



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**LOUIS HÉLVIO ROLIM DE BRITTO**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Ziziphus joazeiro* Mart.,  
*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., *Tamarindus indica* L. e *Spondias  
tuberosa* Arruda APÓS ENDOZOOCORIA**

**AREIA**

**2021**

**LOUIS HÉLVIO ROLIM DE BRITTO**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Ziziphus joazeiro* Mart.,  
*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., *Tamarindus indica* L. e *Spondias  
tuberosa* Arruda APÓS ENDOZOOCORIA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade  
Federal da Paraíba, em cumprimento as exigências para obtenção  
do título de **Doutor em Agronomia**.

*Sob Orientação da Professora*

Dr<sup>a</sup>. Edna Ursulino Alves

**AREIA**

**2021**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

B862q Britto, Louis Hélyvio Rolim de.

Qualidade fisiológica de sementes de Ziziphus joazeiro  
Mart., Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit., Tamarindus  
Indica L. e Spondias tuberosa Arruda após endozocoria  
/ Louis Hélyvio Rolim de Britto. – Areia: UFPB/CCA, 2021.  
80 f. : il.

Orientação: Edna Ursulino Alves Alves.  
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. zootecnia. 2. caatinga. 3. dispersão de sementes. 4.  
dormência. 5. zoocoria. I. Alves, Edna Ursulino Alves.  
II. Título.

UFPB / CCA-AREIA

CDU 631/635 (043.2)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

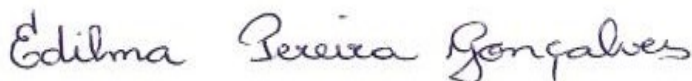
**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Ziziphus joazeiro* Mart.,  
*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., *Tamarindus indica* L. e *Spondias  
tuberosa* Arruda APÓS ENDOZOOCORIA**

**AUTOR: LOUIS HÉLVIO ROLIM DE BRITTO**


Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA  
(Agricultura Tropical) pela comissão examinadora:



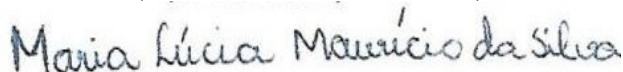
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edna Ursulino Alves  
(Orientadora - DFCA/CCA/UFPB)



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edilma Pereira Gonçalves  
(Examinadora - UFRPE/UAG)



Dr<sup>a</sup>. Silvelena Vanzolini Segato  
(Examinadora - Fei-Fafran)



Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Maurício da Silva  
(Examinadora)



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana Ursulino Alves  
(Examinadora - CPCE/UFPI)

Data da realização: 30/11/2020  
Presidente da Comissão Examinadora  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edna Ursulino Alves  
Orientadora

O Senhor é meu Pastor.

Nada me faltará.

(Salmo 23)

Ao Pai Eterno, que é o próprio Deus.

A Nossa Senhora da Glória, da qual sou devoto.

A minha esposa, Giane da Silva Correia, o grande amor da minha vida.

Ao meu filho amado, Louis Hélyvio Rolim de Britto Júnior.

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, na pessoa do Coordenador Professor Dr. Mailson Monteiro do Rêgo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela disponibilização do Programa de Doutorado Interinstitucional (DINTER).

Aos meus pais, Gilvan Bezerra de Britto e Auta Rolim de Britto.

A minha irmã, Denyse Rolim de Britto e meu irmão, Gilvan Bezerra de Brito Júnior (*In memória*).

Minha esposa Giane da Silva Correia, que é tudo para mim.

À Profa. Dra. Edna Ursulino Alves, pela orientação.

Ao prof. Dr. Ednaldo Barbosa Pereira Júnior, pela colaboração prestada e amizade.

Aos docentes e discentes do Doutorado Interinstitucional -DINTER, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCA) e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Sousa.

À Engenheira Agrônoma, Dra. Maria Lúcia Maurício da Silva.

Ao Laboratório de Análise de Sementes do CCA, UFPB, Campus II, Areia-PB, por ceder o espaço para a execução de parte do experimento desta Tese.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a execução deste trabalho.

BRITTO, Louis Hlvio Rolim de. **Qualidade fisiológica de sementes de *Ziziphus joazeiro* Mart., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., *Tamarindus indica* L. e *Spondias tuberosa* Arruda após endozoocoria**. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. 11/2020. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edna Ursulino Alves.

## RESUMO

Dentre os métodos de dispersão por animais destaca-se a endozoocoria, processo que ocorre mediante a ingestão dos frutos e a excreo dos endocarpos e/ou sementes pelas fezes dos animais. O experimento foi realizado nos anos de 2018 e 2019 e teve o objetivo de avaliar a viabilidade da superao de dormência em sementes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.], tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) após passagem pelo trato digestório dos ruminantes: ovinos (*Ovis aries*), caprinos (*Capra aegagrus hircus*) e bovinos (*Bos taurus*) e monogástricos: asininos (*Equus asinus*) e suínos (*Suis scrofa domesticus*), bem como identificar qual das espécies florestais estudadas possui maior viabilidade de germinao e qual animal é o dispersor mais efetivo após a ingestão e excreo dessas sementes. As sementes obtidas nas fezes foram analisadas quanto a sua qualidade fisiológica: teor de água de sementes, emergência e vigor (ndice de velocidade de emergência, comprimento e mteria seca de raiz primária e de parte aérea) de plântulas. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente ao acaso, sendo os dados submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A dormência das sementes de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa*  superada pela passagem no trato digestório dos ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos) e monogástricos (asininos e suínos). O percentual de emergência de plântulas oriundas de sementes de *Z. joazeiro* e *L. leucocephala* foi semelhante entre si e superior ao de *S. tuberosa* obtidas nas fezes dos animais comparando-se com sementes não tratadas e este foi superior ao de *T. indica*. Não foram constatadas superioridades quanto ao percentual de plântulas emergidas e ndice de velocidade de emergência entre os ruminantes e os monogástricos e todas as espécies animais são dispersores eficientes nas plantas estudadas.

**Palavras-chave:** caatinga; dispersão de sementes; dormência; zoocoria.



BRITTO, Louis Hlvio Rolim de. **Physiological quality of seeds of *Ziziphus joazeiro* Mart., *Leucaena leucocephala* (Lam.) From Wit., *Tamarindus indica* L. and *Spondias tuberosa* Arruda after endozoocoria.** Thesis (PhD in Agronomy), Federal University of Paraíba, Areia, PB. 11/2020. Advisor: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edna Ursulino Alves.

## ABSTRACT

Among the methods of dispersion by animals, endozoocoria stands out as a process that occurs through the ingestion of fruits and the excretion of endocarps and/or seeds by the animals' feces. The experiment was carried out in the years 2018 and 2019 and aimed to evaluate the viability of overcoming dormancy in juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.], tamarindo (*Tamarindus indica* L.) and umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) after transitory through the digestive tract of the ruminants: sheep (*Ovis aries*), goats (*Capra aegagrus hircus*), cattle (*Bos taurus*), and monogastric: donkeys (*Equus asinus*), pigs (*Suis scrofa domesticus*) and after that it was identified which of the studied forest species had the greater germination viability and which animal was the most effective disperser after ingestion and excretion of these seeds. The seeds obtained in the feces were analyzed for their physiological quality: water content, emergence and vigor (emergence speed index, length and dry matter of primary root and aerial part). The statistical design adopted was a fully randomized, the data was subjected to analysis of variance by the F test, and the means compared by the Tukey test, at 5% probability. It was concluded that the dormancy of the *Z. joazeiro*, *L. leucocephala*, *T. indica* and *S. tuberosa* seeds are overcome by the passage in the digestive tract of ruminants (cattle, sheep and goats) and monogastric (donkeys and pigs), it was found that the percentage emergence of seedlings, obtained in the feces of animals comparing with untreated seeds, which *Z. joazeiro*, and *L. leucocephala* were similar to each other, and superior to *S. tuberosa*, been this one superior to *T. indica*. No advantages were found regarding the percentage of emerged seedlings and emergence speed indexes between ruminants and monogastrics, and all animals showed to be an efficient disperser for the studied plants.

**Keywords:** caatinga; seed dispersal; dormancy; zoocoria.

## Lista de Figuras

- Figura 1. Oferta de frutos de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa*, como alimentação para ovinos (A), caprinos (B), asininos (C), suínos (D) e bovinos (E)..... 32
- Figura 2. Coleta (A) e triagem (B e C) de sementes/endocarpos de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa*, excretadas nas fezes de ruminantes e monogástricos..... 34

## Lista de Tabelas

Tabela 1.	Quantidade de frutos de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> , ofertada aos ruminantes e monogástricos.....	33
Tabela 2.	Tratamentos utilizados para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> , após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos.....	35
Tabela 3.	Sementes de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> , não recuperadas ou danificadas após a passagem pelo trato gastrointestinal de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.....	38
Tabela 4.	Análise de variância para o teor de água de sementes de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias Tuberosa</i> , após a passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos.....	39
Tabela 5.	Médias do teor de água de sementes de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamaridus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> após a passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019 .....	40
Tabela 6.	Dados meteorológicos de precipitação total (PT), temperatura média máxima (TMA), média mínima (TMM) e umidade relativa do ar (UR), do município de Areia, PB, nos meses de março a novembro de 2018 e 2019.....	40
Tabela 7.	Resumo da análise de variância para porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raiz primária (CRA) e parte aérea (CPA), matéria seca de raízes (MSR) e parte aérea (MSPA) de plântulas de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> , oriundas de sementes após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.....	42

Tabela 8.	Médias de porcentagem de emergência de plântulas de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> oriundas de sementes após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.....	43
Tabela 9.	Médias de índice de velocidade de emergência de plântulas de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> oriundas de sementes após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.....	46
Tabela 10.	Médias de comprimento de raiz primária de plântulas de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> oriundas de sementes após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.....	49
Tabela 11.	Médias de comprimento de parte aérea de plântulas de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> oriundas de sementes após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.....	51
Tabela 12.	Médias de massa seca de raízes de plântulas de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> oriundas de sementes após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.....	54
Tabela 13.	Médias de massa seca de parte aérea de plântulas de <i>Ziziphus joazeiro</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Tamarindus indica</i> e <i>Spondias tuberosa</i> oriundas de sementes após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.....	56

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1.	Caracterização do semiárido brasileiro e da Caatinga.....	15
2.2.	Caracterização das espécies avaliadas.....	17
2.2.1.	Juazeiro ( <i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.).....	17
2.2.2.	Leucena ( <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.).....	19
2.2.3.	Tamarindeiro ( <i>Tamarindus indica</i> L.) .....	20
2.2.4.	Umbuzeiro ( <i>Spondias tuberosa</i> Arruda) .....	22
2.3.	Dispersão de sementes.....	23
2.4.	Dispersão de sementes por animais.....	26
2.5.	Germinação de sementes após passagem pelo trato digestório de animais.....	28
<b>3.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
3.1.	Local de realização do estudo.....	31
3.2.	Colheita de frutos.....	31
3.3.	Oferta de frutos aos animais.....	31
3.4.	Coleta e triagem de sementes/endocarpo após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos.....	33
3.5.	Tratamentos utilizados.....	34
3.6.	Caracterização climática .....	35
3.7.	Variáveis Analisadas.....	36
3.7.1.	Teor de água de sementes.....	36
3.7.2.	Teste de emergência de plântulas.....	36
3.7.3.	Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas.....	36
3.7.4.	Comprimento de raiz primária e parte aérea de plântulas.....	37

3.7.5.	Massa seca de raízes e de parte aérea de plântulas.....	37
3.8.	Delineamento experimental e análise estatística.....	37
4.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	38
5.	<b>CONCLUSÕES.....</b>	58
6.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	58

## 1. INTRODUÇÃO

A Caatinga, vegetação predominante da região semiárida do Nordeste brasileiro é formada por plantas com mecanismos eficientes que garantem a sua permanência no ecossistema, em que seus estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo fornecem alimento para os animais, diversos produtos para o homem e mantêm o banco de sementes como reserva para a recomposição florística (RIBEIRO et al., 2017).

