was to evaluate the effect of ozonated water on dormancy overcoming and homogenization of germination in seeds of *Genipa americana* L., as well as to verify if this treatment affects its physiological quality, thus contributing to the seed technology of this species. The ozonation was performed through a Dielectric Barrier Discharge (DBD) type generator, followed by the implantation of the germination test in the Germination Chamber B.O.D. with photoperiod for 30 days. The difference in the germination percentages over time and the maintenance of their vigor were evaluated, since the ozone acts in the control of microorganisms and can act reducing the percentage of deaths and seeds not germinated and increasing the number of germinated. As the knowledge about the ozonation of forest seeds is very scarce, studies like this contribute to the development of the field of Seed Technology, serving as the basis for future research.

Keywords: Jenipapo; ozone; seed technology; tetrazolium; germination; Cerrado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. HIPÓTESE	14
3. OBJETIVO GERAL	14
3.1. Objetivos Específicos	14
4. REVISÃO DE LITERATURA	14
4.1. Bioma Cerrado	14
4.2. Características da Espécie.....	15
4.3. Utilizações da Espécie	17
2.3.1 Componente Econômico e Alimentício.....	17
2.3.2 Recuperação de Áreas Degradadas	18
2.3.3 Arborização Urbana	19
2.3.4 Movelaria	20
2.3.5 Medicina Popular	20
4.4. Escolha da Espécie	21
4.5. Tecnologia de Sementes e Germinação.....	22
4.6. Método de Ozonização	23
4.7. Teste de Tetrazólio	24
5. MATERIAIS E MÉTODOS	25
5.1. Caracterização da Área das Matrizes	25
5.2. Coleta e Beneficiamento das Sementes	27
5.3. Ozonização para Superação da Dormência das Sementes.....	28
5.4. Teste de Germinação	29
5.5. Teste de Tetrazólio	31
5.6. Delineamento e Análise Estatística	32
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
6.1. Porcentagem de Germinação (%G).....	32
6.2. IVG, TMG e Velocidade Média de Germinação (V).....	36
6.3. Análise de Variância e Teste de Dunnet.....	37
6.4. Teste de Tetrazólio	39
7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
9. ANEXOS	48
9.1. Anexo A – Gráfico de Acompanhamento diário de germinação	48
9.2. Anexo B – Caracterização das Não Germinadas após Teste com Tetrazólio...	49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – (A) Planta adulta de *Genipa americana* L.; (B) Tronco de *Genipa americana* L.; (C) Folhas de *Genipa americana* L.; (D) Fruto verde de Fruto verde de *Genipa americana* L., com pigmentação azul-escuro..... 16
- Figura 2** – (A) (B) Distribuição das matrizes no Campus Universitário Darcy Ribeiro e na Colina; (C) Matriz no Park Way. 26
- Figura 3** – Beneficiamento dos frutos através de esfregação com o auxílio de peneira e água corrente para eliminação dos resquícios da parte carnosa do fruto. 27
- Figura 4** – Sementes dispostas em bandejas plásticas forradas com papel de filtro para secagem ao ar livre..... 27
- Figura 5** – (A) Colunas cilíndricas utilizadas para tratamento com ozônio; (B) Gerador de ozônio baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD), utilizado no tratamento das sementes..... 28
- Figura 6** – Sementes dispostas para germinar em “gerbox” com vermiculita umedecida com água destilada..... 29
- Figura 7** – Câmara de germinação B.O.D com fotoperíodo e controle de umidade MOD. LUCA-161/04..... 29
- Figura 8** – Sementes de *Genipa americana* L. com protusão de radícula com no mínimo 2,0mm de comprimento ao final do experimento..... 32
- Figura 9** – Sementes dispostas para germinar em “gerbox” com vermiculita umedecida com água destilada, do tratamento 2, com indicação (em amarelo) das sementes com fungos..... 33
- Figura 10** – Gráfico de porcentagem total diária de sementes germinadas de *Genipa americana* L, do primeiro até o último dia do experimento. 34
- Figura 11** – Gráfico de porcentagem total diária de sementes mortas de *Genipa americana* L, do primeiro até o último dia do experimento. 35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Calendário sazonal de fenofases da espécie <i>Genipa americana</i> L., com ênfase na reprodução no Cerrado brasileiro	17
Tabela 2 – Coordenadas das matrizes georreferenciadas	25
Tabela 3 – Metodologia para avaliação e classificação dos embriões de acordo com as categorias de coloração em razão da reação do tetrazólio.	31
Tabela 4 - Resultado por tratamento das porcentagens de germinadas, mortas e de não germinadas das sementes de <i>G. americana</i> L. submetidas ao teste de germinação.	33
Tabela 5 – Resultados dos cálculos de Índice de Velocidade de Germinação, Tempo Médio de Germinação e Velocidade Média de Germinação dos 3 tratamentos e do controle.....	36
Tabela 6 – Valores de médias, desvio padrão (DesvPad), variância e coeficiente de variação (CoefVar).....	38
Tabela 7 – Resultado da Análise de Variância (ANOVA).....	38
Tabela 8 – Resultado do teste de Dunnet a 1%.	39
Tabela 9 – Resultado do Teste de Tetrazólio e suas respectivas constatações em relação ao percentual total de sementes do experimento.....	39
Tabela 10 – Resultado do Teste de Tetrazólio e suas respectivas constatações em relação ao percentual total de sementes não germinadas.	39

LISTA DE SIGLAS

O₂ – Oxigênio

O₃ – Ozônio

O⁻ – Oxigênio Atômico ionizado

MDL – Mecanismos do Desenvolvimento Limpo

APA – Área de Proteção Ambiental

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Método DBD – Método Descarga por Barreira Dielétrica

UnB – Universidade de Brasília

RA – Região Administrativa

SEDUH/DF – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Distrito Federal

BOD / DBO – Biochemical Oxygen Demand / Demanda Bioquímica de Oxigênio

%G – Porcentagem de Germinação

IVG – Índice de Velocidade de Germinação

TMG – Tempo Médio de Germinação

V – Velocidade Média de Germinação

1. INTRODUÇÃO

As espécies florestais nativas, especialmente as do Cerrado, possuem grande potencial para uso comercial e ambiental, como é o caso do jenipapo (*Genipa americana* L.), espécie frutífera muito apreciada por animais e mesmo pelo homem, com a exploração e comercialização regional de diversos produtos a partir do fruto (licor, geleias, polpa, sorvetes, entre outros). São necessárias mais pesquisas visando a maximização dos benefícios advindos desta e de outras espécies, de forma a garantir sua perpetuação no ambiente de origem, bem como sua exploração sustentável.

Considerando que a forma de propagação mais interessante para as plantas superiores, de modo geral, é através da propagação sexuada, ou seja, por sementes, dentre os aspectos a serem investigados na análise de sementes destaca-se a dormência e a qualidade sanitária. Embora conhecido haja muito tempo, o fenômeno da dormência em sementes ainda desafia os pesquisadores pela sua complexidade e múltiplos mecanismos envolvidos (CARDOSO, 2009); sendo um dos fenômenos menos compreendidos da biologia das sementes. O tegumento impermeável à água e gases, uma das causas mais comuns de dormência em sementes, é o principal modulador na interação entre os tecidos internos da semente e o meio ambiente (HILHORST, 2007).

Outro aspecto extremamente relevante no que se refere à tecnologia de sementes é a qualidade sanitária, visto que a presença de patógenos (especialmente os fungos) pode reduzir a capacidade germinativa de um lote de sementes e apresentar problemas na interpretação dos resultados dos testes de germinação conduzidos em condições de laboratório ou de campo (SANTOS; PARISI; MENTEN, 2011). A crescente preocupação com o meio ambiente e com a segurança durante a manipulação de sementes tratadas tem aumentado a demanda por tecnologias de aplicação que permitam a redução dos riscos, sem que a qualidade das sementes seja comprometida.

Diante disso, o uso do ozônio vem sendo empregado no tratamento sanitário e na superação da dormência de sementes. O ozônio (O_3), além de ser um poderoso agente oxidante, é um poderoso desinfetante (KELLS et al., 2001; MENDEZ et al., 2003; GUZEL-SEYDIM; GREENEB; SEYDIMA, 2004) que pode ser gerado no local, através de um processo de descarga elétrica (KIM; YOUSEF; DAVE, 1999), sendo capaz de participar de um grande número de reações com compostos orgânicos e inorgânicos (KUNZ, 2002; ALMEIDA et al., 2004).

Dentro do mesmo contexto, a utilização de testes mais rápidos para avaliar os resultados das sementeiras tem sido importante para proporcionar um melhor domínio

das técnicas de reprodução sexuada e uma melhora da análise das características fisiológicas das sementes. Entre os testes mais empregados está o do tetrazólio, sendo capaz de avaliar a viabilidade do embrião não germinado.

2. HIPÓTESE

Dada a dificuldade existente em germinar sementes de *Genipa americana* L. de forma homogênea, de quebrar sua dormência e ao fato de elas apresentarem características intermediárias a recalcitrantes, deve haver diferença nas porcentagens de germinação entre os diferentes tratamentos e o controle. Além disso, espera-se que os tratamentos com maior tempo de ozonização obtenham resultados melhores de porcentagens de germinação.

3. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da água ozonizada na superação da dormência e na homogeneização da germinação em sementes da espécie *Genipa americana* L., bem como verificar se este tratamento afeta sua qualidade fisiológica, contribuindo assim para a tecnologia de sementes da referida espécie.

3.1. Objetivos Específicos

- Avaliar possíveis diferenças na germinação de *Genipa americana* L. nos diferentes tempos de ozonização, a fim de determinar se houve quebra da dormência e uniformização das germinações;
- Determinar se o método da ozonização é eficaz e compatível com o teste de germinação das sementes de *Genipa americana* L.;
- Analisar as diferenças de vigor e de viabilidade entre as sementes de *Genipa americana* L. germinadas e as não germinadas através do Teste com Tetrazólio;

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Bioma Cerrado

O bioma Cerrado é caracterizado por abrigar grande diversidade de fisionomias e uma flora rica com 12.356 espécies (RIBEIRO; WALTER 2008). Diversos estudos

comparativos mostraram que as fitofisionomias desse bioma variam significativamente entre regiões, em termos de estrutura, riqueza e composição florística (OLIVEIRA-FILHO et al., 1989). Aspectos geomorfológicos, de topografia e do microclima da região influenciam diretamente na caracterização de cada uma das fitofisionomias e tornam o Cerrado uma das savanas mais ricas e diversas do mundo.

O clima dessa região é estacional, onde um período chuvoso, que dura de outubro a março, é seguido por um período seco, de abril a setembro. A precipitação média anual é de 1.500mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22°C e 27°C em média (KLINK et al., 2005).

De acordo com Machado et al. (2004), cerca de 55% da vegetação natural do Cerrado já foram desmatados ou transformados pela ação humana. A abertura de novas áreas para expansão da fronteira agrícola e o avanço da pecuária, principalmente de bovinos de corte, são os principais fatores que influenciaram o aumento desse índice, principalmente nas décadas de 70 e 80, quando o Cerrado foi tido como a principal fronteira agrícola brasileiro.