A ação antrópica tem contribuído com a degradação da Caatinga, por práticas que caracterizam o processo exploratório, como a retirada e queima da vegetação nativa, atividades agrícolas e pecuárias, as quais vêm sendo realizadas pelo uso de técnicas não sustentáveis, as quais têm provocado o desequilíbrio dos ecossistemas, afetando a diversidade da fauna, flora e a degradação dos solos (FERREIRA et al., 2014).

A dispersão de sementes, como quase todos os mecanismos da natureza, tem a sua importância para a biodiversidade das nossas florestas, por isso tem tido uma especial atenção no que diz respeito à dispersão à longa distância para melhor compreender a migração de algumas espécies de plantas (COUVREUR et al., 2005). Entretanto, para este processo de migração de sementes e possível restauração de habitats, é imprescindível que o animal tenha alimento, ou seja, vegetação para consumir. Deste modo, as plantas têm estratégias para que, ao serem consumidas pelos animais, as suas sementes sejam liberadas em áreas mais afastadas, favoráveis à sua germinação.

A dispersão de sementes por animais é uma atividade ecológica fundamental e comum nas regiões tropicais do mundo todo, cujo mecanismo ajuda a manter pastagens, bosques, florestas vivas e ricas em ambientes que, muitas vezes, sofreram degradação por uso indevido do solo e/ou manejo inadequado (DEMINICIS et al., 2009). Ainda segundo os referidos autores, os ruminantes domésticos (bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos) são, atualmente, os vetores de dispersão mais importantes para espécies de plantas em pastagens, especialmente com respeito a longas distâncias.

Entre os métodos de dispersão de sementes tem-se a endozoocoria, que ocorre após a ingestão dos frutos e passagem das mesmas pelo trato digestório do animal (HITTORF e CORTEZ, 2013). A sobrevivência das sementes ingeridas por ruminantes após a passagem pelo trato digestório, é imprevisível. Os danos causados pela ingestão, mastigação e ruminação são pouco conhecidos porque o movimento da mandíbula para incisão, trituração e mastigação dos alimentos, assim como das sementes regurgitadas ou ingeridas, é de difícil quantificação porque depende do indivíduo, de características nutricionais dos alimentos, da

estrutura do alimento ou semente, além de existir dificuldade em se obter o material para análise logo após a mastigação, sem considerar a ruminação (DEMINICIS et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo neste trabalho foi avaliar a viabilidade da superação de dormência em sementes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.], tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) após passagem pelo trato digestório dos ruminantes: ovinos (*Ovis aries*), caprinos (*Capra aegagrus hircus*) e bovinos (*Bos taurus*), e dos monogástricos: asininos (*Equus asinus*) e suínos (*Suis scrofa domesticus*), assim como identificar qual das espécies florestais estudadas possui maior viabilidade de germinação e qual animal é o dispersor mais efetivo após a ingestão e excreção dessas sementes.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Caracterização do semiárido brasileiro e da Caatinga

As regiões semiáridas são caracterizadas, de modo geral, pela aridez do clima, deficiência hídrica devido a imprevisibilidade das precipitações pluviométricas e presença de solos pobres em matéria orgânica, além disso, o prolongado período seco anual eleva a temperatura local, caracterizando a aridez sazonal (AB'SÁBER, 2003). No Brasil, o semiárido caracteriza-se por clima quente e seco, com duas estações bem definidas, a seca e a chuvosa, sendo que a maior parte das chuvas se concentra em três a quatro meses dentro do ano, acarretando um balanço hídrico negativo na maioria dos meses e elevado índice de aridez, observando-se ainda temperaturas médias em torno de 28 °C, sem significativas variações estacionais (ANDRADE et al., 2009).

A região semiárida brasileira ocupa uma área de aproximadamente 900.000 km<sup>2</sup>, correspondendo a cerca de 10% da área total do Brasil e está presente em todos os estados do Nordeste, exceto o Maranhão, além do norte do estado de Minas Gerais, com uma população superior a 51 milhões de habitantes, caracterizando-se pela existência de muito mais pessoas do que as atuais relações de produção podem suportar (IBGE, 2017).

A descrição histórica da Caatinga como um ambiente pobre em termos de biodiversidade, não foi aceita por Abílio e Ruffo (2010), que contestaram a visão preconceituosa disseminada sobre a mesma porque apesar de todas as limitações, a biodiversidade nativa desponta como uma das maiores potencialidades da região semiárida. Para Barbosa (2011) o não reconhecimento das potencialidades da Caatinga induziu a população local a valorizar menos seus ecossistemas, fazendo mal uso de seus recursos naturais, de forma que praticamente não há ações de conservação do patrimônio natural da região semiárida, sendo a Caatinga um dos Biomas que sofreu mais alterações pelas atividades humanas, desde os tempos da colonização.

A vegetação típica da Caatinga, por sua vez, faz parte de um outro bioma global denominado de Florestas e Arbustais Tropicais Sazonalmente Secos - FATSS (QUEIROZ et al., 2017). O FATSS compreende a vegetação tropical rica em plantas suculentas e pobre em gramíneas, não adaptada à ocorrência regular do fogo natural e que ocorre em regiões com solo fértil e precipitação bimodal ( $<1800 \text{ mm ano}^{-1}$ , com períodos de, no mínimo, cinco a seis meses recebendo menos que 100 mm (PENNINGTON; LAVIN e OLIVEIRA FILHO, 2009), enfatizando-se que a Caatinga é a maior e mais contínua área do bioma das FATSS no Novo Mundo (FERNANDES e QUEIROZ, 2018).

Durante todo o ano, a Caatinga dispõe de abundante intensidade luminosa no seu território, cujas médias de precipitação anual oscilam entre 300 mm, na região dos Cariris Velhos na Paraíba, até pouco mais de 1.000 mm, nas zonas limítrofes da Caatinga, cujas médias contrastam com as evapotranspirações potenciais, bem menos variáveis que as chuvas, situando-se, em geral, entre 1.500 e 2.000 mm anuais, e que, conjugadas, caracterizam as deficiências hídricas definidoras da semiaridez climática (GARIGLIO et al., 2010). Ainda segundo os autores, mesmo assim, a sua diversidade florística é alta para um ambiente com restrição forte ao crescimento, como a deficiência hídrica, de forma que predominam as caatingas arbustivas e relativamente abertas.

A Caatinga é a vegetação mais importante como fonte de alimentação para os rebanhos desta região, uma vez que os animais manejados em pastagens naturais contam com as plantas nativas como sua principal fonte de nutrientes. Desse modo, a produção animal é altamente prejudicada devido à oscilação da oferta de forragem em consequência da intempestividade das chuvas, com áreas em processo avançado de desertificação (FRANCISCO et al., 2015).

Apesar de vastas áreas da Caatinga permanecerem inexploradas ou pouco coletadas (PENNINGTON; LAVIN e OLIVEIRA FILHO, 2009; MORO et al., 2014), o conhecimento atual possibilita afirmar que ocorrem no mínimo 3.150 espécies, distribuídas em 950 gêneros e 152 famílias de angiospermas (QUEIROZ et al., 2017). Ainda segundo os autores, a Caatinga é relativamente rica em número de espécies, particularmente nas formações mais abertas, a exemplo das formações popularmente conhecidas como Seridó no Rio Grande do Norte e Paraíba, cujas famílias mais diversas são Leguminosae e Euphorbiaceae, mas também há outra forma de vida importante, que são as suculentas com fotossíntese MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), sendo as principais famílias de suculentas Cactaceae e Bromeliaceae.

Atualmente, a agropecuária representa a base da economia regional e, devido a essa condição, de acordo com MMA (2016), a Caatinga enfrenta problemas decorrentes de superpastoreio de ovinos, caprinos e bovinos; desmatamento e queimadas, exploração madeireira e diminuição da vegetação lenhosa, especialmente para produção de lenha e carvão; erosão e perda de fertilidade do solo; desertificação; salinização do solo em perímetros irrigados; assoreamento; declínio da qualidade das fontes hídricas e perda de biodiversidade.

O desmatamento acelerado tem sérias implicações para a conservação da biodiversidade, decorrente não apenas da perda direta de habitats, mas também da

fragmentação, tendo em vista que, em muitas regiões, os remanescentes de vegetação são muito pequenos e isolados e têm poucas chances de perpetuação em longo prazo. O MMA (2016) destaca que, ao contrário do Cerrado, com uma frente de desmatamento decorrente da expansão da fronteira de ocupação, na Caatinga, o desmatamento é pulverizado. Além disso, boa parte dos remanescentes de cobertura vegetal encontra-se antropizado, em maior ou menor grau, devido à pressão para produção de lenha e carvão vegetal e expansão de pastagens (PAREYN, 2010).

A vegetação em estágio secundário de sucessão domina a maioria dos remanescentes, porém parte em processo de desertificação, de forma que devido à interferência das atividades humanas, algumas espécies lenhosas pioneiras aparecem com mais frequência, a exemplo da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poir.), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell Arg.), catingueira (*Caesalpineia bracteosa* Tul.), mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.) e mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) (PEREIRA FILHO e BAKKE, 2010).

Durante a estação chuvosa a produção de fitomátéria do estrato herbáceo excede a capacidade de consumo dos rebanhos, em contrapartida durante o período seco os animais necessitam de alternativas para suprir as necessidades alimentares. Essa periodicidade na oferta de alimento exige que, para evitar perdas produtivas, sejam introduzidas alternativas que favoreçam a presença de plantas de valor forrageiro (como raleamento, rebaixamento, enriquecimento), taxa de lotação animal, conservação de forragem ou uso adequado da vegetação naturalmente disponível considerando as variações da oferta e qualidade da forragem com a finalidade de evitar perdas produtivas. Plantas da família Rhamnaceae, por exemplo, podem ser encontradas na região de caatinga, servindo de importante fonte de alimentos para ruminantes, uma vez que além de se adaptarem ao clima do semiárido nordestino, fornecendo sombra e conforto térmico, também podem servir como fonte de alimentação quando estão ao alcance dos animais (FLEMING; WUNDERLE e EWERT, 2016).

## **2.2. Caracterização das espécies avaliadas**

### **2.2.1. Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.)**

O *Ziziphus joazeiro* Mart., pertencente à família Rhamnaceae, conhecido popularmente como juazeiro, joazeiro, joá, juá, juá-espinho, juá-fruta e laranjeira-de-vaqueiro (LORENZI, 2016) é uma espécie endêmica da Caatinga, com ocorrência em todos os estados da região Nordeste (BFG, 2015) e norte de Minas Gerais (MATOS, 2000). No entanto é,

frequentemente, encontrada na Mata Atlântica, em Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais, e embora seja uma espécie perenifólia e pioneira, ocorre de forma isolada dentro e fora das matas xerófilas (CARVALHO, 2007). O sistema radicular profundo possibilita a obtenção de água do subsolo, fazendo com que a planta se mantenha verde, mesmo em períodos de secas prolongadas (DANTAS et al., 2014), tornando-a uma importante fonte de alimentação para os animais no período de ausência de precipitação pluviométrica.

A espécie *Z. joazeiro* tem grande importância econômica, ecológica e medicinal na região semiárida (MENEZES, 2016), cuja madeira é utilizada na construção rural, na confecção de mourões, marcenaria e produção de lenha e carvão; a árvore que possui copa frondosa pode atingir até 16 m de altura, proporcionando uma excelente sombra para a população urbana quando empregada na arborização de ruas e jardins (CARVALHO, 2007; LORENZI, 2016), e também para bovinos, ovinos e caprinos, quando presente em áreas de pastagem. As cinzas provenientes das queimadas são utilizadas como complemento na fabricação de sabão caseiro e industrial (ROCHA, 2012; DUARTE, 2015).

Entre as 100 plantas com maior diversidade de usos medicinais do Brasil (MEDEIROS; LADIO e ALBUQUERQUE, 2013) está *Z. joazeiro*, a qual é utilizada contra problemas dermatológicos, do sistema respiratório e sistema digestório (ALBUQUERQUE, 2006; ALBUQUERQUE et al., 2007; AGRA; FREITAS e BARBOSA FILHO, 2007). O caule e as folhas têm potencial como mediadores de saponinas, sendo utilizados na fabricação de cosméticos, xampus anticaspas, creme dental e tônico capilar (MATOS, 2000; CRUZ et al., 2007).

As flores são uma importante fonte de recurso alimentar para abelhas indígenas sem ferrão da tribo *Meliponini*, as quais são utilizadas na meliponicultura, como uma fonte alternativa de renda para agricultores familiares de algumas áreas de caatinga (NADIA; MACHADO e LOPES, 2007a), enquanto os frutos são muito ricos em vitamina C e consumidos *in natura* pelo sertanejo nordestino (LORENZI, 2016).

A ração produzida a partir do *Z. joazeiro* tem alto teor de proteína bruta e baixo teor de tanino, de forma que os rebanhos domésticos, particularmente caprinos e ovinos, consomem as folhas e frutos na planta ou quando caem, o que a classifica como uma espécie forrageira alternativa, principalmente, para a época mais seca do semiárido brasileiro (MATOS, 2000). A espécie é também utilizada em programas de recuperação de áreas degradadas (ROCHA, 2012; DUARTE, 2015), entretanto, a predação por animais dificulta sua regeneração natural, uma vez que plântulas e plantas jovens são consumidas (CARVALHO, 2007).

Anualmente, uma grande quantidade de sementes viáveis é produzida e largamente disseminada pela fauna nativa (COSTA e DURIGAN, 2010), que após a digestão expelem o endocarpo contendo uma ou mais sementes. A germinação das sementes é do tipo epígia fanerocotiledonar (MONIZ, 2002) e devido à presença de um endocarpo extremamente duro e resistente, a taxa de emergência de plântulas é muito baixa, ocorrendo geralmente entre 70 a 100 dias (LORENZI, 2016).

### **2.2.2. Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.)**

*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., pertencente à família Fabaceae, conhecida popularmente como leucena é originária da América Central (ALVES et al., 2014), mas possui distribuição pantropical (FONSECA e JACOBI, 2011). No Brasil, a espécie foi introduzida visando à produção de madeira e forragem (ALVES et al., 2014), no entanto, atualmente é encontrada em todos os domínios fitogeográficos (MORIM e LIMA, 2015), com menor incidência na Caatinga, onde ocupa sítios naturais degradados, especialmente ambientes ciliares, pastagens, áreas agrícolas e ambientes ruderais (ALVES et al., 2014; CRIA, 2020).

A espécie tem mais de 100 variedades, divididas basicamente em três grupos de emprego bastante diversificado, tais como o tipo havaiano, de plantas arbustivas menores, o tipo peruano, de porte médio, apropriado para alimentação animal e que é o mais encontrado no Brasil e o tipo salvadorenho, com plantas de maior porte e de crescimento rápido, adequadas para o reflorestamento e à produção de lenha, carvão, celulose e enriquecimento do solo (MELO-SILVA et al., 2014).

Na região semiárida, *L. leucocephala* é amplamente utilizada como planta forrageira para alimentação de ruminantes, principalmente caprinos e ovinos, devido ao seu rápido crescimento e alto teor de nutrientes minerais e de proteína nas folhas; para produção de madeira, carvão vegetal, enriquecimento do solo, recuperação de áreas degradadas e em sistemas agroflorestais (CÂMARA et al., 2015; CRAWFORD et al., 2015; PEREYRA et al., 2015). Embora não seja uma espécie nativa, tem sido recomendada para a recuperação de áreas degradadas devido à sua alta capacidade de adaptação a diferentes tipos de solo e tolerância às variações climáticas. Além disso, segundo Felix et al. (2018), a espécie possui boa capacidade de desenvolver uma cobertura vegetal, mesmo nas épocas mais secas do ano, o que contribui para o aumento da proteção do solo contra a erosão hídrica e eólica.

A espécie tem curto período pré-produtivo (COSTA e DURIGAN, 2010) e florescimento o ano todo com alta produção de sementes, cerca de  $23,6 \pm 4,2$  sementes por

fruto (ALVES et al., 2014); entretanto, a dispersão destas, é preferencialmente autocórica (COSTA e DURIGAN, 2010), não alcançando mais que 15 m de distância da planta matriz (DALMOLIN; MALAVASI e MALAVASI, 2011), restringindo, portanto, a capacidade de distribuição natural da espécie (CASTRO, 2017). Essas sementes possuem dormência tegumentar (MARIANO et al., 2016), que aliada às características fisiológicas podem favorecer a sua conservação por períodos prolongados.

Em diversos sistemas agrícolas no semiárido nordestino, *L. leucocephala* é utilizada e tem capacidade de simbiose, tanto com bactérias fixadoras de nitrogênio e nodulífera, quanto com fungos micorrízicos, que possui um papel importante no desenvolvimento e crescimento das culturas, pelo fato de aumentar a área de absorção dos nutrientes pela mesma, principalmente, daqueles mais difíceis de serem disponibilizados como, por exemplo, o fósforo (DRUMOND e RIBASKI, 2010).

As plantas exóticas invasoras são consideradas a segunda maior causa de extinção de espécies no planeta, afetando diretamente a biodiversidade porque são organismos que, uma vez introduzidas, geralmente por ação antrópica, se estabelecem e passam a avançar sobre ambientes naturais, competem com as espécies nativas e proporcionam alterações nos processos ecológicos naturais, tendendo a se tornarem dominantes e podendo causar impactos ambientais e socioeconômicos. (DA CUNHA et al., 2014). Porém, Martorano e Duringam (2010) concluíram em seus estudos que *L. leucocephala* não está se comportando como espécie invasora, uma vez que não está se expandindo sobre ecossistemas naturais e nem mesmo ocupando novas áreas além daquelas de cultivo.

### 2.2.3. Tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.)

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) é uma árvore frutífera, pertencente à família Fabaceae, subfamília Ceasalpinoideae, originário da África e encontrado na Ásia, América do Sul e muitas regiões tropicais (CRUZ et al., 2013). No Brasil, a espécie ocorre nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, estando bem adaptada e de forma subespontânea nos Biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (FLORA DO BRASIL, 2019a).

*T. indica* é uma espécie alógama que possui grande variação nas suas características morfológicas, principalmente em relação às diferenças de coloração, forma e tamanho das flores, frutos e sementes, da qualidade da madeira e da polpa comercial, que varia do doce ao ácido, além da idade para primeira frutificação. Seu fruto é protegido por uma vagem alongada e indeiscente, cuja casca é de cor marrom e quebradiça, encontrando-se no seu

interior uma polpa de cor escura ou parda, cujo sabor agridoce estimula as glândulas salivares, e a quantidade de sementes varia de vagem para vagem, podendo aparecer de uma a dez unidades (FERREIRA, 2014a).

A espécie é considerada multifuncional, uma vez que quase todas as suas partes (polpa dos frutos, sementes, flores, folhas, madeira, casca) podem ser utilizadas com alguma finalidade, seja, para a indústria farmacêutica, cosmética, têxtil e, principalmente, alimentícia (BOUROU et al., 2010; PEREIRA et al., 2007). A planta de tamarindeiro pode ser utilizada como forragem para animais domésticos. Para proteção do solo contra erosões, evapotranspiração excessiva e radiação solar direta, e como cultura de subsistência (AJIBOYE; AGBOOLA e ATAYESE, 2010; AJIBOYE e AGBOOLA, 2011). Possui grande potencial para uso em projetos paisagísticos, urbanização, arborização e ornamentação (PEREIRA et al., 2007). A polpa é utilizada na fabricação de doces, sorvetes, licores, sucos concentrados, geleias, condimentos e molhos (GARCÍA et al., 2012).

Na medicina tradicional, as cascas do tamarindeiro são utilizadas como digestivo terapêutico, em loções ou cataplasmas para aliviar feridas, úlceras, furúnculos e erupções cutâneas e cicatrização de feridas, contra dores abdominais, diarreia, disenteria, infestação parasitária, febre, malária e problemas respiratórios, além de ser comumente usado em países tropicais por causa de suas propriedades laxantes e afrodisíacas (KURU, 2014).

A casca do tamarindeiro em pó, ainda pode ser utilizada como combustível e material de biomatéria na fabricação de briquetes (bloco denso e compacto de materiais energéticos) com eficiência de combustão de até 99% (RAO; KUMAR e RAMANA, 2015).

Avaliando a emergência de plântulas provenientes de sementes despulpadas e armazenadas por um ano em condições de ambiente de laboratório, Segato; Munduruca e Souza (2017) verificaram que a escarificação mecânica mais imersão em água por 24 horas é o melhor tratamento pré-germinativo para sementes de *T. indica*, em comparação com a imersão em acetona a 100% por trinta minutos e imersão em ácido sulfúrico concentrado por quinze minutos.