Dada a intensa ação antrópica, grande parte da biodiversidade do Bioma está sendo perdida. Além disso, outro fator que grandemente ameaça a biodiversidade do cerrado é a invasão biológica, no qual espécies exóticas com alta capacidade competitiva dominam as nativas e acabam por extingui-las, já que encontraram ambiente propício e ausência de inimigos naturais (PIVELLO, 2011).

4.2. Características da Espécie

A espécie *Genipa americana* L. pertence à família *Rubiaceae*, apresenta porte arbóreo (Figura 1A), atingindo de até 30m de altura, sem exsudação quando se destaca as folhas, copa com ramos terminais pilosos e ferrugíneos; troncos (Figura 1B) monopodiais e cilíndricos, com diâmetros de até 90 cm e coloração acinzentada com algumas saliências anelares. Tem folhas simples (Figura 1C), opostas, cruzadas, coriáceas, glabras, podendo ser do tipo oblongas ou mesmo elípticas, de até 35cm de comprimento e 18 cm de largura, com ápices obtusos ou acuminados e bases arredondadas ou cordadas; margens inteiras e onduladas e nervação do tipo broquidódroma (SILVA JÚNIOR, 2010). Os frutos (Figura 1D) são do tipo bagas globosas de 10 a 15cm de comprimento por 7 a 9 cm de diâmetro, de cor parda, casca membranosa, fina e enrugada contendo de 50 a 80 sementes por fruto, que pesam de 200 a 500g. (FONTES et al., 2018).

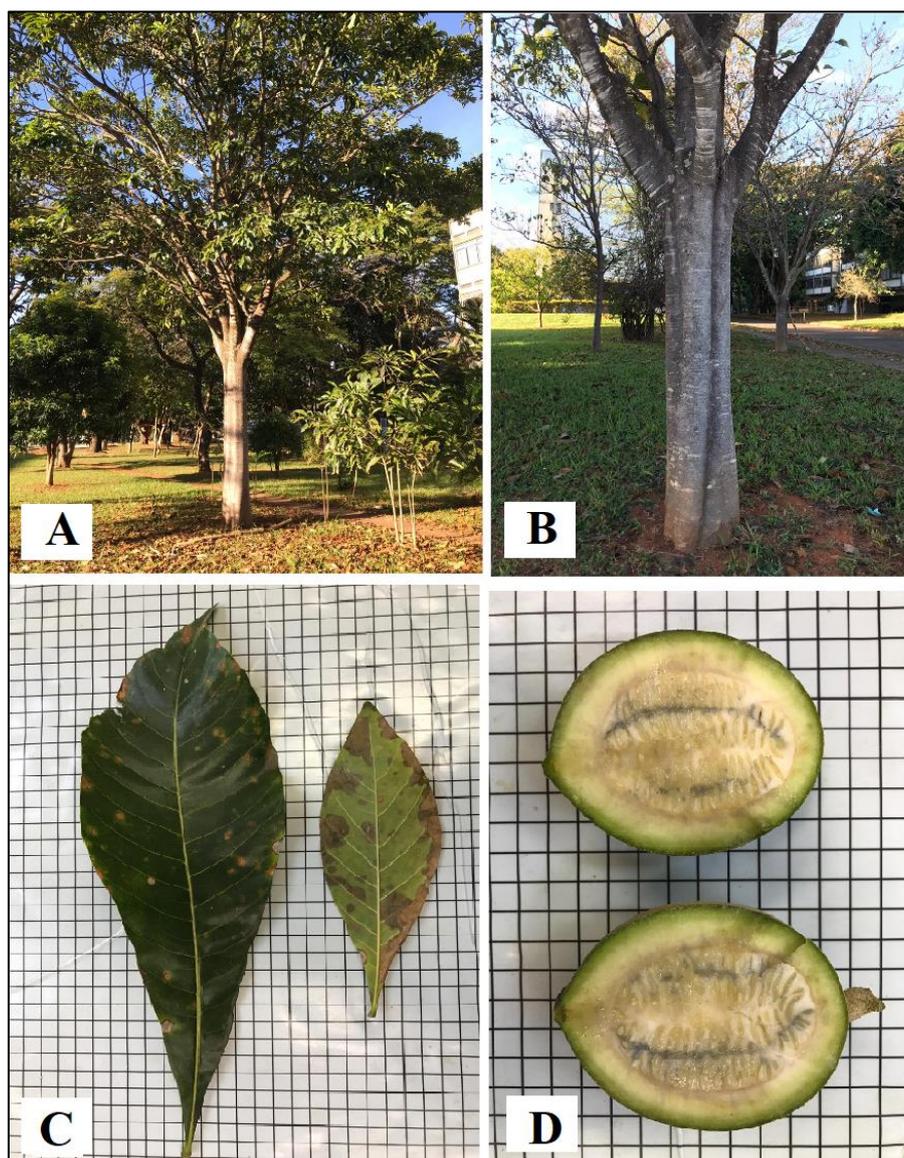


Figura 1 – (A) Planta adulta de *Genipa americana* L.; (B) Tronco de *Genipa americana* L.; (C) Folhas de *Genipa americana* L.; (D) Fruto verde de *Genipa americana* L., com pigmentação azul-escura. **Fonte:** autoral.

De acordo com Lorenzi (2009), o Jenipapo floresce durante os meses de outubro a dezembro e os frutos amadurecem nos meses de novembro a dezembro, quase que simultaneamente com a nova florada. Entretanto, a época de frutificação pode variar conforme o bioma e conforme a variabilidade genética existente na espécie, sendo que, em alguns locais, pode frutificar durante praticamente o ano todo, e seu ápice de produção pode variar de região para região. No Cerrado, a floração ocorre de fevereiro a julho e a frutificação ocorre durante o ano inteiro, sendo que o ápice da produção ocorre no período de novembro a março (Tabela 1).

Tabela 1 - Calendário sazonal de fenofases da espécie *Genipa americana* L, com ênfase na reprodução no Cerrado brasileiro. **Fonte:** Adaptado de Fontes et al. 2018.

Fenofases	Meses											
	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Floração		■	■	■	■	■	■					
Frutificação	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Pico de Floração

Pico de Frutificação
 Frutificação

Em geral, a espécie ocorre em todos os estados do país, abrangendo todos os biomas e formações florestais, geralmente estando presente em várzeas úmidas ou encharcadas. Entretanto, há divergências entre os mais diversos autores a respeito da exata região de origem da espécie, já que a mesma ocorre em todas as Américas (VIEIRA NETO, 2002)

4.3. Utilizações da Espécie

4.3.1. Componente Econômico e Alimentício

De acordo com Vieira et al. (2010), o crescente aumento no consumo de frutas constitui uma importante tendência da década. Fibras, vitaminas, minerais e antioxidantes caracterizam a função diferenciada que as frutas exercem sobre o adequado desenvolvimento e funcionamento do organismo. Dentro desse contexto, várias espécies frutíferas nativas do Cerrado apresentam potencial econômico para serem produzidas em escala comercial e inseridas no mercado de forma bastante competitiva para atender à crescente demanda por alimentos, como é o caso do Jenipapo.

Dentre as fruteiras nativas da região Centro Oeste o jenipapo é destacado como fonte de proteína (teor > 5g/100g), fibra (teor > 3g/100g), ferro (teor > 2,1mg/ 100g), e vitamina C (teor > 9mg/100g). Tradicionalmente, na zona rural da região do cerrado onde a planta ocorre, os frutos de jenipapo são administrados às crianças como suplementação da deficiência de ferro. Sugere-se que produtos à base de jenipapo façam parte da composição da merenda escolar (VIEIRA et al., 2010).

Por apresentar sabor e odor característicos e acentuados, o jenipapo pode ser utilizado de várias formas na alimentação: in natura, em preparações (compotas, doces cristalizados e sorvetes) e em bebidas (destaque para os licores, suco, vinho e aguardente) (PACHECO et al., 2014). Apesar de pouco apreciado em sua forma in natura, o jenipapo pode ser processado, consumido e comercializado contribuindo para

o aumento de renda e para o aporte nutricional das populações nativas. (HAMACEK et al., 2013).

A maior barreira para a inserção do fruto do Jenipapo no mercado talvez seja o fato dele perecer muito rápido. De acordo com Neta et al., (2014) novos modos de manter os alimentos frescos precisam ser criados, para manter atributos como coloração, aroma e vigor dos alimentos, além de preservar sua carga nutricional e seus compostos funcionais obtidos de forma natural. Um aperfeiçoamento desses processos pode proporcionar uma grande melhora na disseminação e comercialização dos frutos, reduzindo exponencialmente os custos de produção e armazenamento.

4.3.2. Recuperação de Áreas Degradadas

O Brasil destaca-se hoje em dia pela grande incidência de áreas de pastagens degradadas no País. Se por um lado é um dado preocupante, por outro mostra como ponto positivo a existência de um imenso potencial para o aumento de produtividade do campo pela simples recuperação dessas áreas improdutivas (DIAS-FILHO, 2014).

A restauração ecológica de ecossistemas degradados é tema que motiva e desafia a pesquisa, discussões na mídia e preocupação de comunidades e governos, pois está relacionada à conservação de nascentes, de cursos d'água, de paisagens, dos solos e da biodiversidade, e, mais recentemente, associada às questões sobre mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) e às mudanças globais do clima (AQUINO et al., 2009).

Dentro desse contexto, o Jenipapo se apresenta como espécie promissora, pois é uma planta rústica, resistente à seca e de fácil adaptação a vários tipos de climas e solos, apresenta larga distribuição em quase todo território brasileiro, se constituindo assim em uma espécie com potencial para uso em sistemas agroflorestais (FONTES et al., 2018). Por sua tolerância ao excesso de umidade do solo e ao fato de seus frutos serem muito atrativos à fauna silvestre, o Jenipapo tem sido utilizado frequentemente nos projetos de recuperação de áreas de preservação permanente e reservas legais degradadas (GUSMÃO et al., 2011).

Além disso, é uma espécie que não apresenta grandes dificuldades para produção de mudas em grande escala, já que suas sementes estão disponíveis durante praticamente o ano todo e são de fácil beneficiamento. Em um plantio realizado nas APAS do Gama e Cabeça de Veado, Sampaio et al. (2007) utilizaram diversas espécies nativas para recuperar uma área degradada. Dentre as espécies que se sobressaíram, cita-se *Genipa americana* L. como uma das de melhor resultado, sendo que o percentual

de sobrevivência foi o maior dentre as testadas, chegando à 100% após nove meses do plantio.

Em outro experimento semelhante, Oliveira et al. (2015) utilizando dezoito espécies, em uma área em processo de regeneração de Cerrado sentido restrito pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no Distrito Federal, dentre as espécies florestais utilizadas, o Jenipapo também apresentou sobrevivência de 100% após um ano do plantio. Tais dados reforçam a importância do uso da espécie em plantios mistos de recuperação de áreas degradadas, sendo indicada para todas as áreas de Cerrado do país, pois auxiliam no reestabelecimento dos processos ecológicos e das cadeias tróficas do local.