O tamarindeiro é propagado por sementes e vegetativamente, com predominância da via sexuada, entretanto suas sementes, as quais estão envolvidas por uma polpa comestível parda e ácida, tem problemas de dormência, provavelmente, por impermeabilidade do tegumento à água, que é a causa mais comum de dormência nas sementes de espécies leguminosas (FERREIRA, 2014a; RAMOS et al., 2016). O aumento na porcentagem de germinação dessas sementes pode ser promovido com tratamentos para superação da dormência, como embebição em água por 24 h; escarificação do tegumento da semente; e

escarificação + embebição em água por 24 h (PEREIRA et al., 2007). No entanto, de acordo com Cruz et al. (2013), ainda há uma carência de estudos científicos sobre a superação da dormência dessas sementes.

#### 2.2.4. Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda)

O gênero *Spondias* L. reúne espécies nacionalmente conhecidas como a cajazeira (*Spondias mombin* L.), a sirigueleira (*Spondia purpurea* L.), a umbucajazeira (*Spondias* sp.) e a cajaraneira (*Spondias cytherea* Sonner) (VIEIRA, 2013). A espécie *Spondias tuberosa* Arruda, pertencente à família Anacardiaceae, é popularmente conhecida como umbuzeiro, umbu, imbu, ombuzeiro, ambu, imbuzeiro, giqui ou taperebá (LORENZI, 2016). Endêmica do Brasil, esta espécie tem ocorrência confirmada nas regiões Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo), particularmente nos Biomas Caatinga e Cerrado, nas formações florestais tipo Caatinga e Carrasco (FLORA DO BRASIL, 2019b).

Caracterizada como uma planta xerófita e decídua, *S. tuberosa* é uma fonte de renda para os agricultores do semiárido brasileiro com grande potencial econômico e ambiental na agricultura e no setor florestal (OLIVEIRA e RIBEIRO, 2013; CRUZ; ANDRADE e FEITOSA, 2016). A planta medindo de 4-7 m de altura, com copa bastante ramificada, proporciona uma excelente sombra para o sertanejo, e graças ao seu sistema radicular dotado de órgãos de reserva de água, denominados “túberas aquíferas”, é altamente resistente a períodos prolongados de estiagem (LORENZI, 2016).

Na medicina popular, os ramos e as cascas são utilizados como digestivos, cicatrizantes e para tratamento de anemia (CASTELLANI, 2004). A sua madeira é empregada para obras internas, caixotaria e pasta para papel; os frutos (umbus), produto de maior valor agregado, são muito apreciados pela população nordestina, que os consomem *in natura*, misturados com leite ou processados em forma de polpa, doce, sucos, geleias, picolés e sorvetes (OLIVEIRA et al., 2018), além de serem utilizados para suplementação alimentar de caprinos e ovinos. Os xilopódios, ricos em cálcio, fósforo, magnésio, potássio e água, também são empregados na alimentação e dessedentação dos animais na seca e na produção de doces caseiros (LORENZI, 2016).

A área que compreende a vegetação natural do umbuzeiro é limitada pela Mata Atlântica, pelo Cerrado e pela região pré-amazônica, principalmente nas áreas com temperaturas entre 13 a 38 °C, umidade relativa entre 30 e 80%, pluviosidade anual de 400 a 800 mm e 2.000 a 3.000 horas de insolação (SANTOS et al., 2010).



A propagação de *S. tuberosa* pode ocorrer por via vegetativa, na forma de enxertia, estaquia e micropropagação, e por sementes, a qual é muito importante para o aumento da variabilidade da espécie, cuja dispersão é zoocórica: veados (*Mazama gouazoubira*); caitutus ou porco do mato (*Pecari tajacu*); caprinos (*Capra aegagrus hircus*) e ovinos (*Ovis aries*) são seus principais dispersores (MERTENS et al., 2016; MACHADO; BARROS e SAMPAIO, 1997; OLIVEIRA et al., 2018a).

A semente de umbuzeiro está envolvida por endocarpo rígido, lenhoso e lignificado, assim sua dormência tegumentar dificulta a propagação do umbuzeiro em larga escala, uma vez que, propicia uma emergência lenta e desuniforme, dificultando a obtenção de mudas de boa qualidade (LOPES et al., 2009). No entanto, a dureza de seus endocarpos contribui para a distribuição temporal da germinação, reduzindo os riscos da emergência simultânea e permite manter a sobrevivência durante a passagem pelo trato digestório dos animais (COSTA et al., 2015). Em ambiente natural, a germinação ocorre quando as sementes passam pelo sistema digestivo de ruminantes (OLIVEIRA et al., 2018a),

Essa espécie é considerada como importante fonte de alimento para os ovinos, caprinos, bovinos e animais silvestres (RESENDE; CAVALCANTI e DRUMOND, 2004), além disso, seus frutos representam um complemento de renda para a população local porque são usados como alimento para os seres humanos e animais (LINS NETO, 2008), tendo importância em contextos sociais, econômicos, culturais e ecológicos.

O fruto do umbuzeiro é rico em vitamina C, possui excelente sabor e aroma, boa aparência e qualidade nutritiva, com média de 68% de rendimento em polpa, pode ser consumido *in natura* ou preparado na forma de sucos e refrescos, doces em calda e em corte, geleias e sorvetes. A exploração do umbu é feita de forma extrativista, constituindo uma importante fonte de renda complementar e de mão de obra familiar para as comunidades locais, em virtude da demanda crescente por frutos tropicais, aliado a um número cada vez maior de pequenas indústrias de processamento de frutas para a produção de polpa (VIDIGAL et al., 2011). Dessa planta há benefícios para o ecossistema e a população local, uma vez que serve de alimento para polinizadores e dispersores (NADIA; MACHADO e LOPES, 2007b).

### 2.3. Dispersão de Sementes

A dispersão de sementes corresponde ao movimento ou transporte destas até um local adequado a sua germinação, de forma a favorecer o aumento na sua probabilidade de sobrevivência (SCHUPP; JORDANO e GÓMEZ, 2010). No processo podem estar envolvidos diferentes tipos de agentes dispersores, dentre eles o vento (anemocoria) e os animais

(zoocoria), os quais têm maior possibilidade de dispersar longas distâncias (PIRES et al., 2018; MUÑOZ-GALLEGO; TRAVESET e FEDRIANI, 2019).

No ciclo reprodutivo e nas comunidades de plantas, a dispersão de sementes é considerada um aspecto-chave (MANCILLA-LEYTÓN; FERNÁNDEZ-ALÉS e MARTÍN VICENTE, 2012), além do relevante papel na conservação e ecologia de restauração (ROSSATTO e KOLB, 2010). Assim, entre as hipóteses que demonstram as vantagens do processo de dispersão e o seu benefício às plantas estão: 1) escape da mortalidade denso-dependente nas proximidades da planta-mãe; 2) aumento na probabilidade de colonização de novos habitats e; 3) dispersão para habitats não aleatórios, onde se observa condições mais seguras para o desenvolvimento das plantas (HOWE e SMALLWOOD, 1982).

Independentemente da forma de ocorrência, a dispersão de sementes é complexa e envolve relações específicas entre plantas e diferentes agentes dispersores, sendo os mecanismos de dispersão das sementes os meios pelos quais a espécie vegetal tenta promover essa conquista por novas áreas (DEMINICIS et al., 2009). A dispersão de sementes pelos animais, seja por consumo de frutos ou simplesmente pelo transporte quando estas ficam aderidas ao corpo dos mesmos, favorece a redução na competição intraespecífica com a planta matriz e/ou no ataque por patógenos ou predadores devido à densidade (SCHUPP; JORDANO e GÓMEZ, 2010; THOMSON et al., 2011). Ainda segundo esses autores, dependendo do tempo de permanência da semente no animal e a distância que este percorre irá auxiliar na colonização de novos habitats e no aumento do fluxo gênico.

As plantas frutíferas e os vertebrados mantêm relações mutualísticas, nas quais as plantas fornecem o alimento (a polpa dos frutos ou endosperma das sementes) para as espécies de frugívoros que dispersam suas sementes para locais onde a germinação e colonização possam ocorrer (GUIX, 2006).

Dentro da zoocoria, o processo de dispersão que envolve o consumo das sementes é conhecido como endozoocoria e se caracteriza pelo transporte de sementes no sistema digestório dos animais e posterior dispersão através das fezes e geralmente representa a maioria dos casos de zoocoria porque nessa relação há um benefício tanto para os animais, que encontram nos frutos nutrientes necessários a sua dieta, quanto para as plantas, que garantem a dispersão de seus propágulos a certas distâncias da planta mãe, indicando um mutualismo dispersivo (ALMEIDA-CORTEZ, 2004; LAZURE e ALMEIDA-CORTEZ, 2006). As características da germinação das sementes são frequentemente, modificadas após serem ingeridas por animais frugívoros, uma vez que fatores intrínsecos à planta e/ou ao

sistema digestório desses animais são responsáveis pela variação na resposta germinativa das sementes (TRAVERSE; RIERA e MAS, 2001).

A passagem de sementes pelo trato digestório de animais vertebrados pode afetar a aptidão das plantas, sendo importante na determinação do comportamento germinativo, na sobrevivência e ocorrência das espécies, as quais podem ser dispersas em locais favoráveis para o seu estabelecimento (SAMUELS e LEVEY, 2005). Dessa forma, o conhecimento dos aspectos ecofisiológicos empregados no processo germinativo das sementes dessas espécies após a sua passagem pelo trato digestório dos dispersores pode auxiliar na compreensão da dinâmica de estabelecimento destas e a importância de espécies frugívoras na manutenção ecológica de ecossistemas áridos e semiáridos, como a Caatinga (NASCIMENTO et al., 2015).

A ação de frugívoros pode liberar as sementes dos frutos, remover predadores invertebrados que se encontrem na superfície da semente e promover a quebra de sua dormência através da passagem pelo trato digestório, facilitando, assim, o processo de germinação das sementes e sobrevivência de plântulas (HOWE e SMALLWOOD, 1982; RIBEIRO, 2004). O aparecimento de sementes nas fezes de caprinos e outros herbívoros domésticos têm sido relatados em estudos no mediterrâneo (MANCILLA-LEYTÓN; FERNÁNDEZ-ALÉS e VICENTE, 2011; MUÑOZ-GALLEGO; TRAVERSE e FEDRIANI, 2019). Entretanto, o papel de ungulados como predadores de sementes também tem sido documentado (LECOMTE et al., 2016; DELIBES; CASTAÑEDA e FEDRIANI, 2017).

Após a realização do processo de dispersão das sementes, a etapa seguinte é incerta porque depende da espécie, uma vez que algumas sementes podem germinar quando chegam ao solo, outras podem sofrer danos físico e/ou ataque de patógenos que impeçam seu desenvolvimento e ainda há aquelas que permanecem no solo em estágio de latência formando o banco de sementes, o qual é uma potencial fonte de diversidade genética e de diversidade para as comunidades vegetais (FREITAS e PIVELLO, 2005).

Em uma revisão sobre a fenologia de espécies lenhosas da Caatinga foi observado que 47% tiveram os diásporos dispersados por autocoria, 32% por zoocoria e 21% por anemocoria (BARBOSA; BARBOSA e LIMA, 2006). Na pesquisa de Leal; Wirth e Tabareli (2007) verificou-se que a família Euphorbiaceae é a que possui o maior número de espécies cujas sementes são manipuladas por formigas, em que *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. atraiu 13 espécies de formigas, as quais deslocaram as sementes a cerca de 5,38 cm de distância, enquanto *J. mutabilis* (Pohl) Baill. e *J. ribifolia* (Pohl) Baill. atraiu cinco espécies cada uma,

sendo que as sementes de *J. ribifolia* foram dispersas à cerca de 4,87 m, distâncias estas, muito maiores do que às observadas para a autocoria balística.

#### **2.4. Dispersão de sementes por animais**

A extinção de animais dispersores de sementes, devido ao processo de fragmentação florestal, pode afetar negativamente as plantas zoocóricas, isto se torna mais grave em florestas neotropicais, onde aproximadamente 90% das espécies dependem dos vertebrados frugívoros para dispersar suas sementes (HERRERA, 2002). Esta dependência das plantas está relacionada, em alguns casos, ao aumento da sobrevivência das sementes e estabelecimento das plantas jovens a certa distância da planta mãe, uma vez que nas redondezas da mesma há uma intensa predação por insetos e mamíferos, além de se verificar uma alta competição pelos recursos com a própria planta mãe (FONSECA e ANTUNES, 2007).

Os animais são importantes no processo de dispersão de sementes, comprovada pelos dados da literatura, os quais apontam que existem inúmeras espécies de plantas, nas quais a dispersão é realizada por uma variedade de espécies animais, dentre eles vermes, roedores, pássaros e grandes mamíferos herbívoros. As aves e os mamíferos são os principais agentes de dispersão das sementes, devido à disseminação de uma variedade de sementes em suas excretas, de forma que os animais herbívoros podem alterar a heterogeneidade da pastagem por meio da dispersão de sementes durante o pastejo (SIMÃO NETO; JONES e RATCLIFF, 1987).

Em relação à zoocoria, é necessário considerar o importante papel da passagem das sementes pelo trato digestório dos animais, a qual é denominada endozoocoria (DELIBES; CASTAÑEDA e FEDRIANI, 2017; MUÑOZ-GALLEGOS; TRAVESET e FEDRIANI, 2019), podendo ser subdividida em endozoocoria parcial ou regurgitação, que é quando as sementes são ingeridas e regurgitadas, e endozoocoria total, que é quando diásporos são ingeridos e posteriormente defecados (BALTZINGER; KARIMI e SHUKLA, 2019). Em situações que as sementes permanecem durante períodos mais longos no trato digestório dos animais, estas tendem a ser depositadas a maiores distâncias das plantas adultas da mesma espécie (LAZURE e ALMEIDA-CORTEZ, 2006).

A endozoocoria é um importante mecanismo de dispersão de sementes, com 75% de ocorrência, no qual as sementes passam pelo trato digestório do animal, tendo também a ectozoocoria em que as sementes são transportadas aderidas aos pelos e cascos dos animais (BRUUN e POSCHLOD, 2006). O número e a viabilidade das sementes excretadas nas fezes

de animais ruminantes variam com a espécie vegetal, as características das sementes (tamanho, forma e rigidez da camada externa), a espécie animal, a proporção de sementes na dieta e a qualidade das dietas associadas (SIMÃO NETO et al., 1987).

A passagem de alguns tipos de sementes pelo trato digestório de ruminantes permite uma escarificação química, propiciando trocas gasosas e/ou eliminação de inibidores de germinação presentes na semente, além de facilitar a absorção de água e a reativação dos processos metabólicos (TRAVERSE e VERDÚ, 2002). Nesse sentido, os animais dispersores de sementes podem influenciar o sucesso reprodutivo das plantas em função de sua legitimidade (efeito sobre a capacidade germinativa das sementes dispersadas), eficiência (dispersão em áreas desejáveis para pastejo) e efetividade (proporção de plântulas originadas de sementes dispersadas em relação ao total de plântulas estabelecidas) (FLEMING e SOUSA, 1994).

A dispersão de sementes realizadas por ruminantes promove, além da distribuição espacial com baixo custo, uma escarificação (quebra de dormência) devido à passagem pelo trato digestório (DONATTI et al., 2011), o que submete as sementes à ação dos microrganismos e ácidos do rúmen, ação mecânica proporcionada pelos movimentos de ruminação, e ação química dos ácidos digestivos. Ao estudar três espécies de ruminantes (caprinos, ovinos e bovinos) como agentes dispersores de sementes de plantas forrageiras através de suas fezes, Jolaosho et al. (2006) verificaram melhor resultado para os ovinos e caprinos, 28 e 32% de germinação de sementes, respectivamente, em oposição as sementes dispersadas por bovinos, com apenas 5% de germinação.

A sobrevivência das sementes após passagem pelo trato digestório dos ruminantes é o fator que implica na dinâmica populacional de espécies forrageiras numa pastagem (GARDENER; McIVOR e JANSEN, 1993). Todavia, a passagem das sementes através do trato digestório dos animais e a decomposição das fezes são importantes fases onde as sementes estão sujeitas a muitos danos, uma vez que no mesmo ocorre o processo anaeróbio por bactérias proteolíticas e celulolíticas e o processo enzimático ligado ao abomaso e intestino grosso, no qual as sementes são banhadas em ácido (pH 2-5) e enzimas proteolíticas, amilolíticas e lipolíticas.

A zoocoria predominou nas pesquisas realizadas por Saravy et al. (2003) em florestas ombrófilas, Scolari et al. (2010) em vegetação de transição entre floresta ombrófila mista e floresta estacional semidecidual, Domingues; Gomes e Quirino (2013) em mata atlântica, Oliveira; Santo e Alvarez (2015); Gomes e Quirino (2016) em áreas de Caatinga, Venzke et al.

(2014), Souza e Funch (2015) em mata ciliar, Ferreira et al. (2016); Oliveira et al. (2018b); Santos-Filho et al. (2020) em vegetação de cerrado.

## **2.5. Germinação de sementes após passagem pelo trato digestório de animais**

A dispersão de sementes por animais é fundamental e comum nas regiões tropicais do mundo, auxiliando na manutenção de pastagens, bosques, florestas vivas e ricas em ambientes que, muitas vezes, sofreram degradação devido ao uso indevido do solo e/ou manejo inadequado (BOLZAN, 2017). A efetividade da dispersão está relacionada a fatores como a quantidade de sementes íntegras dispersadas e a qualidade fisiológica das mesmas, a qual pode ser avaliada através de variáveis como capacidade e velocidade de germinação (GORDON, 1973). As fases da dispersão de sementes realizadas pelos animais constituem-se na ingestão das sementes, passagem pelo trato digestório, germinação, desenvolvimento, assim como o estabelecimento e sobrevivência das plântulas (JOLAOSHO et al., 2006).

A polpa dos frutos de determinadas espécies vegetais pode conter substâncias inibidoras da germinação, que ao passarem pelo trato digestório dos animais podem ser removidas, promovendo desta forma, a germinação das sementes. Além disso, a escarificação tegumentar que ocorre durante a passagem pelo mesmo pode favorecer a troca gasosa entre a semente e o meio externo (YAGIHASHI; HAYASHIDA e MIYAMOTO, 2000; LOBOVA et al., 2003; SAMUELS e LEVEY, 2005), aumentando a sobrevivência das plântulas, devido à diminuição dos riscos de predação pós-dispersão e ataque de microrganismos patogênicos (TRAVERSESET e VERDÚ, 2002). Na pesquisa de Rossaneis et al. (2015) constatou-se que a passagem das sementes pelo trato digestório de animais pode aumentar ou reduzir a taxa e o tempo de germinação, indicando que a alteração no padrão de germinação das sementes expelidas nas fezes depende da espécie vegetal e também do animal que as ingeriu.

O sucesso final da germinação após a ingestão de sementes pelo animal depende de fatores quantitativos e qualitativos, dentre os quais se destaca o número total e a palatabilidade das sementes consumidas, assim como o sistema digestivo do animal (PAKEMAN; DIGNEFFE e SMAL 2002; ALBERT et al., 2015a). Para algumas espécies vegetais, a simples permanência das sementes nos bancos dos solos não garante seu sucesso, tendo a dispersão por meio da endozoocoria um papel significativo na sua sobrevivência. Nestas sementes é necessário proceder a escarificação, física ou química, do seu tecido de revestimento, como forma de eliminar os possíveis inibidores de germinação ou favorecendo as trocas gasosas, a absorção de água e a reativação de processos metabólicos (TRAVERSESET e VERDÚ, 2002; ALBERT et al., 2015b). Nesse sentido, estudos relacionados aos mecanismos

da dispersão de sementes e seu potencial germinativo são fundamentais para compreensão da habilidade de colonização das plantas em nível de paisagem (GALETTI et al., 2006; MUÑOZ-GALLEGU; TRAVESET e FEDRIANI, 2019).

As alterações no processo germinativo podem estar relacionada ao período de retenção no intestino, tamanho, forma e dureza do tegumento das sementes, assim como ao estágio de maturação dos frutos (JANZEN, 1985; ALBERT et al., 2015a). As sementes grandes são mais propensas a danos causados pela mastigação e fluidos digestivos, enquanto as menores atravessam o trato digestório com maior velocidade, diminuindo assim, o período de exposição às condições potencialmente estressantes no mesmo (SIMÃO NETO; JONES e RATCLIFF, 1987; PETERSEN e BRUNN, 2019).

Na avaliação da sobrevivência de sementes por endozoocoria têm sido utilizados diferentes métodos (*in vivo*, *in situ* e *in vitro*), os quais vêm sendo aperfeiçoados ao longo dos anos e têm possibilitado o estudo de diversos alimentos, devendo essas técnicas representar o mais próximo possível, o processo de digestão que ocorre no animal (BOLZAN, 2017). Os animais têm um papel ecológico a cumprir: trazem sementes de diferentes locais, aportam matéria orgânica, aumentam a biodiversidade local, propiciam estabilidade aos processos ecológicos e conferem auto sustentabilidade às atividades de recuperação de áreas degradadas (ALMEIDA et al., 2015).

Espécies de herbívoros como *Mazama gouazoubira* (veado), *Capreolus capreolus* (corço), *Oryctolagus cuniculus* (coelho) e *Lepus europaeus* (lebre), foram avaliadas no Nordeste do Brasil em relação à capacidade de dispersão, constatando-se que o veado possui maior importância na disseminação de sementes anuais quando comparado as demais espécies avaliadas (HITTORF e CORTEZ, 2013). Em um estudo sobre dispersão de sementes de cinco leguminosas tropicais (*Pueraria phaseoloides* L., *Neonotonia wightii* Lackey, *Calopogonium mucunoides* Desv. e *Macrotyloma axillare* E. Mey), excretadas nas fezes de bovinos em pastagem estabelecida de *Brachiaria decumbens*, Almeida et al. (2015) observaram maior porcentagem de germinação das sementes em *P. phaseoloides*, no entanto esta foi considerada baixa para todas as espécies supracitadas.