4.3.3. Arborização Urbana

Por desempenharem diferentes funções no espaço urbano, as áreas verdes proporcionam inúmeros benefícios tanto para a qualidade do meio ambiente e o equilíbrio ambiental, quanto para saúde e bem-estar da população das cidades (LONDE et al., 2014). Dentre os principais, podemos citar uma diminuição da amplitude térmica das vias públicas, melhorando o conforto térmico e mitigando bolsões de calor criados pela urbanização, melhora da qualidade do ar e uma redução dos ruídos causados pela atividade humana. Além disso, percebe-se uma substancial melhora das condições de saúde dos indivíduos que circulam na região, já que os seres humanos estão intimamente ligados à natureza.

De acordo com Leal et al. (2006), O elenco de espécies nativas comercializadas é pouco representativo diante da diversidade existente. No paisagismo, desde a época do Brasil Colonial, houve uma substituição das espécies nativas pelas exóticas, devido à falta de informações para utilização de espécies nativas em projetos paisagísticos.

Uma das formas de incentivar a produção comercial de espécies nativas para recuperação e reverter esse preconceito pelas espécies locais seria introduzir no meio paisagístico a ideia de que a flora brasileira não deve ser somente objeto de mera contemplação e ideais ecológicos, mas sim um meio de geração de renda e exploração comercial sustentável, através da reprodução em viveiro, ou mesmo em laboratório, de sementes e touceiras de herbáceas, arbustivas e arbóreas regionais.

Neste contexto, o jenipapo apresenta boas características e bom desempenho quando utilizado na arborização e no paisagismo. Destaca-se o fato de ser uma árvore com um porte variando de médio a grande, com uma copa globosa (LORENZI 2009), proporcionando bastante sombra, com um fuste que facilita sua integração às vias e um

sistema radicular que não traz transtornos aos transeuntes. Além disso, suas flores de coloração bege-amarelada agraciam os olhos daqueles que as observam.

Os frutos de *Genipa americana* L. são relativamente grandes, mas não causam grandes problemas quando caem após o amadurecimento. Entretanto, recomenda-se não utilizar a espécie em arborização de estacionamentos. No Distrito Federal é bastante comum encontrá-lo cultivado, pois apresenta bom desenvolvimento e adaptação às condições locais (FONTES et al., 2018) sendo que, de acordo com Silva Junior (2010), foram identificadas no Plano Piloto de Brasília 106 árvores em 15 das 39 superquadras das Asas Sul e Norte.

4.3.4. Movelaria

De acordo com Carvalho (2003), a madeira do jenipapeiro é considerada de qualidade excepcional, sendo bastante maleável e fácil de trabalhar. É bastante utilizada nas indústrias de construção naval e civil, carroçaria, tanoaria, móveis de luxo, marcenaria, moldes para aerodelismo, fôrmas de sapato, espadas para esgrima, torneado, coronhas de armas, cabos de ferramentas e de máquinas agrícolas, estatuetas e construções de barcos. Porém, o fato de a árvore não atingir grandes estaturas em sua fase final de crescimento representa um grande obstáculo ao uso da espécie em plantios que visem a produção de madeira.

O incentivo ao uso do jenipapeiro em plantios florestais e a utilização dessa espécie na tecnologia de juntas coladas é uma forma ecologicamente correta de utilização da madeira na movelaria e carpintaria, agregando valor ao produto e sendo plenamente favorável às práticas de desenvolvimento sustentável da região se levarmos em consideração outros produtos provenientes do plantio, como o fruto (CAMPELO, 2015).

4.3.5. Medicina Popular

Em pesquisa realizada por Cordeiro e Félix (2014) no agreste da Paraíba, *Genipa americana* L. foi salientada por 63,1% dos entrevistados, constituindo, sobretudo, a espécie com maiores números de tratamento indicados: osteoporose, anemia, problemas estomacais, nervosismo, diabetes, colesterol, além de constituir excelente tônico no combate a indisposição, cansaço e fraqueza. Além desses tratamentos, os frutos, as folhas e as cascas são indicadas em casos de tosse, anemia, contusões, luxações, bem como atividade purgativa, diurética e depurativa (SILVA et al., 2015).

Segundo CONABIO (2005), citado por Fontes et al. (2018), a polpa dos frutos é usada pelos indígenas como repelente de insetos, podendo ter ação bactericida e germicida (provavelmente devido a seu conteúdo de fenol). A casca em infusão é empregada no tratamento de gonorreia. O fruto verde tem propriedades adstringentes, anti-inflamatórias e antianêmicas. Às flores se atribui propriedades tônicas e febrífugas e a goma que exsuda do tronco se usa contra as enfermidades oftálmicas em forma de colírio.

4.4. Escolha da Espécie

O jenipapeiro é uma espécie de fácil propagação por sementes, apresentando entre 83 e 92% de emergência. No entanto, o processo é lento, assíncrono e com baixa uniformidade. Essas características são fontes de grande heterogeneidade no desenvolvimento das plantas, o que pode dificultar a condução dos tratamentos culturais em viveiros de produção de mudas (MENDES DE OLIVEIRA et al., 2011).

A espécie está presente em todas as Américas, com ampla distribuição pelo Brasil e usos variados de todas as partes da árvore. Apesar de possuir uma vasta gama de aplicações, não há nenhum registro da utilização de testes de germinação aliados ao método de ozonização das sementes para avaliar a quebra da dormência e a homogeneização da germinação desta espécie.

Existem diversas linhas de pesquisa relacionadas à restauração da vegetação em biomas como a Amazônia e a Mata Atlântica; entretanto, quando o objetivo é desenvolver e instalar algum tipo de projeto de recuperação no bioma Cerrado, se esbarra em diversos desafios, tais como: escasso conhecimento para implantação de tais projetos ou conhecimento ainda em fase embrionária de desenvolvimento. Além disso, são quase inexistentes os viveiros comerciais que produzem e comercializam uma boa variedade de espécies do Cerrado.

O mercado brasileiro tende, em geral, a preferir aquilo que tradicionalmente é considerado bonito e popular e perde a oportunidade de exportar novas variedades de espécies. Outro fator importante a ser considerado para a escolha desta espécie é o fato de nós brasileiros subestimarmos a flora local, dando preferência a tudo aquilo que é estrangeiro. Contudo, muitas espécies que chegaram ao país sendo consideradas “novidade” no mercado, são nativas e poderiam ter sido melhoradas e reproduzidas aqui, gerando divisas e conhecimento técnico ao país.

Diante desta visão, a variada gama de espécies do Cerrado brasileiro é deixada à margem do mercado e tida como invasora na agricultura local. São menosprezadas e

caracterizadas como áreas potenciais para bovinocultura de corte ou áreas de plantio de monoculturas.

O que se pretende, portanto, ao escolher esta espécie, é evitar uma inversão de valores, em que as espécies exóticas ganham maior atenção e participação no mercado interno e as nativas são expurgadas e retiradas sem qualquer ressentimento, e melhorar o conhecimento acerca da tecnologia de sementes nativas, em específico, da espécie *Genipa americana* L.

4.5. Tecnologia de Sementes e Germinação

A germinação é caracterizada como um acontecimento no mundo das plantas e é classificado pelos botânicos como a retomada do desenvolvimento do embrião, seguido imediatamente pelo surgimento da radícula através da ruptura do tegumento. Porém, para os tecnólogos de sementes, a germinação é descrita como o crescimento das partes essenciais do embrião, exteriorizando a possibilidade de produzir uma nova plântula, ante uma conjuntura favorável do ambiente ao seu redor, que envolve boa disponibilidade de água, de oxigênio, luz e temperatura (VIEIRA et al., 1998).

Essa germinação muitas vezes está condicionada à um mecanismo imposto pela própria evolução como forma de propiciar um melhor desenvolvimento aos novos indivíduos que venham a surgir. Segundo Vieira et al., (1998), tal mecanismo é, por conseguinte, um artifício usado pelas plantas para germinarem e se desenvolverem durante o período estacional mais benéfico para seu crescimento, possibilitando a partir disto a perpetuação da espécie (salvaguardando o estabelecimento de alguns indivíduos) ou colonização de locais diferentes, evitando assim a competição com a planta mãe.

De acordo com Fowler e Bianchetti (2000), o impedimento estabelecido pela dormência se constitui numa estratégia benéfica, pela distribuição da germinação ao longo do tempo, aumentando a probabilidade de sobrevivência da espécie, através de três formas:

- Polimorfismo ou heteromorfismo, com variações de cor, tamanho, espessura do tegumento e variações genéticas. O polimorfismo se caracteriza pela variação da germinação ao longo do tempo, de forma irregular, o que aumenta a probabilidade de sobrevivência das plântulas e a sobrevivência daquela característica genética em questão. Já o heteromorfismo se caracteriza por uma germinação mais uniforme;

- A depender de fatores ambientais, a dormência também pode proporcionar a distribuição da germinação ao longo do tempo. Um exemplo prático são aquelas espécies cujas sementes amadurecem durante o inverno e que produzirão plântulas somente na primavera, pois o inverno as exterminaria. Para germinar elas necessitam desse período de frio para que a dormência seja quebrada;
- Existem também as sementes que apresentam uma dormência chamada de embrionária, que ocorre quando as condições ambientais ao seu redor se encontram desfavoráveis, como por exemplo uma amplitude térmica muito alta. Conforme as condições melhoram, as sementes vão superando a dormência e germinando. Esse tipo de dormência muitas vezes pode ser superado através do uso de luz vermelha do espectro. Isso ocorre porque, em condições naturais, a luz que atinge o solo é bastante pobre em componentes do espectro vermelho, pois foi filtrada pela copa das árvores ou mesmo pela cobertura morta sob o solo da floresta.

Como forma de aumentar o nível de conhecimento e obter uma posição de destaque na pesquisa científica e tecnológica em sementes, é necessário entender melhor como funciona o mecanismo de reprodução de cada espécie, a fim de desenvolver novas tecnologias que, futuramente, poderão ser adotadas por grandes conglomerados do setor de sementes e órgãos públicos, produzindo respostas positivas no que tange as sementes certificadas, a aplicação de novas tecnologias, elevando a produtividade de plantios e agregação de novos processos que venham a aumentar o comércio de sementes, aumentando a produtividade e a renda dos produtores (APASEM, 2017).

Diante disso, é necessário realizar experimentos de germinação, para entender melhor como funcionam os processos para quebra de dormência das sementes. De acordo com Vieira et al., (1997), os principais são a escarificação (química, geralmente fazendo uso de ácidos, ou mecânica, geralmente fazendo uso de lixas), estratificação (geralmente com baixas temperaturas, buscando a maturidade do embrião), choque térmico (alternando a temperatura em ciclos temporais) e água quente (imersão das sementes em água com temperatura de 76 a 100°C por um tempo que pode variar de espécie para espécie).

4.6. Método de Ozonização

O ozônio é um gás instável, alótropo triatômico (O₃) do oxigênio. Descoberto em 1872 pelo físico e químico teuto-suíço Christian Friedrich Schonbein. De forma

natural, o ozônio é gerado na estratosfera terrestre, através da ação fotoquímica dos raios ultravioleta e das descargas elétricas dos raios sobre as moléculas de oxigênio (O_2). Esses raios são consideravelmente intensos a ponto de separar os dois átomos que compõem a molécula de O_2 , produzindo o oxigênio atômico ionizado (O^+). A formação de ozônio é concretizada numa etapa contiguamente posterior, e resulta da associação de um átomo de oxigênio e uma molécula de O_2 na presença de um catalisador (PEZZI, 2010).