Os ruminantes domésticos podem ser considerados importantes dispersores, porém para que as sementes se dispersem de maneira eficiente são necessários alguns passos envolvendo a ingestão das mesmas, como por exemplo, a passagem pelo trato digestório, a germinação, o estabelecimento e a sobrevivência das plântulas (JOLAOSHO et al., 2006).

A porcentagem de germinação de sementes de *Cajanus cajan* (L.) Huth e *C. mucunoides* Desv. foi reduzida após passagem pelo trato digestório de bovinos, enquanto nas

sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., não houve diferença significativa entre as porcentagens de germinação do tratamento controle e àquelas excretadas pelos animais (NAKAO e CARDOSO, 2010).

A passagem das sementes através do trato digestório de bovinos e a decomposição das fezes são importantes fases porque as sementes estão sujeitas a muitos danos, uma vez que neste, em condições anaeróbias, as enzimas proteolíticas e celulolíticas produzidas por bactérias agem no tegumento das sementes tanto no rúmen quanto no intestino grosso, enquanto no intestino delgado, as sementes são envolvidas por enzimas proteolíticas, amilolíticas e lipolíticas em meio ácido (pH 2-5) (JOLAOSHO et al., 2006).

Nas fezes, após as sementes serem excretadas há microrganismos potencialmente patogênicos que transformam os compostos orgânicos em inorgânicos, caso as sementes consigam germinar, as plântulas ainda podem enfrentar condições ambientais adversas para se estabelecerem, como uma seca prolongada. Várias características do trato digestório dos bovinos podem influenciar a sobrevivência das sementes, desde os dentes às bactérias e enzimas, por isso o ideal é que estas tenham um menor tempo de permanência nesse local (LIMA; VIEIRA e GUIMARÃES, 2014).



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local e período de realização do estudo

O experimento foi dividido em duas etapas, sendo a primeira conduzida em instalações tipo baias coletivas pertencentes ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), localizado no Distrito de São Gonçalo, na cidade de Sousa - PB, com o fornecimento dos frutos e vagens de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa* aos ruminantes: ovinos (*Ovis aries*), caprinos (*Capra aegagrus hircus*), bovinos (*Bos taurus*) e monogástricos: asininos (*Equus asinus*), suínos (*Suis scrofa domesticus*) e coleta das sementes após passagem pelo trato digestório dos mesmos. A segunda etapa foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB, para avaliar a qualidade fisiológica de sementes das espécies supracitadas.

O período de realização da pesquisa ocorreu em duas safras consecutivas, entre os meses de abril de 2018 a novembro de 2019.

#### 3.2. Colheita dos frutos

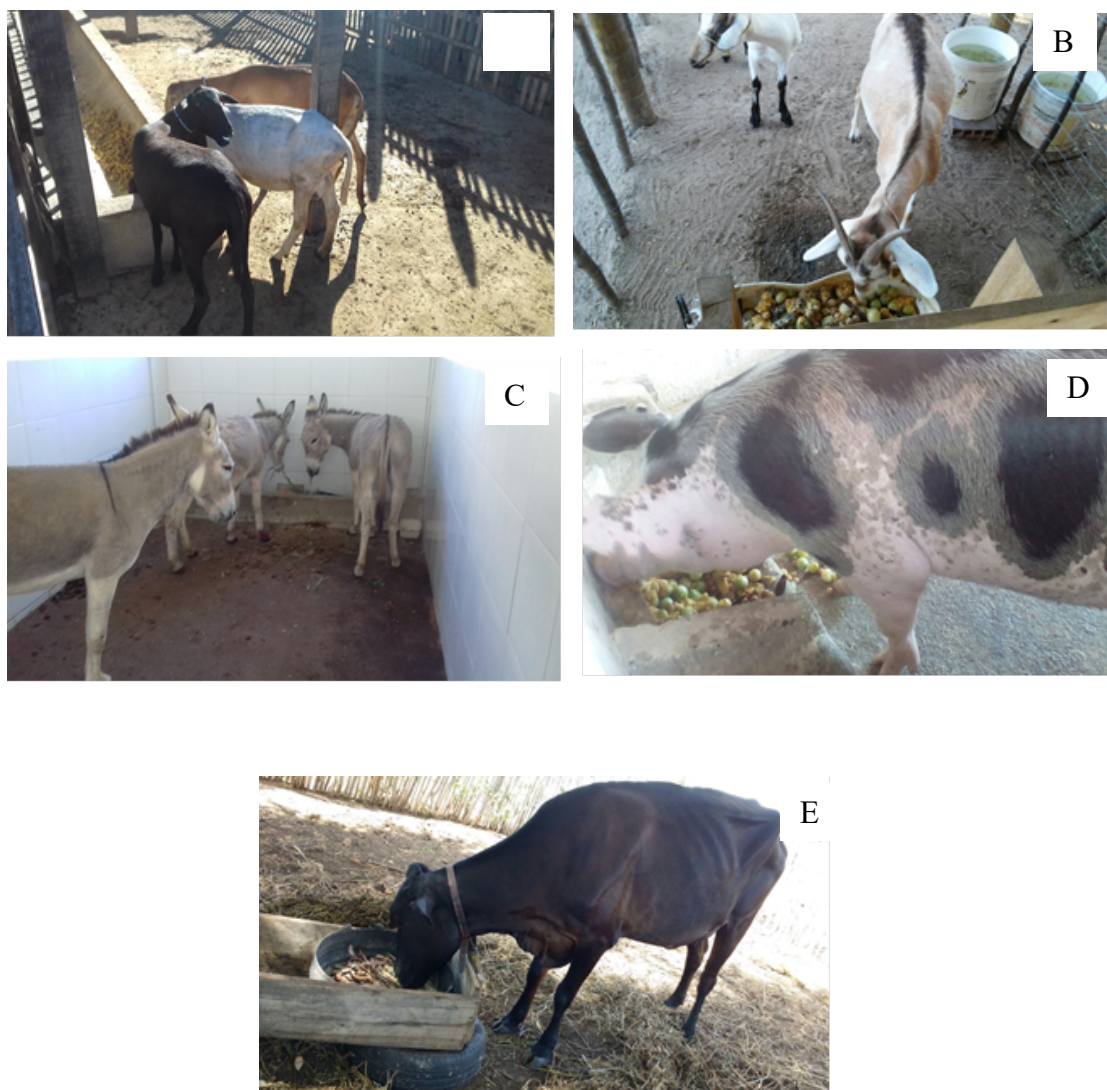
Os frutos de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala* e *T. indica* foram colhidos diretamente na copa de árvores matrizes localizadas no IFPB, Campus Sousa, PB (6° 45' 33'' S e 38° 13' 41'' W), enquanto aqueles de *S. tuberosa* foram colhidos na copa de matrizes localizadas nas cidades de Umbuzeiro, PB (7° 41' 44" S e 35° 39' 19" W) e Sumé, PB (07° 40' 18" S e 36° 52' 48" W).

Os frutos, depois de colhidos, foram acondicionados em sacos de tecido e transportados até o Laboratório de Sementes do IFPB, Campus Sousa, onde foram selecionados e pesados para serem ofertados aos animais como alimentação.

#### 3.3. Oferta de frutos aos animais

Os frutos de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala*, *T. indicus* e *S. tuberosa* foram ofertados a três animais adultos de cada espécie (Figura 1A-E), cuja seleção de indivíduos foi baseada na semelhança de peso, os quais permaneceram confinados em baias coletivas, pertencentes ao setor de Zootecnia do IFPB, Campus Sousa, PB. Para a alimentação dos animais, os frutos foram ofertados de uma só vez e todos juntos diretamente no cocho sendo que, apenas dos frutos de *T. indica*, as cascas foram retiradas previamente, ficando a polpa e sementes.

Juntamente com os frutos foi adicionado farelo de milho, fornecido na proporção de 3% do peso vivo animal, distribuído igualmente aos três animais de cada espécie.



**Figura 1.** Oferta de frutos de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa* como alimentação para ovinos (A), caprinos (B), asininos (C), suínos (D) e bovinos (E).

Nos tratamentos testemunha, um número de 100 frutos de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala*, *T. indica* e *S. tuberosa*, foram despulpados manualmente para a extração das sementes/endocarpos para serem semeadas. A quantidade de frutos ofertada aos animais variou entre as espécies vegetais e foi conforme está demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Quantidade de frutos de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa*, ofertada aos animais.

Espécie florestal	Quantidade de frutos/vagens	Número médio de sementes/fruto	Peso dos frutos (g)	Quantidade total de sementes
<i>Ziziphus joazeiro</i>	200	1	1.060	200
<i>Leucaena leucocephala</i>	115	22	200	2.530
<i>Tamarindus indica</i>	200	4,6	1.960	914
<i>Spondias tuberosa</i>	200	1	2.845	200

Os animais foram alimentados com capim elefante triturado e água, sem restrição, e farelo de milho na quantidade de 3% do peso vivo do animal 24 horas antes da oferta dos frutos aos mesmos, objetivando a eliminação de outras sementes pré-ingiridas do trato digestório. Transcorrido um período de três a quatro dias da alimentação com os frutos da pesquisa foi realizada a coleta das fezes dos animais para a retirada das sementes/endocarpos excretadas.

### 3.4. Coleta e triagem de sementes/endocarpos após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos

A coleta foi realizada no terceiro e quarto dia após o fornecimento dos frutos aos animais, observando-se a partir do quinto dia, um número muito reduzido de sementes nas excretas. A separação, limpeza, classificação, contagem e pesagem das sementes/endocarpos excretadas foram realizadas no Laboratório de Sementes, pertencente ao bloco de Agroecologia do IFPB, Campus Sousa. Antes da separação, as fezes contendo as sementes/endocarpos foram colocadas em baldes plásticos com capacidade de 20 L, adicionando-se água para provocar o amolecimento das mesmas, e em seguida, passadas em peneiras de diferentes malhas (4 x 4; 2,5 x 2,5 ou 1 x 1 mm), conforme o tamanho da semente/endocarpo (Figura 2).

O material retido nas peneiras foi submetido à inspeção visual, sendo as sementes/endocarpos removidas com auxílio de uma pinça e postas para secar sobre papel absorvente, à sombra, por um período de 36 horas, sendo observada emissão de raiz primária apenas nas sementes de *L. leucocephala*. Posteriormente, as sementes/endocarpos foram avaliadas conforme sua integridade morfológica, acondicionadas em envelopes de papel do tipo *Kraft* e conduzidas ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia, PB, para determinação do teor de água e realização de testes de vigor.



**Figura 2.** Coleta (A) e triagem (B e C) de sementes/endocarpos de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa*, excretadas nas fezes de ruminantes e monogástricos.

### 3.5. Tratamentos Utilizados

Os frutos de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala*, *T. indica* e *S. tuberosa* foram ofertados aos ovinos, caprinos, asininos, suínos e bovinos, compondo dessa forma, os tratamentos descritos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Tratamentos utilizados para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa*, após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos.