Segundo Rozado (2005), o uso de ozônio vem crescendo ano após ano nos mais variados campos da economia, sendo aplicados atualmente na desinfestação de alimentos, no tratamento de água potável, esgoto, indústria, entre outras áreas. De acordo com Mendez et al. (2003), o ozônio vem ganhando cada vez mais espaço na agricultura, já que pode ser produzido no local que será utilizado, diminuindo os custos com recipientes e com o deslocamento do produto até o local destinado. Contudo, quando se relaciona o uso de ozônio com a quebra de dormência ou desinfestação de sementes florestais, ainda há muito há percorrer. Poucos estudos na área dificultam um maior aperfeiçoamento das técnicas de reprodução de espécies florestais em viveiro e contribuem para um conhecimento heterogêneo acerca da fenologia reprodutiva de espécies importantes para a flora brasileira.

A expansão do conhecimento sobre os fatores que podem interferir na exposição do ozônio sobre as sementes, bem como sua interação com os agentes bióticos comuns nas sementes, pode permitir melhor compreensão de sua influência na qualidade das mesmas (PEREIRA, 2006).

Tais estudos reforçam o potencial de uso do ozônio no tratamento de sementes de espécies florestais nativas, seja para quebra da dormência, seja para eliminação de microrganismos indesejados.

4.7. Teste de Tetrazólio

Conforme a ciência foi aprofundando seu entendimento a respeito da evolução e da deterioração das sementes, os testes para avaliação do vigor da semente também foram evoluindo. Todo o conhecimento obtido em pesquisas e experimentações foi progressivamente sendo inserido na gama de processos de controle da qualidade de sementes, o que permitiu melhorar as etapas da produção, obtendo sementes mais adequadas aos anseios do mercado (HAMPTON; COOLBEAR, 1990).

Os testes de vigor têm sido amplamente utilizados nos programas de controle de qualidade da semente, permitindo avaliá-la em cada etapa da produção, fornecendo

parâmetros para estabelecer procedimentos que resultem na produção de sementes de alta qualidade, quer seja nas operações pré-colheita, colheita e secagem, quer seja durante o beneficiamento, armazenamento, tratamento e semeadura da semente (KRZYŻANOWSKI; FRANÇA, 2001).

Conforme Hampton; Coolbear (1990), os testes de vigor podem ser físicos (morfologia), fisiológicos, bioquímicos (análise através do metabolismo das sementes) ou de resistência (análise após o processo de germinação). Todos têm seu valor científico e foram substancialmente necessários para a evolução da tecnologia de sementes.

Dentro da gama de testes bioquímicos, se insere o teste de tetrazólio. De acordo com Abbade e Takaki (2014), tal teste utiliza a atuação das enzimas desidrogenases que fazem parte do processo de respiração. Através da hidrogenação do 2-3-5-trifenil cloreto de tetrazólio, as células vivas adquirem uma coloração avermelhada, devido à uma substância vermelha, consistente e não difusor, o trifenil formazan, que deixa as partes vivas avermelhadas e as partes mortas com coloração original.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Caracterização da Área das Matrizes

As sementes foram obtidas a partir da coleta de frutos maduros de 09 matrizes (Figura 2) encontradas na área do Campus Universitário Darcy Ribeiro da UnB, situado na Região Administrativa do Plano Piloto (RA I) dentro da Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá e nas proximidades da Área de Proteção Ambiental - APA do Lago Paranoá, e na quadra 12 do Setor de Mansões Park Way (RAXXIV), região localizada nos limites da Área de Proteção Ambiental - APA das Bacias do Gama e Cabeça do Veado. Todas as matrizes foram georreferenciadas (Tabela 2) com o auxílio do aplicativo “My GPS Coordinates”, com precisão de até 5 m, e identificadas em imagens de satélite (figura 2).

Tabela 2 – Coordenadas das matrizes georreferenciadas. **Fonte:** “My GPS Coordinates App.”

Matriz	Latitude	Longitude	Matriz	Latitude	Longitude
01	15°45'22.94" S	47°52'27.24" W	06	15°45'50.63" S	47°52'4.88" W
02	15°45'23.07" S	47°52'27.10" W	07	15°45'50.54" S	47°52'5.13" W
03	15°45'23.58" S	47°52'27.06" W	08	15°45'27.55" S	47°52'24.30" W
04	15°45'50.98" S	47°52'6.06" W	09	15°54'41.8" S	47°58'40.5" W
05	15°45'50.89" S	47°52'5.62" W			

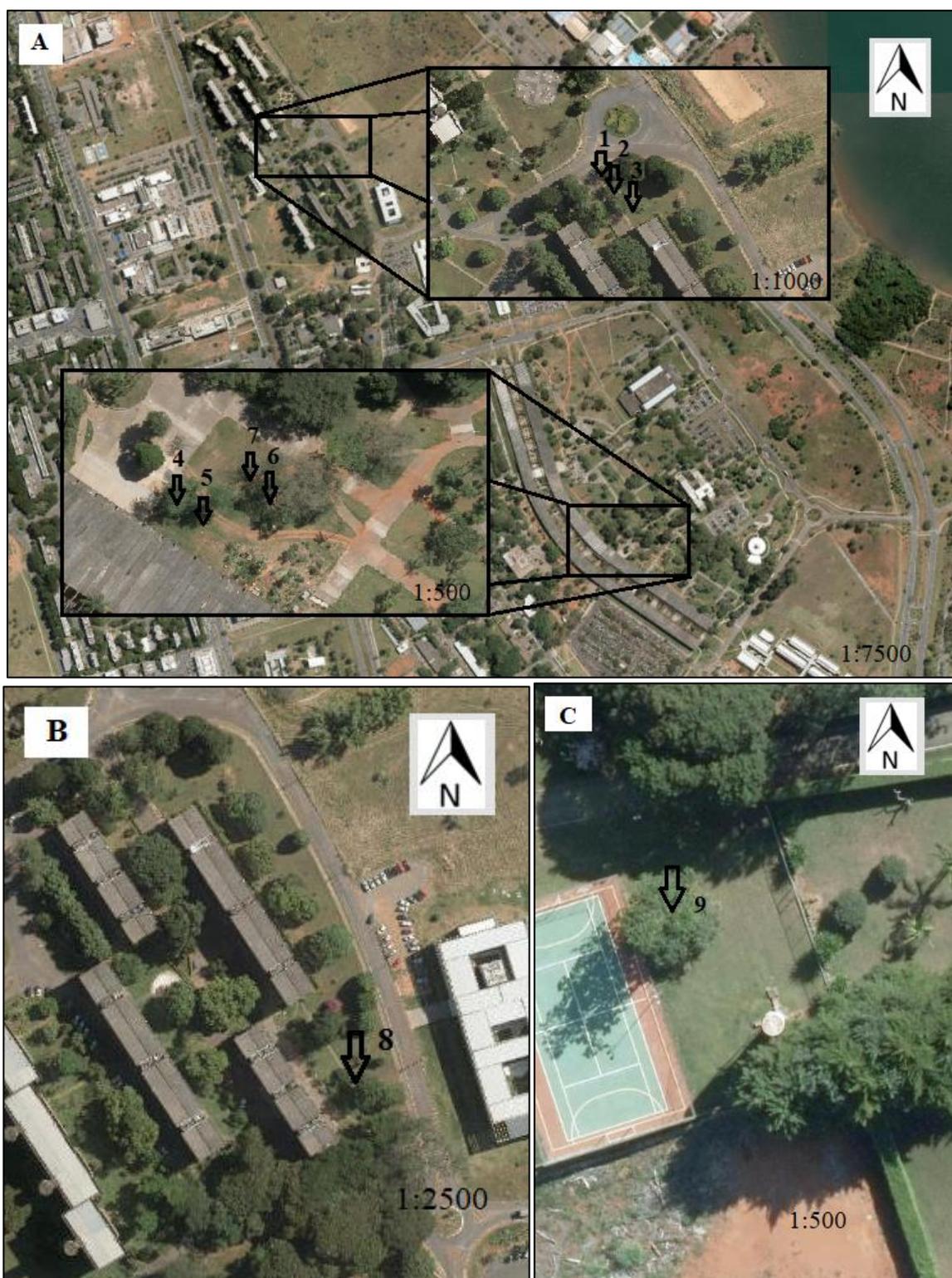


Figura 2 – (A) (B) Distribuição das matrizes no Campus Universitário Darcy Ribeiro e na Colina; (C) Matriz no Park Way. **Fonte:** GeoPortal – Seduh/DF

O solo predominante na área do Distrito Federal é o Latossolo Vermelho Amarelo, pobre em nutrientes e com alto teor de alumínio (FURLEY, 1985; HARIDASAN, 1990). O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (NIMER, 1989), com temperatura máxima de 28,5°C e mínima de 12°C. A umidade relativa entre maio e setembro é abaixo de 70% e a umidade mínima ocorre em

agosto, com média de 47%, mas pode cair a 15%. A precipitação média anual é de 1600 mm, com pronunciada estação seca de julho a setembro (REZENDE, 2002). A altitude média é de 1.100m (CODEPLAN, 2012).

5.2. Coleta e Beneficiamento das Sementes

Os frutos colhidos nas árvores e no chão foram coletados no dia 30 de abril de 2019, colocados em sacos plásticos, identificados adequadamente e levados para o Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da UnB.

Por se tratar de fruto carnoso, o beneficiamento foi feito com auxílio de peneira e água corrente, friccionando o fruto contra as aberturas (Figura 3).



Figura 3 – Beneficiamento dos frutos através de esfregaço com o auxílio de peneira e água corrente para eliminação dos resquícios da parte carnosa do fruto de jenipapo. **Fonte:** autoral.

Uma vez eliminada a parte carnosa do fruto, as sementes foram colocadas para secar em bandejas plásticas forradas com papel de filtro (Figura 4) durante cerca de 4 dias. Cada bandeja plástica foi identificada contendo as sementes provenientes dos frutos coletados.



Figura 4 – Sementes de jenipapo dispostas em bandejas plásticas forradas com papel de filtro para secagem ao ar livre. **Fonte:** autoral.

Posteriormente, as sementes foram homogeneizadas e acondicionadas em um único recipiente, evitando assim o favorecimento de determinada matriz.

5.3. Ozonização para superação da dormência das sementes

Após os 4 dias de secagem, foi realizado o tratamento com ozônio. As sementes foram imersas em água destilada na presença de gás ozônio no Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Brasília (UnB), Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, Distrito Federal.

A concentração de ozônio gasoso utilizada foi de 10mg/L, na temperatura de 25 °C e vazão de 1,0 L min⁻¹, e três períodos de exposição: 20 (tratamento 1); 40 (tratamento 2), 60 minutos (tratamento 3) e um controle (sem exposição ao ozônio), com 10 repetições por tratamento e 30 sementes por repetição.

As sementes foram acondicionadas em colunas cilíndricas de 20 cm de diâmetro e 15 cm de altura, e o gás ozônio foi injetado na base da coluna (Figura 5A). O gás ozônio foi obtido através de um gerador de ozônio (Figura 5B) baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD), acoplado com um filtro de alumina.

O insumo utilizado foi oxigênio com grau de pureza de aproximadamente 90%, obtido por meio de concentrador de oxigênio acoplado ao gerador de ozônio. A descarga dielétrica é produzida quando uma tensão elétrica é aplicada entre dois eletrodos paralelos, com um dielétrico entre eles e um espaço livre, que é por onde o oxigênio passa e onde é produzido o ozônio através da quebra das moléculas de oxigênio (PEREIRA et al., 2008).

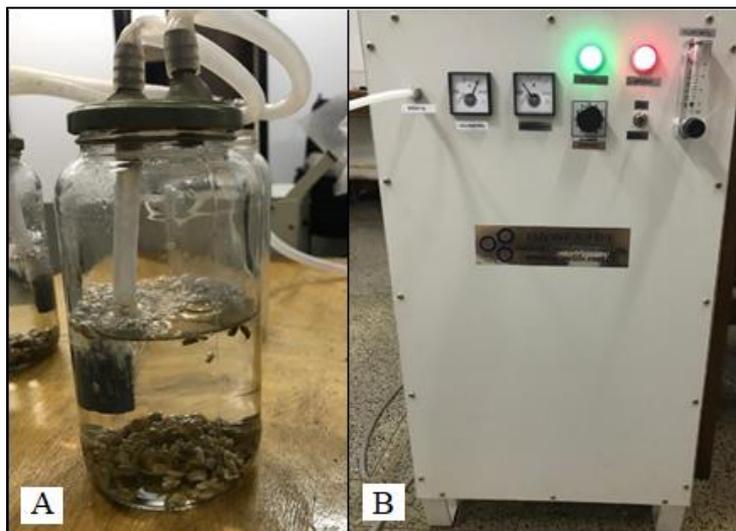


Figura 5 – (A) Colunas cilíndricas utilizadas para tratamento com ozônio; (B) Gerador de ozônio baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD), utilizado no tratamento das sementes. **Fonte:** autoral.

5.4. Teste de germinação

Após a aplicação dos tempos de ozonização (tratamentos), foi implantado, no mesmo dia, o teste de germinação com dez repetições de 30 sementes submetidas a cada tempo de ozonização (20, 40 e 60 minutos) e um controle, sem influência da ozonização, em delineamento inteiramente casualizado. As sementes foram distribuídas em caixas “gerbox” contendo em seu interior vermiculita de textura média umedecida (Figura 6) com água destilada, até o ponto de saturação, e colocadas para germinar em câmara de germinação B.O.D com fotoperíodo e controle de umidade MOD. LUCA-161/04 (Figura 7) da empresa Lucadema – Equipamentos de Laboratório.



Figura 6 – Sementes dispostas para germinar em “gerbox” com vermiculita umedecida com água destilada. **Fonte:** Bruno Cabral.



Figura 7 – Câmara de germinação B.O.D com fotoperíodo e controle de umidade MOD. LUCA-161/04. **Fonte:** autoral.

Fatores climáticos, de pluviosidade e de temperatura não são variáveis problemáticas, tendo em vista que o experimento foi totalmente desenvolvido dentro de uma câmara de germinação, utilizando-se a temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas.

O monitoramento foi feito diariamente por um período de 30 dias, sendo consideradas germinadas as sementes pelo critério botânico, basta a emissão da radícula em pelo menos dois milímetros de comprimento. Esse acompanhamento é necessário para que seja possível contrapor os resultados de cada tratamento.

Ao final do teste de germinação foi calculada a porcentagem de germinação (%G) para cada tratamento, através da fórmula (LABOURIAU; VALADARES, 1976):

$$\%G = \frac{\sum G \times 100}{300}$$

Onde:
 %G: porcentagem de germinação;
 $\sum G$: somatório do número de plântulas germinadas por tratamento;
 100: máx. possível de plântulas por tratamento.

Foi calculado também o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) para cada tratamento, a partir da metodologia de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G1}{T1} + \frac{G2}{T2} + \dots + \frac{Gi}{Ti}$$

Onde:
 IVG = índice de velocidade de germinação;
 G1 até Gi = sementes germinadas a cada dia;
 T1 até Ti = tempo de avaliação em dias.

E o Tempo Médio de Germinação (TMG) para cada tratamento, a partir da metodologia de Labouriau (1983):

$$TMG = \frac{\sum n_i t_i}{\sum n_i}$$

Onde:
 TMG = tempo médio de germinação (dias);
 ni = número de sementes germinadas por dia;
 ti = tempo de germinação (dias).

Além da Velocidade Média de Germinação (V) para cada tratamento (LABOURIAU 1983):

$$V = \frac{1}{TMG}$$

Onde:
 V = velocidade média de germinação (sementes/dia);
 TMG = tempo médio de germinação.

5.5. Teste de Tetrazólio

Após os 30 dias de monitoramento, aquelas sementes que não foram consideradas mortas nem germinaram por algum motivo, foram seccionadas no sentido longitudinal, exteriorizando o cotilédone e o embrião. Após o corte, as sementes foram arranjadas dentro de recipientes plásticos, de coloração preta, que bloqueiam completamente a entrada de luz. Dentro dos recipientes foi colocada solução de tetrazólio (pH 6,5) com concentração de 1%, sob temperatura de, mais ou menos, 25°C, por 2 h.

Após manter as sementes por 2 h dentro dos recipientes com a solução, os embriões foram avaliados com a ajuda de estereoscópio binocular (lupa). Os embriões e cotilédones foram avaliados e classificados conforme a dimensão, expressividade da coloração avermelhada, a existência ou não de partes com coloração branca leitosa, a aparência dos tecidos e onde se localizam essas partes coloridas, no tocante às partes que importam ao desenvolvimento.

Por causa do comportamento do tetrazólio, os embriões foram categorizados e colocados separadamente em grupos de viáveis e inviáveis, e classificados conforme os parâmetros utilizados por Ista (1993), Grabe (1976) e Moore (1972). De acordo com esses autores, distinguem-se nove grupos de classificação para as sementes, conforme a tabela a Tabela 3.

Tabela 3 – Metodologia para avaliação e classificação dos embriões de acordo com as categorias de coloração em razão da reação do tetrazólio. **Fonte:** Ista (1993), Grabe (1976) e Moore (1972).

Categorias	
Viáveis	1 Embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme.
	2 Menos de 50% dos tecidos com coloração vermelho-intensa.
	3 Cotilédones descoloridos ou não, afetando a região de ligação com o eixo embrionário.
Inviáveis	4 Regiões descoloridas, afetando o cilindro central.
	5 Mais de 50% dos cotilédones descoloridos ou com coloração vermelho-intensa.
	6 Região dos cotilédones com coloração vermelho-intensa ou descolorida, afetando o eixo embrionário.
	7 Cotilédones descoloridos e eixo embrionário com coloração vermelho-intensa.
	8 Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração.
	9 Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos.

5.6. Delineamento e Análise estatística

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com dez repetições para o teste de superação de dormência. Quando necessário os dados expressos em porcentagem serão transformados em “arc sen ($\sqrt{x/100}$)”, para atender à normalidade segundo Lilliefors e homogeneidade de variâncias por Cochran (BANZATTO; KRONKA, 2006; RIBEIRO JÚNIOR, 2012). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Dunnet a 1% de significância ($p < 0,01$). O software Minitab® Statistical Software foi utilizado para as análises estatísticas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Porcentagem de Germinação (%G)

Como parâmetro para analisar a germinação das sementes de *Genipa americana* L., considerou-se a porcentagem das sementes germinadas, mortas e aquelas que não entraram em processo de germinação dentro dos 30 dias estabelecidos para avaliação do experimento. As sementes germinadas foram aquelas que, conforme critério botânico, emitiram radícula em pelo menos 2,0mm de comprimento (figura 8).



Figura 8 – Sementes de *Genipa americana* L. com protusão de radícula com no mínimo 2,0mm de comprimento ao final do experimento. **Fonte:** autoral.

Na Tabela 4, são apresentadas as porcentagens de sementes de *Genipa americana* L. germinadas, mortas e não germinadas.

Tabela 4 – Resultado por tratamento das porcentagens de germinadas, mortas e de não germinadas das sementes de *Genipa americana* L. submetidas ao teste de germinação.

	% Germinadas	% Mortas	% Não Germinadas
Controle	82,0% a	3,0% a	15,0% a
Tratamento 1	87,0% a	2,0% a	11,0% a
Tratamento 2	80,0% a	5,0% a	14,0% a
Tratamento 3	85,7% a	4,3% a	10,0% a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Dunnet a 1% de probabilidade.

Foram contabilizadas, aproximadamente, 8.000 sementes, porém, para a instalação do experimento, foram utilizadas somente 1.200 sementes de *Genipa americana* L. do total, sendo que 83,75% germinaram, 3,67% morreram ao longo do experimento e 12,58% não germinaram. Nota-se ainda que houve pouca variação na porcentagem de germinadas, de mortas e de não germinadas para cada tratamento.

O controle diário de germinações a partir da identificação da primeira semente germinada está disponível no Anexo A.

O tratamento 1 apresentou apenas 2% de mortalidade e 11% de sementes não germinadas, com uma porcentagem de 87% de germinação. O tratamento 2 apresentou 5% de mortalidade e 14% de sementes não germinadas, com uma porcentagem de 80% de germinação.

No 14º dia de experimento, começaram a ocorrer mortes em todos os tratamentos, sendo que no controle as sementes começaram a perecer somente a partir do 16º dia de experimento. Foi constatada a presença de fungos em algumas sementes (Figura 9), o que pode ter contribuído para uma porcentagem maior de sementes mortas e não germinadas.



Figura 9 – Sementes dispostas para germinar em “gerbox” com vermiculita umedecida com água destilada, do tratamento 2, com indicação (em amarelo) das sementes com fungos. **Fonte:** Bruno Cabral.

De acordo com Graham (1997), dentre as vantagens de utilização do ozônio está a sua ação antimicrobiana. Entretanto, houve a ocorrência de fungos em algumas sementes durante os testes de germinação. Dentre as causas mais prováveis de contaminação estão a presença natural de cultura microbiana no tegumento das sementes, por se tratar de um fruto carnoso que atrai uma vasta gama de insetos e microrganismos, a manipulação das sementes com pinças e bancadas contaminadas, o ambiente de secagem das sementes (ao ar livre e sujeito à contaminação), a vermiculita ou mesmo a própria estufa utilizada para o experimento.

A ocorrência de fungo em um dos gerbox (repetição 7) do tratamento 2 pode explicar a baixa porcentagem de germinação (23,33%), a porcentagem maior de mortalidade (23,33%) e de não germinadas (53,33%) da repetição desse tempo de ozonização.

A porcentagem total de sementes germinadas, por dia, em cada um dos tratamentos, pode ser observada na Figura 10.