Tratamentos	Espécies vegetais	Espécies animais
T <sub>1</sub>	<i>Z. joazeiro</i>	Testemunha*
T <sub>2</sub>	<i>Z. joazeiro</i>	Ovinos
T <sub>3</sub>	<i>Z. joazeiro</i>	Caprinos
T <sub>4</sub>	<i>Z. joazeiro</i>	Asininos
T <sub>5</sub>	<i>Z. joazeiro</i>	Suínos
T <sub>6</sub>	<i>Z. joazeiro</i>	Bovinos
T <sub>7</sub>	<i>L. leucocephala</i>	Testemunha*
T <sub>8</sub>	<i>L. leucocephala</i>	Ovinos
T <sub>9</sub>	<i>L. leucocephala</i>	Caprinos
T <sub>10</sub>	<i>L. leucocephala</i>	Asininos
T <sub>11</sub>	<i>L. leucocephala</i>	Suínos
T <sub>12</sub>	<i>L. leucocephala</i>	Bovinos
T <sub>13</sub>	<i>T. indica</i>	Testemunha*
T <sub>14</sub>	<i>T. indica</i>	Ovinos
T <sub>15</sub>	<i>T. indica</i>	Caprinos
T <sub>16</sub>	<i>T. indica</i>	Asinino
T <sub>17</sub>	<i>T. indica</i>	Suínos
T <sub>18</sub>	<i>T. indica</i>	Bovinos
T <sub>19</sub>	<i>S. tuberosa</i>	Testemunha*
T <sub>20</sub>	<i>S. tuberosa</i>	Ovinos
T <sub>21</sub>	<i>S. tuberosa</i>	Caprinos
T <sub>22</sub>	<i>S. tuberosa</i>	Asininos
T <sub>23</sub>	<i>S. tuberosa</i>	Suínos
T <sub>24</sub>	<i>S. tuberosa</i>	Bovinos

\*Sementes não ofertadas aos animais.

### 3.6. Caracterização climática

Os dados referentes às médias mensais e anuais de precipitação total (mm), temperaturas máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) da cidade de Areia, PB, correspondente ao período de março a novembro de 2018 e 2019, foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

### 3.7. Variáveis Analisadas

#### 3.7.1. Teor de água de sementes

O teor de água das sementes/endocarpos de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala*, *T. indica* e *S. tuberosa* foi determinado conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com modificações, utilizando-se o método da estufa a  $105 \pm 3$  °C, durante 24 horas, com duas repetições de 10 sementes de cada espécie, sendo os resultados expressos em porcentagem com base no peso úmido das sementes/endocarpo.

#### 3.7.2. Teste de emergência de plântulas

O teste para avaliar a emergência de plântulas de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala*, *T. indica* e *S. tuberosa* foi instalado, conjuntamente, em casa de vegetação (com temperatura média de 34 °C e umidade relativa do ar de 70%), em quatro repetições de 25 sementes por tratamento, totalizando 100 sementes semeadas em bandejas de polietileno perfuradas (dimensões de 49 x 33 x 7 cm, cujo substrato utilizado foi areia lavada e esterilizada em autoclave a 120 °C durante 120 minutos, conforme Brasil (2009). A umidade foi mantida manualmente por meio de regas diárias até se observar a drenagem natural. A contagem do número de plântulas normais emergidas foi realizada diariamente, no mesmo horário, a partir da visualização da emissão da parte aérea das primeiras plântulas até a sua estabilização, quando as folhas cotiledonares estavam totalmente abertas, sem a retirada destas plântulas do substrato, e os resultados foram expressos em porcentagem.

O tempo médio (dias) entre a semeadura e o aparecimento das primeiras plântulas foi variável a cada espécie vegetal, porém semelhantes entre o grupo testemunha e os tratamentos nos quais as sementes passaram pelo trato digestório dos animais. A contagem inicial de plântulas foi realizada em média, dezoito dias após a semeadura para *Z. joazeiro*, seis dias para *L. leucocephala*, treze dias para *T. indica* e vinte e três dias para *S. tuberosa*. A duração entre a semeadura e o final da observação da emergência das plântulas foi de 40 dias.

#### 3.7.3. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas

A velocidade de emergência de plântulas de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala*, *T. indica* e *S. tuberosa* foi obtida mediante a realização de contagens diárias do número de plântulas emersas, no mesmo horário, a partir da emissão das primeiras plântulas até a sua estabilização, e o índice foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962),

onde:  $IVE = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_3 + E_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$ , em que IVE = índice de velocidade de emergência;  $E_1$ ,  $E_2$  e

$E_n$  = número de plântulas normais emersas a cada dia;  $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_n$  = número de dias decorridos da semeadura à primeira, segunda e última contagem da emergência das plântulas.

#### 3.7.4. Comprimento de raiz primária e parte aérea de plântulas

O comprimento de raiz primária e parte aérea das plântulas normais de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala*, *T. indica* e *S. tuberosa* foi determinado ao final do teste de emergência, para tal, a raiz primária e a parte aérea de cada plântula, por repetição, foram medidas, individualmente, com auxílio de uma régua graduada em centímetros e os resultados tiveram os seus valores expressos em cm plântula<sup>-1</sup>.

#### 3.7.5. Massa seca de raízes e parte aérea de plântulas

Após inferidas as medições de comprimentos, raízes e partes aéreas foram acondicionadas, individualmente, em sacos de papel do tipo *Kraft* e mantidos em estufa com circulação forçada de ar regulada a 65 °C até obtenção de peso constante, aproximadamente 48 horas. Decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g e o resultado expresso em g plântula<sup>-1</sup>.

### 3.8. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente ao acaso (DIC), com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 6 (espécie vegetal x espécie animal + testemunha), com quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$  para a normalização da distribuição dos desvios que ocorrem quando se analisa a germinação de sementes (PIMENTEL-GOMES, 2000) e posteriormente, submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO e WILK, 1965). Atendidas as suposições de normalidade, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, a 1% de probabilidade de erro. As médias das variáveis influenciadas significativamente pelos fatores qualitativos (espécies vegetais e animais) foram comparadas pelo teste de comparações múltiplas de médias (teste de Tukey, a 5% de probabilidade). O processamento das análises foi realizado através do *software* Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2014b).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### Sementes não recuperadas ou danificadas

O número de sementes de *Z. joazeiro*, *L. Leucocephala*, *T. Indica*, *S. tuberosa* que não foram recuperadas ou estavam danificadas pela passagem no trato gastrointestinal dos ovinos, caprinos, asininos, suínos e bovinos encontram-se na Tabela 3, pelos quais observa-se maior número de sementes não recuperadas da espécie *L. Leucocephala*, provavelmente devido ao menor tamanho das sementes. O maior número de sementes danificadas foi encontrado para o *T. indica* provavelmente por suas sementes não estarem envolvidas por endocarpo e o seu tamanho relativamente grande, comparado ao tamanho das sementes de *L. Leucocephala* tenha facilitado a quebra das mesmas durante o processo da mastigação pelos animais.

**Tabela 3.** Sementes de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa* não recuperadas ou danificadas após a passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.

Espécies vegetais	Espécies animais				
	Ovinos	Caprinos	Asininos	Suínos	Bovinos
<i>Z. joazeiro</i>	51*/1**	63*	113*/4**	112*	167*
<i>L. leucocephala</i>	2.162*	2.418*/1**	2.484*	2.317*/20**	2.406*/24**
<i>T. Indica</i>	780**	686*/59**	808*/81**	776**	693*/50**
<i>S. tuberosa</i>	35*	89*	47*/2**	66*/2**	52*/2**

\*Sementes não recuperadas e \*\*sementes danificadas.

As sementes com tegumento mais duro resistem melhor à passagem pelo trato digestório de bovinos do que aquelas com tegumento totalmente permeável, uma vez que o tegumento rígido pode restringir as trocas entre a semente e o meio externo (GARDENER, 1993). Os dispersores podem ser classificados como legítimos, quando depositam as sementes em um local adequado para a germinação e eficientes quando existe probabilidade do aparecimento de sementes não danificadas pelo dispersor ou uma fração de ambos (HERRERA, 1989; TRAVESET et al., 2019; MUÑOZ-GALLEGOS; TRAVESET e FEDRIANI, 2019). No entanto, o dispersor legítimo foi considerado por Nakao e Cardoso (2010) como aquele que após a passagem pelo trato digestório animal não há redução da capacidade germinativa das sementes. Porém, o aumento da germinação após passagem pelo trato digestório do animal não é universal, uma vez que as características morfofisiológicas das sementes variam, além do próprio efeito do frugívoro, cujas estratégias são distintas entre as espécies (LAZURE e ALMEIDA-CORTEZ, 2006).



### Teor de Água de sementes

Não houve diferença significativa pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, entre os tratamentos para o teor de água das sementes/endocarpos de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala*, *T. indica* e *S. tuberosa*, evidenciando que os teores de água das sementes das referidas espécies florestais não sofreram alterações em função da sua passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos utilizados nesta pesquisa (Tabela 4).

**Tabela 4.** Análise de variância para o teor de água de sementes de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias Tuberosa*, após a passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Espécie vegetal (EVE)	3	111,042256	37,014085	0,796	0,5083
Espécie animal (EAN)	5	218,515840	43,703168	0,939	0,4735
EVE*EAN	15	751,879731	50,125315	1,077	0,4228
Erro	24	1116,491343	46,520473		
Total corrigido	47	2197,929169			
CV (%)	28,91				
Média geral	23,5898790		Número de observações: 48		

As sementes de todas as espécies avaliadas são ortodoxas, ou seja, sofrem um processo de secagem durante sua maturação dentro do fruto e posteriormente, após serem liberadas pela planta matriz, sendo que, nas condições em que foram avaliadas há um ambiente repleto de microrganismos e alta umidade, a exemplo do trato digestório dos animais, podendo acelerar o processo da germinação.

O maior valor médio de umidade foi verificado nas sementes de *S. tuberosa* (45,30%) obtidas nas fezes dos ovinos, enquanto os menores valores também foram obtidos nas sementes de *S. tuberosa*, porém excretadas nas fezes de caprinos (11,41%), asininos (11,47%) e suínos (11,48%), assim como em sementes de *Z. joazeiro* recuperadas das fezes de caprinos e ovinos, 11,62 e 11,96, respectivamente (Tabela 5). Esses resultados devem-se, provavelmente, a maiores danos causados às sementes de *T. indica* durante o processo de mastigação pelos animais, assim como a danos mínimos ou ausência dos mesmos em sementes de *Z. joazeiro*, uma vez que as mesmas estão protegidas dentro de endocarpos.

### Dados meteorológicos

Na Tabela 6 estão os valores médios mensais e anuais referentes aos dados meteorológicos de precipitação pluvial total (mm), temperaturas máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) do município de Areia, PB, nos períodos de março a novembro de 2018 e 2019.

**Tabela 5.** Médias do teor de água de sementes de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa*, após a passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.