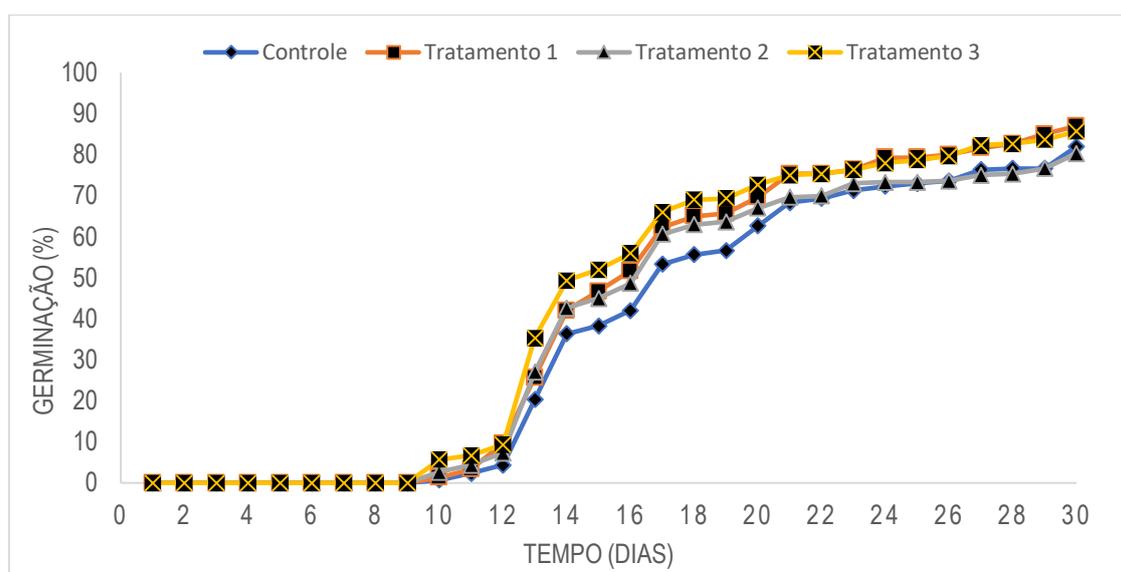


Figura 10 – Gráfico de porcentagem total diária de sementes germinadas de *Genipa americana* L, do primeiro até o último dia do experimento.

Observou-se que a germinação teve início no 10º dia em todos os tratamentos. Também é possível notar um grande pico nas porcentagens de germinação no 13º dia, sendo que 16% das sementes do Controle, 16% das sementes do Tratamento 1, 19,67% das sementes do Tratamento 2 e 26% das sementes do Tratamento 3 germinaram nesse dia. No 14º dia, o crescimento das porcentagens de germinação diminuiu levemente em comparação ao dia anterior, mas ainda se manteve alto

No 15º e no 16º dia houve uma redução no número de germinações, estabilizando o crescimento da porcentagem antes do último grande pico no 17º dia,

onde todos os tratamentos apresentaram crescimento praticamente igual. No 20º e no 21º dia o controle apresentou aumento em suas porcentagens de germinação, devido ao fato de, nos dias anteriores, ele ter apresentado porcentagens de germinação menores que os outros tratamentos. Após isso, todos os tratamentos apresentaram porcentagens estáveis até o último dia do experimento.

A porcentagem total de sementes mortas, por dia, em cada um dos tratamentos, pode ser observada na Figura 11.

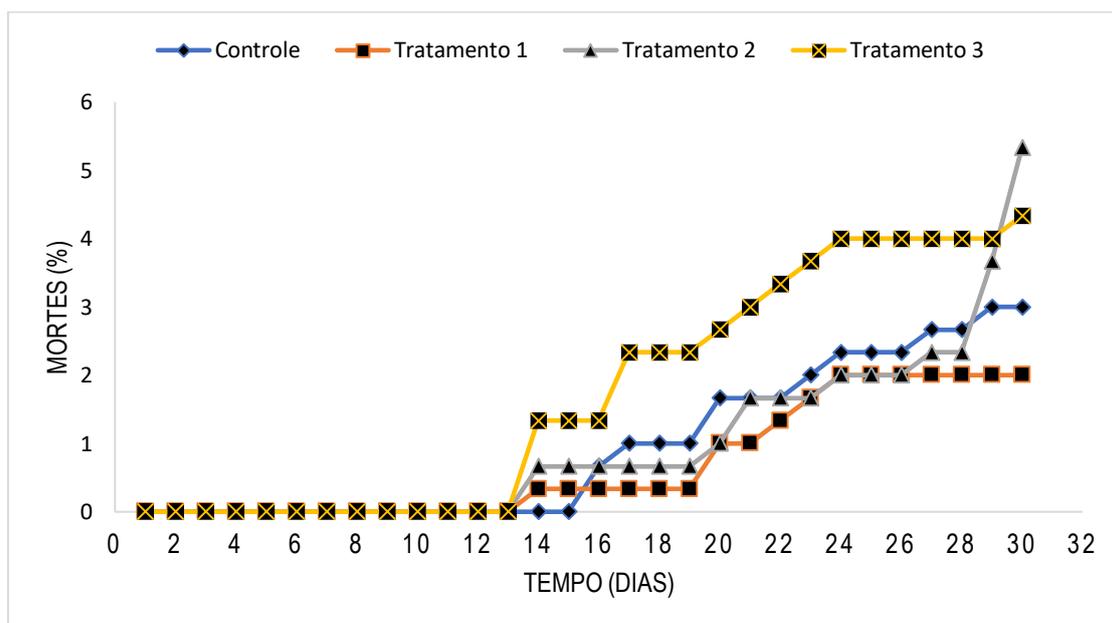


Figura 11 – Gráfico de porcentagem total diária de sementes mortas de *Genipa americana* L, do primeiro até o último dia do experimento.

Com exceção do tratamento 3 que apresentou logo de início um aumento, todos os outros tratamentos apresentaram porcentagens de mortalidade de sementes semelhantes e homogêneas ao longo de todos os dias do experimento.

Há um crescimento súbito de mortalidades no tratamento 2 a partir do 28º dia que é explicado pela presença de fungos na repetição 7 do tratamento 2, conforme já citado anteriormente.

Em estudo para testar a eficiência do uso de água ozonizada na superação da dormência e na desinfestação de sementes de *Aegiphila sellowiana*, Ferreira (2016) constatou que o uso da água destilada na presença de gás ozônio foi eficiente tanto para a superação da dormência tegumentar como para o controle de fungos associados às sementes.

Outro estudo realizado com sementes de *Helianthus annuus*, cultivar Embrapa 122, Rodrigues (2014) constatou que o tratamento das sementes com ozônio na concentração de 1741 ppmv (0,24 g/h), por 60 minutos, reduz a população fúngica de

Alternaria sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp sem afetar o seu potencial fisiológico.

Em trabalho semelhante com sementes de *Zea mays*, Reis (2016) constatou que o uso do gás ozônio aparentemente não interfere na qualidade fisiológica das sementes. Houve uma tendência de favorecimento da germinação na concentração maior de 20mg/L.

Tais resultados sugerem que o ozônio é bastante eficaz na quebra de dormência tegumentar das sementes, tanto florestais quanto de uso agrícola, e não diminui a qualidade fisiológica das sementes. Diante disso, é possível que os tempos de ozonização utilizados nesse experimento não tenham sido suficientes.

Durante a contabilização de sementes germinadas durante o experimento, foi constatada a presença de sementes poliembriônicas. Em trabalho realizado com a espécie *Senna rugosa*, Garcia (2013) constatou a presença de sementes poliembriônicas em 18,5% dos lotes de sementes analisadas. Durante os testes de germinação com a espécie *Genipa americana* L., observou-se a presença de sementes poliembriônicas, que continham até 3 embriões, sendo uma característica bastante comum em espécies do Cerrado.

6.2. Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG) e Velocidade Média de Germinação (V)

Os resultados referentes aos cálculos do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG) e Velocidade Média de Germinação (V) encontram-se na tabela 5.

Tabela 5 – Resultados dos cálculos de Índice de Velocidade de Germinação, Tempo Médio de Germinação e Velocidade Média de Germinação dos 3 tratamentos e do controle.

	Índice de Velocidade de Germinação	Tempo Médio de Germinação (dias)	Velocidade Média de Germinação
Controle	15,16 a	17,43 a	0,06 a
Tratamento 1	16,75 a	16,69 ab	0,06 a
Tratamento 2	15,75 a	16,41 ab	0,06 a
Tratamento 3	17,29 a	15,96 b	0,06 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Dunnet a 1% de probabilidade.

O IVG foi calculado, para cada um dos diferentes tempos de tratamento com ozônio das sementes de *Genipa americana* L. Conforme a Tabela 8, variou de 15,16 a

17,29. O tratamento com maior IVG foi o 3 e o com menor foi o controle. Quanto maior for o índice, maior será a germinação média diária, maior será a velocidade de germinação das sementes e melhor será o tratamento. Os resultados foram alocados dentro do mesmo agrupamento por não apresentarem diferença significativa.

O TMG diz respeito à média ponderada do período exigido para a germinação, dispondo da germinação como quesito de equilíbrio, ou seja, as porcentagens de velocidade de germinação serão maiores conforme o TMG diminuir. Valores menores de TMG são importantes tendo em vista que o aumento de um dia no período de germinação pode aumentar os custos da produção de mudas. Conforme a Tabela 8, variou de 15,96 a 17,43 dias. O tratamento com menor tempo foi o tratamento 3 (agrupamento a) e o maior foi o controle (agrupamento b). Quando se analisa esse resultado em relação à uma produção comercial de mudas desta espécie, a diferença de apenas um dia faz bastante diferença, mesmo que estatisticamente falando os tratamentos não apresentem diferença significativa.

A Velocidade Média de Germinação, em geral, é bastante sensível às variações de temperatura dos testes de germinação. Temperaturas baixas reduzem, enquanto temperaturas altas aumentam a velocidade de germinação (NASCIMENTO; DIAS; SILVA, 2011). Entretanto, a temperatura utilizada nesse experimento foi constante durante os 30 dias. Quanto maior o seu valor, melhor. Os tratamentos foram alocados no mesmo agrupamento de velocidade de germinação, variando em torno de 0,06.

Em experimento semelhante, Ferreira dos Santos; Silva-Mann; Ferreira (2011) obtiveram resultados de %G, TMG e V bem próximos aos obtidos pelo controle deste trabalho, sendo que a Porcentagem de Germinação foi de 77%, o Tempo Médio de Germinação, em dias, foi de 16,98 e a Velocidade Média de Germinação apresentou o mesmo resultado, com valor aproximado de 0,06. Já o IVG, apresentou valor totalmente discrepante, ficando por volta de 1,37. Tais dados reforçam a hipótese de que os tempos de ozonização utilizados não foram suficientes para quebra da dormência das sementes de *Genipa americana* L.

6.3. Análise de Variância e Teste de Dunnet

Na Tabela 6, são apresentados todos os valores que são importantes, por tratamento e por variável analisada. As variáveis foram: sementes germinadas, não germinadas e mortas.

Tabela 6 – Valores de médias, desvio padrão (DesvPad), variância e coeficiente de variação (CoefVar).

Variável	Tratamento	Repetições	Média	DesvPad	Variância	CoefVar (%)
Germinadas	Controle	10	24,60	3,78	14,27	15,35
	Trat. 1	10	26,100	2,885	8,322	11,05
	Trat. 2	10	24,10	6,15	37,88	25,54
	Trat. 3	10	25,700	1,703	2,900	6,63
Mortas	Controle	10	0,900	1,287	1,656	142,96
	Trat. 1	10	0,600	0,966	0,933	161,02
	Trat. 2	10	1,600	2,119	4,489	132,42
	Trat. 3	10	1,300	0,949	0,900	72,98
N germinadas	Controle	10	4,500	2,759	7,611	61,31
	Trat. 1	10	3,300	2,263	5,122	68,58
	Trat. 2	10	4,30	4,35	18,90	101,10
	Trat. 3	10	3,000	1,633	2,667	54,43

Legenda: DesvPad = desvio padrão; Coefvar = coeficiente de variação (%).

Das 30 sementes que foram colocadas para germinar em cada gerbox, germinaram, em média, 25 sementes. O tratamento 2 apresentou, no geral, os maiores valores de desvio padrão e variância (DesvPad de 6,15 e Variância de 37,88 nas germinadas; DesvPad de 2,119 e Variância de 4,489 nas mortas; DesvPad de 4,35 e Variância de 18,90 nas não germinadas), um ponto negativo e que indica que os pontos dos dados estão dispersos por uma ampla gama de valores, ou seja, que há irregularidade nos dados em questão.

Na Tabela 5 se encontra a ANOVA e os testes de comparações. Para comparações foi feito o Teste de Dunnet, com alfa de 0,01. O teste de Dunnet é feito quando se tem uma amostra controle, como é o caso deste experimento. Foi analisada a porcentagem de sementes germinadas em relação aos efeitos da ozonização.

Tabela 7 – Resultado da Análise de Variância (ANOVA).

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Tratamento	3	26,08	8,692	0,55	0,652
Erro	36	570,30	15,842		
Total	39	596,38			

Legenda: GL =Graus de Liberdade; SQ (Aj.) = Soma de Quadrados; QM(Aj.) = Quadrado Médio

Quando se relacionou os tempos de ozonização com a germinação de sementes de *Genipa americana* L., verifica-se que não houve interação significativa dos tratamentos em cada tempo, ou seja, não é possível afirmar que os tratamentos

influenciaram a germinação das sementes, como atesta o teste de médias de Dunnet a 1% apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultado do teste de Dunnet a 1%.

Tratamento	N	Média	Agrupamento
A (controle)	10	24,60	A
B (T1)	10	26,100	A
D (T2)	10	25,700	A
C (T3)	10	24,10	A

Diante dos resultados obtidos, ao se considerar um nível de significância de 1%, não se rejeita a hipótese de igualdade entre os grupos. Sugere-se a realização de novos testes com maiores tempos de ozonização e intervalos maiores entre os tempos.

6.4. Teste de Tetrazólio

Após o tratamento com tetrazólio, os embriões não germinados foram categorizados e colocados separadamente em grupos de viáveis (verde) e inviáveis (cinza), classificados conforme os parâmetros utilizados por Ista (1993), Grabe (1976) e Moore (1972) e os dados organizados na tabela que consta no Anexo B. As constatações resultantes desse teste constam nas tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Resultado do Teste de Tetrazólio e suas respectivas constatações em relação ao percentual total de sementes do experimento.

	Não Germinadas	Totalmente Inviáveis	Viáveis
Controle	15,0%	9,7%	5,3%
Trat. 1	10,7%	7,0%	3,7%
Trat. 2	14,3%	6,0%	8,3%
Trat. 3	10,0%	3,3%	6,7%

Tabela 10 – Resultado do Teste de Tetrazólio e suas respectivas constatações em relação ao percentual total de sementes não germinadas.

	Não Germinadas	Totalmente Inviáveis	Viáveis
Controle	15,0% a	64,4% a	35,6% a
Trat. 1	10,7% a	65,6% a	34,4% a
Trat. 2	14,3% a	41,9% b	58,1% b
Trat. 3	10,0% a	33,3% b	66,7% b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Dunnet a 1% de probabilidade.

Diante desses resultados, percebe-se que, apesar das porcentagens de sementes não germinadas terem ficado bem próximas, quando se analisa a porcentagem de sementes consideradas viáveis dentro da porcentagem de sementes não germinadas, constata-se que, se houvesse continuidade do experimento de germinação, os tratamentos 3 e 2 poderiam ter apresentado taxas consideravelmente maiores de germinação.

Ramos (2011) relata como o teste de tetrazólio é capaz de identificar viabilidade mesmo em sementes com mecanismo de dormência, e cita a possibilidade de restarem sementes viáveis após o término dos experimentos, pois podem se encontrar ainda em estado de dormência e não ter respondido dentro do prazo estabelecido para a germinação. Isso sugere que as sementes de *Genipa americana* L. que, após o teste de germinação e o teste de tetrazólio, ainda apresentavam características viáveis, poderiam vir a germinar se o experimento viesse a ser estendido por um tempo maior.

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

- A germinação das sementes de *Genipa americana* L., nas condições testadas, não é afetada pela técnica de ozonização.
- A porcentagem de germinação total foi de 83,75%, variando de 80% no tratamento 2 a 85,67% no tratamento 3.
- As sementes submetidas a 60 minutos de ozonização (tratamento 3) apresentaram uma porcentagem de germinação maior e melhores índices de IVG e TMG, quando comparado aos outros tratamentos; é provável que a ozonização tenha causado algum efeito sobre as sementes.
- Tendo em vista os resultados do teste de tetrazólio, recomenda-se aumentar o tempo de acompanhamento do experimento, a fim de se contabilizar as germinações tardias.
- Sugere-se a realização de um novo experimento, adotando tempos maiores de ozonização e com espaçamentos maiores, a fim de se confirmar a hipótese de que a ozonização não influencia na quebra da dormência da espécie e não proporciona uma redução no tempo requerido para que esses eventos aconteçam.
- Além disso, tal aumento nos tempos de tratamento pode aumentar a eficiência do ozônio no controle de microrganismos presentes nas sementes, diminuindo o percentual de sementes inviáveis.

- Sugere-se, ainda, a realização de um experimento que avalie as porcentagens de germinação das sementes de cada matriz, avaliando se o vigor e a germinação são afetados quando submetidas a um período de envelhecimento seguido de tratamento com ozônio.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBADE, L. C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith - Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, p. 233-240, 2014.

ALMEIDA, E.; ASSALIN, M. R.; ROSA, M. A. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 818-824, ago. 2004.

APASEM Revista; Tecnologias a favor da semente: Avanços na engenharia genética prometem revolucionar o setor sementeiro em poucos anos. Ponta Grossa/PR, volume I, p. 37, 2017.

AQUINO, F. D. G.; DE OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F.; PASSOS, F. B. Módulos para recuperação de Cerrado com espécies nativas de uso múltiplo. **Embrapa Cerrados. Documentos**, 2009.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

CAMPELO, S. R. **Avaliação das propriedades anatômicas, físicas, químicas e de colagem da madeira de *Genipa americana* L.**, 2015.

CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 619-631, dez. 2009.

CARVALHO, P. E. R. **Jenipapeiro**. Colombo: Embrapa, 2003. (Embrapa. Circular Técnica, 80). 14p.

CODEPLAN – Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central. Brasília. DF. **DISTRITO FEDERAL EM SÍNTESE - INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS E GEOGRÁFICAS** - 2012. Acesso em: 09/06/2019. Disponível em <

<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/S%C3%ADntese-de-Informa%C3%A7%C3%B5es-Socioecon%C3%B4micas-e-Geogr%C3%A1ficas-2012.pdf> >.

CORDEIRO, J. M. P.; FÉLIX, L. P. Conhecimento botânico medicinal sobre espécies vegetais nativas da caatinga e plantas espontâneas no agreste da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3 supl 1, p. 685-692, 2014.

DE MELO PEREIRA, A. M. Processo de ozonização: eficácia biológica, qualidade dos grãos e análise econômica. **Viçosa: UFV**, 2006.

DE MELO PEREIRA, A. M.; FARONI, L. R. D. A.; DA SILVA JÚNIOR, A. G.; DE SOUSA, A. H.; PAES, J. L. Viabilidade econômica do gás ozônio como fumigante em grãos de milho armazenados. **Revista Engenharia na Agricultura-REVENG**, v. 16, n. 2, 2008.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2014.

FERREIRA, J. C. B. Avaliação da qualidade fisiológica e ozonização de sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. 2016. ix, 73 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) — Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

FERREIRA DOS SANTOS, Allívia Rouse; SILVA-MANN, Renata; FERREIRA, Robério Anastácio. Restrição hídrica em sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Árvore**, v. 35, n. 2, 2011.

FONTES, R. V.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Centro-Oeste**. Brasília, DF: MMA, 2018. (Série Biodiversidade; 44).

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. **Embrapa Florestas-Documentos (INFOTECA-E)**, 2000.

FURLEY, P. A. **Notes on the soils and plant communities of Fazenda Água Limpa (Brasília, DF, Brasil)**. Edinburgh: University of Edinburgh Occasional Publications, 1985. 138p.

GARCIA, J. P. Avaliação da qualidade fisiológica e caracterização morfológica das sementes de duas espécies nativas do Cerrado. 2013.

GEOPORTAL – Seduh/DF. Infraestrutura de Dados Espaciais do Distrito Federal – IDE/DF, 2016. Acesso em 10/06/2019. Disponível em < <https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/mapa/> >.

GRABE, D. F. **Manual do teste de tetrazólio**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 85p.

GRAHAM, D. M. Use of ozone for food processing. **Food Technology**. Chicago, v. 51, n.6, p. 72-75, 1997.

GUSMÃO, G. A.; NETO, R. M. R.; YAMASHITA, O. M. Deriva simulada de glyphosate em plantas jovens de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 1, p. 13-19, 2011.

GUZEL-SEYDIMA, Z. B.; GREENEB, A. K.; SEYDIMA, A. C. Use of ozone in the foodindustry. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.** v. 37, p. 453–460, 2004.

HAMACEK, F. R.; MOREIRA, A. V. B.; MARTINO, H. S. D.; RIBEIRO, S. M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Valor nutricional, caracterização física e físico-química de jenipapo (*Genipa americana* L.) do cerrado de Minas Gerais. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 24, n. 1, p. 78, 2013.

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

HARIDASAN, M. **Solos do Distrito Federal**. In: NOVAES-PINTO, M. (Ed.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1990. p.309-330.

HILHORST, H. W. M. Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: BRADFORD, K. J.; NONOGAKI, H. (Eds.). **Seed Development, Dormancy and Germination**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. 367 p.

ISTA - International Rules for Seed Testing. **Seed Science and Technology**. 1993. 363p. (Supplement).

KELLS, S. A.; MASON, L. J.; MAIER, D. E.; WOLOSHUK, C. P. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, Spain, v. 37, n. 13, p. 371- 383, 2001.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 62. n. 9, p. 1071-1087, 1999.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA, J. B. **Vigor de sementes** v11 – nº3, p. 81-84, dezembro, 2001.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.

LABOURIAU, L. G. A germinação de sementes. Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LEAL, L.; BIONDI, D. Potencial ornamental de espécies nativas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 8, p. 1-16, 2006.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A INFLUÊNCIA DAS ÁREAS VERDES NA QUALIDADE DE VIDA URBANA. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 10, n. 18, p. 264 - 272, 25 jul. 2014.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras-vol. 01. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2009.

MACHADO, R. B., M. B.; RAMOS NETO, P.; PEREIRA, E.; CALDAS, D.; GONÇALVES, N.; SANTOS, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Conservation International do Brasil, Brasília. 2004.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MENDES DE OLIVEIRA, L.; DE OLIVEIRA SILVA, E.; ALCÂNTARA BRUNO, R. D. L.; URSULINO ALVES, E. Períodos e ambientes de secagem na qualidade de sementes de *Genipa americana* L. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, 2011.

MENDEZ, F.; MAIER, D. E.; MASON, L. J.; WOLOSHUK, C. P. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and performance. **Journal of Stored Products Research**, Spain, v. 39, n. 14, p. 33-44, 2003.

MINITAB Inc. (2010). "Chapter Name," Getting Started with Minitab 18, p. #-#. Disponível em: < www.minitab.com >.

MOORE, R. P. Interpretation of color differences in tetrazolium testing. **Seed Technologist News**, v.44, n.3, p.22-24, 1972.

MY GPS COORDINATES (2017). TappiApps. Disponível na AppleStore e na PlayStore.

NASCIMENTO, W. M.; DIAS, D. C. F. S.; SILVA, P. P. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. In: XI Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças. **Anais**. Porto Alegre/RS, 2011.

NETA, L. G. S.; MIRANDA, M. P. S. Processamento de frutas tropicais: Jenipapo. **Cadernos de Prospecção**, v. 6, n. 3, p. 498, 2014.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422p. 2ed.

OLIVEIRA, M. C.; PASSOS, F. B.; RIBEIRO, J. F.; AQUINO, F. G.; OLIVEIRA, F. F.; SOUSA, S. R. Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 1, 2015.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SHEPHERD, G. J.; MARTINS, F. R.; STUBBLEBINE, W. H. Environmental fator affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 5, p. 413-431, 1989.

PACHECO, P.; DA PAZ, J. G.; DA SILVA, C. O.; PASCOAL, G. B. Composição centesimal, compostos bioativos e parâmetros físico-químicos do jenipapo (*Genipa*

americana L.) *in natura*. **Demetra: alimentação, nutrição & saúde**, v. 9, n. 4, p. 1041-1054, 2014.

PEZZI, E. O uso do ozônio como sanitizante em pós-colheita de produtos agrícolas. 2010.

PIVELLO, V. R. Invasões biológicas no cerrado brasileiro: efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade. **Ecologia. info**, v. 33, 2011.

RAMOS, K. M. O. Avaliação da qualidade das sementes de *Kielmeyera coriacea* Mart. através da técnica de condutividade elétrica, teste de tetrazólio e de germinação. 2011.

REIS, M. I. C. C. D. Avaliação da qualidade fisiológica em sementes de milho tratadas com ozônio. 2016.

REZENDE, V, A. Diversidade, Estrutura, Dinâmica E Prognose do Crescimento de um Cerrado *Sensu Stricto* Submetido a Diferentes Distúrbios por Desmatamento. Curitiba, 2002. Pag 21.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 2008. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: Sano, S.; Ribeiro, J. P. & Almeida, S.P. (eds.). Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Cerrados, Planaltina. Pp. 151-199.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Métodos estatísticos aplicados à melhoria da qualidade**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 385 p.

RODRIGUES, V. O. Ozonização de sementes de girassol. 2014.

ROZADO, A. F. **Ozônio como fumigante na proteção de milho armazenado**. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005. 46f. Dissertação.

SAMPAIO, J. C.; PINTO, J. R. R. Critérios para Avaliação do Desenvolvimento de Espécies Nativas Lenhosas em Plantios de Restauração no Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 2007.

SANTOS, A. F.; PARISI, J. J. D.; MENTEN, J. O. M. (Ed.). **Patologia de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 236 p.

SILVA, L. A.; RESENDE, O.; VIRGOLINO, Z. Z.; BESSA, J. F. V.; MORAIS, W. A.; VIDAL, V. M. Cinética de secagem e difusividade efetiva em folhas de Jenipapo (Genipa americana). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 953-963, 2015.

SILVA JÚNIOR, M. C. **100 árvores urbanas de Brasília: guia de campo**. Rede de Sementes do Cerrado, 2010.

VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. Métodos de quebra de dormência de sementes. Informativo sementes IPEF – novembro de 1997. Acesso em 10/06/2019. Disponível em < <https://www.ipef.br/tecsementes/dormencia.asp> >.

VIEIRA, I.G., FERNADES G. D., NASSIF, S. M. L. Métodos de quebra de dormencia de sementes. Informativo sementes IPEF – abril de 1998. Acesso em 09/06/2019. Disponível em < <https://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp> >.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S.; SILVA D. B.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

VIEIRA NETO, R. D. Fruteiras potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas. **Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros/Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe**, 2002.

9. Anexos

9.1. ANEXO A – GRÁFICO DE ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DE GERMINAÇÃO

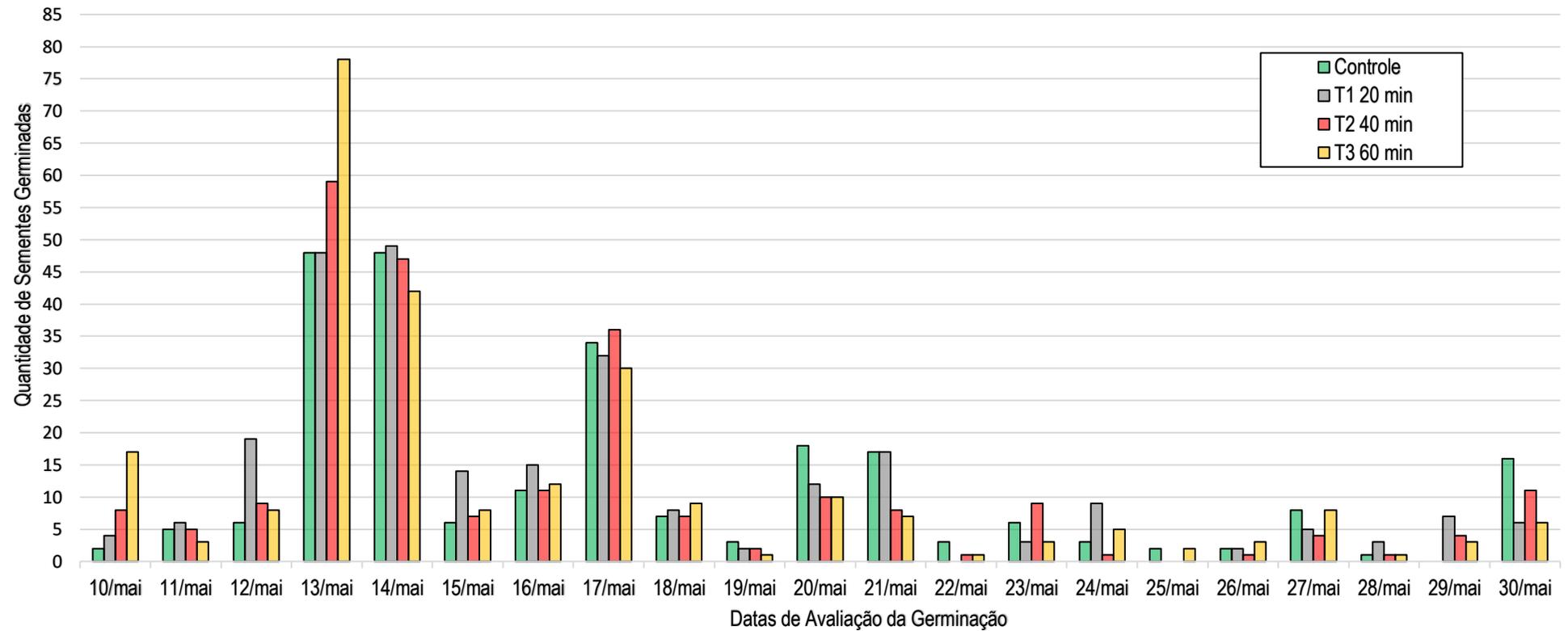


Gráfico – Resultado por tratamento dos valores de sementes germinadas de *Genipa americana* L submetidas ao teste de germinação, a partir do primeiro dia que se constatou a primeira germinação até o último dia do experimento.

9.2. ANEXO B – DESCRIÇÃO DA COLORAÇÃO DAS ESTRUTURAS DAS SEMENTES APÓS TRATAMENTO COM TETRAZÓLIO.

Trat.	Repet.	Categoria	
Contr.	1	* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;	
		* Região dos cotilédones com coloração vermelho-intensa ou descolorida, afetando o eixo embrionário;	
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	2	* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;	
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	3	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;	
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
		* Semente com ausência de embrião;	
		* Mais de 50% dos cotilédones descoloridos ou com coloração vermelho-intensa;	
		* Mais de 50% dos cotilédones descoloridos ou com coloração vermelho-intensa. Presença de fungos em seu interior;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;		
	4	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;	
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
		* Regiões descoloridas, afetando o cilindro central;	
	5	* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;	
	6	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Presença de fungos em seu interior;	
		* Região dos cotilédones com coloração vermelho-intensa ou descolorida, afetando o eixo embrionário;	
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
			* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;

Trat.	Repet.	Categoria
Contr.	6	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;
		* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;
		* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;
	7	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Presença de fungos em seu interior;
		* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;
		* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;
	8	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;
		* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;
* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;		
9	* Semente com ausência de embrião;	
	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;	
	* Cotilédones descoloridos ou não, afetando a região de ligação com o eixo embrionário;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
10	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;	
	* Cotilédones descoloridos ou não, afetando a região de ligação com o eixo embrionário;	
	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;	

Trat.	Repet.	Categoria
Trat.1	1	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;
	2	* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração; * Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração; * Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração; * Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos; * Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração; * Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos; * Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
	3	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Presença de fungos em seu interior; * Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos; * Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos; * Cotilédones descoloridos ou não, afetando a região de ligação com o eixo embrionário;
	4	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior; * Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos; * Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
	5	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos; * Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos; * Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos; * Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;
	6	* Menos de 50% dos tecidos com coloração vermelho-intensa. * Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme; * Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
	7	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos; * Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;

Trat.	Repet.	Categoria
Trat.1	8	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;
	9	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;
		* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;
Trat.2	1	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
	2	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
3	* Cotilédones descoloridos ou não, afetando a região de ligação com o eixo embrionário;	
4	* Cotilédones descoloridos ou não, afetando a região de ligação com o eixo embrionário;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
5	* Regiões descoloridas, afetando o cilindro central;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
6	* Regiões descoloridas, afetando o cilindro central;	

Trat.	Repet.	Categoria
Trat.2	6	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
	7	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos;		
* Regiões descoloridas, afetando o cilindro central;		
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;		
8	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;		
9	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;	
	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;	
* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior;		

Trat.	Repet.	Categoria
Trat.2	10	* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração; * Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;
Trat.3	1	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;
		* Regiões descoloridas, afetando o cilindro central;
		* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
	2	* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
		* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
3	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
4	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;	
5	* Regiões descoloridas, afetando o cilindro central;	
6	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
7	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	
	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;	

Trat.	Repet.	Categoria
Trat.3	8	* Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior; * Embrião completamente descolorido, com os tecidos flácidos. Fungos em seu interior; * Regiões descoloridas, afetando o cilindro central;
	9	* Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme; * Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme; * Sementes viáveis com embrião de coloração rosa e tecidos com aspecto normal e firme;
	10	* Embrião com coloração vermelho-intensa e tecidos flácidos, indicando processo de deterioração;