Espécie vegetal x animal	Médias	Espécie vegetal x animal	Médias
<i>Z. joazeiro</i> ovino	11,96	<i>T. indica</i> Ovino	19,40
<i>Z. joazeiro</i> Caprino	11,62	<i>T. indica</i> Caprino	14,98
<i>Z. joazeiro</i> Asinino	14,74	<i>T. indica</i> Asinino	16,66
<i>Z. joazeiro</i> Suíno	13,85	<i>T. indica</i> Suíno	25,49
<i>Z. joazeiro</i> Bovino	12,77	<i>T. indica</i> Bovino	15,17
<i>Z. joazeiro</i> Testemunha	12,12	<i>T. indica</i> Testemunha	12,59
<i>L. leucocephala</i> Ovino	15,90	<i>S. tuberosa</i> Ovino	45,30
<i>L. leucocephala</i> Caprino	27,49	<i>S. tuberosa</i> Caprino	11,41
<i>L. leucocephala</i> Asinino	13,13	<i>S. tuberosa</i> Asinino	11,47
<i>L. leucocephala</i> Suíno	20,34	<i>S. tuberosa</i> Suíno	11,48
<i>L. leucocephala</i> Bovino	15,67	<i>S. tuberosa</i> Bovino	13,39
<i>L. leucocephala</i> Testemunha	14,75	<i>S. tuberosa</i> Testemunha	15,31

**Tabela 6.** Dados meteorológicos de precipitação total (PT), temperaturas média máxima (TMA), média mínima (TMM) e umidade relativa do ar (UR) do município de Areia-PB, nos meses de março a novembro de 2018 e 2019.

Data Medição	P T (mm)	T.MA (°C)	TMI (°C)	UR (%)
2018				
31/03	174,5	28,3	21,3	85,2
30/04	224,7	26,5	20,8	89,7
31/05	106,0	25,6	20,2	88,5
30/06	105,1	25,3	19,2	87,1
31/07	88,3	25,2	18,6	83,4
31/08	21,1	27,0	18,8	80,3
30/09	24,3	27,7	19,3	79,4
31/10	14,6	29,7	20,2	76,9
30/11	7,8	30,1	20,8	77,6
Média anual	106	24,7	19,7	82,6
2019				
31/03	88,4	28,8	21,6	85,4
30/04	185,6	28,3	21,5	84,9
31/05	135,4	26,9	20,9	87,5
30/06	172,3	25,4	20,1	89,7
31/07	366,6	23,1	18,6	90,3
31/08	64,9	25,0	18,6	86,8
30/09	74,8	25,9	18,5	82,5
31/10	68,4	27,3	19,5	82,5
30/11	6,0	28,90	20,4	78,7
Média anual	129,2	26,6	20,0	85,4

Fonte: INMET (2021).

Os maiores valores médios mensais de índices pluviométricos, em 2018, foram registrados nos meses de abril (224,7 mm), março (174,5 mm), maio (106,0 mm) e junho

(105,1 mm), com média anual de 106,0 mm. A temperatura máxima foi mais elevada nos meses de novembro, outubro, março e setembro, registrando-se médias mensais de 30,1; 29,7; 28,3 e 27,7 °C, respectivamente, com média anual de 24,7 °C; enquanto a média mínima registrada foi mais alta no mês de março (21,3 °C), com média anual de 19,7 °C. A umidade relativa do ar no, ano de 2018, foi mais elevada entre os meses de março e agosto, variando de 80,3 a 89,7%; com média anual de 82,6%.

No ano 2019, a precipitação pluvial foi mais elevada nos meses de julho (366,6 mm), abril (185,6 mm), junho (172,3 mm) e maio (135,4 mm), com média anual de 129,1 mm. Para a temperatura máxima registrou-se médias mensais mais altas nos meses de novembro (28,9 °C), março (28,8 °C) e abril (28,3 °C), com média anual de 26,6 °C; enquanto a média mínima registrada foi mais alta nos meses de março e abril, com 21,6 e 21,5 °C, respectivamente, e média anual de 19,9 °C. A umidade relativa do ar foi mais elevada no mês de julho, registrando-se média de 90,2%, seguido pelos meses de junho, maio, agosto, março e abril, com médias de 89,7; 87,5; 86,8; 85,4 e 84,9%; com 85,3% de média anual.

Com base nos dados descritos e considerando-se apenas as médias anuais, observa-se que, embora as maiores temperaturas máxima e mínima, tenha ocorrido no ano de 2019, observa-se também, neste ano, maior índice pluviométrico e umidade relativa do ar mais elevada, em comparação ao ano de 2018.

### **Vigor de sementes**

A interação entre os fatores foi significativa a 1% de probabilidade pelo teste F, para todas as variáveis analisadas, exceto para o comprimento da raiz primária de plântulas provenientes de sementes colhidas em 2019, indicando que o vigor das sementes excretadas nas fezes de animais varia em função das características da espécie vegetal e da espécie animal que ingeriu os frutos e/ou sementes (Tabela 7).

Embora a pesquisa tenha sido realizada utilizando-se animais como agentes de superação de dormência e dispersão de sementes (DEMINICIS et al., 2007; REZENDE et al., 2007; SILVA, 2008; NAKAO e CARDOSO, 2010; SOUZA, 2019), é importante ressaltar que após o fornecimento das sementes aos mesmos, os processos de mastigação, ingestão e ruminação podem provocar danos físicos e comprometer a qualidade fisiológica das sementes (DEMINICIS et al., 2012). Esses autores acrescentaram que os danos às sementes ocorrem devido ao movimento da mandíbula para incisão, trituração e ruminação dos alimentos e alertam que a quantificação desses danos é difícil porque depende de indivíduo, de características nutricionais dos alimentos, da estrutura da semente.

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raiz primária (CR) e de parte aérea (CPA) e massa seca de raízes (MSR) e de parte aérea (MSPA) de plântulas de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa*, oriundas de sementes após passagem pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos 2018 e 2019.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios					
		PE	IVE	CR	CPA	MSR	MSPA
2018							
Espécie vegetal (EV)	3	563,99**	153,56**	250,42**	299,67**	42,74**	132,24**
Espécie animal (EA)	5	199,95**	15,24**	83,11**	117,36**	20,63**	12,55**
EV x EA	15	1367,68**	45,28**	206,00**	109,61**	45,42**	21,23**
Erro	72	45,91	4,46	8,18	6,87	2,34	2,61
CV (%)		25,09	36,49	17,16	16,65	29,16	40,90
2019							
Espécie vegetal (EV)	3	2477,49**	303,47**	2091,10**	1167,46**	181,96**	243,694**
Espécie animal (EA)	5	1620,50**	98,10**	58,81 <sup>ns</sup>	67,79**	16,77**	36,99**
EV x EA	15	435,22**	53,74**	89,94**	96,40**	12,66**	28,22**
Erro	72	125,32	10,98	35,75	15,37	3,41	3,79
CV (%)		40,40	44,87	46,17	40,53	64,00	62,70

<sup>ns</sup>, \* e \*\* = não significativo, significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Dados transformados em arco seno.

As informações supracitadas sugerem que os animais testados quanto à capacidade de superar a dormência podem ter provocado lesões nas sementes, facilitando o contato do material de reserva e do embrião com os ácidos orgânicos e microrganismos naturalmente presentes no aparelho digestivo dos animais. De fato, bactérias, protozoários e fungos estão distribuídos entre a fase sólida e a fase líquida do conteúdo ruminal e encontram ambiente ideal com pH entre 5,5 e 6,8, substrato constante para fermentação, temperatura ideal entre 38 e 42 °C, anaerobiose, potencial redutor e taxa de passagem constante da digesta (BERCHIELLI; PIRES e OLIVEIRA, 2006), além da remoção dos produtos da fermentação (ácidos graxos de cadeia curta AGCC; gás metano CH<sub>4</sub>; dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, entre outros gases) (OLIVEIRA; SANTOS e VALENÇA, 2019). Assim, embora este ambiente favoreça a superação da dormência, em caso de sementes danificadas fisicamente, é possível que ocorra perda de viabilidade fisiológica das mesmas.

Na Tabela 8, referente à variável emergência de plântulas, observa-se que para a espécie *Z. joazeiro*, no ano de 2018, as maiores porcentagens de emergência foram obtidas de sementes excretadas nas fezes de ovinos, suínos, asininos e caprinos, as quais não diferem estatisticamente da testemunha. Na espécie *L. leucocephala*, a passagem das sementes pelo trato digestório de ovinos proporcionou maior porcentagem de emergência de plântulas, enquanto nas sementes de *T. indica*, uma maior emergência foi obtida na testemunha. A

porcentagem de emergência de plântulas de *S. tuberosa* foi maior quando proveniente de sementes excretadas nas fezes dos suínos, a qual não diferiu estatisticamente daquelas obtidas nas fezes dos ovinos, bovinos e caprinos.

**Tabela 8.** Médias de porcentagem de emergência de plântulas de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa* oriundas de sementes após passagem no trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.

Animais	<i>Z. joazeiro</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>T. indica</i>	<i>S. tuberosa</i>
2018				
Testemunha	17 bAB	8 bC	86 aA	7 bBC
Ovinos	32 bA	67 aA	0 cD	21 bAB
Caprinos	26 abA	36 aB	16 b CD	16 bAB
Asininos	27 aA	43 aB	41 aB	2 bC
Suínos	30 aA	5 cC	10 bcCD	26 abA
Bovinos	0 bB	28 aB	28 aBC	18 aAB
2019				
Testemunha	78 aA	43 bA	37 bA	39 bA
Ovinos	21 abBC	39 aA	9 bB	34 aA
Caprinos	43 aB	33 abA	10 bAB	34 abA
Asininos	28 aBC	14 aA	8 aB	29 aA
Suínos	44 aB	23 aA	2 bB	0 bB
Bovinos	15 abC	41 aA	1 bB	12 abAB

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

No ano de 2019 (Tabela 8) observou-se que a maior porcentagem de emergência de plântulas de *Z. joazeiro* foi obtida nas sementes da testemunha, a qual difere dos tratamentos nos quais as sementes passaram pelo trato digestório dos monogástricos e ruminantes. Entretanto, observa-se que para a espécie *L. leucocephala* não houve diferença estatística entre a testemunha e esses tratamentos. Na espécie *T. indica*, assim como ocorreu para *Z. joazeiro*, a maior porcentagem de emergência de plântulas foi proveniente das sementes da testemunha, porém, sendo estatisticamente igual àquela obtida de sementes excretadas nas fezes dos caprinos. As sementes da testemunha, assim como aquelas que passaram pelo trato digestório dos ovinos, caprinos e suínos resultaram nas maiores porcentagens de emergência de plântulas de *S. tuberosa*, cujos resultados não diferiram estatisticamente daquelas que passaram pelo trato digestório dos bovinos.

Analisando a eficiência de cada animal na superação da dormência das sementes de cada espécie florestal, observou-se que no ano de 2018, a maior porcentagem de emergência de plântulas (Tabela 8), provenientes de sementes excretadas nas fezes dos ovinos e caprinos foi obtida na espécie *L. leucocephala*. Nas sementes que passaram pelo trato digestório dos

asininos, foi verificada maior emergência de plântulas nas espécies *L. leucocephala*, *T. indica* e *Z. joazeiro*, enquanto nas sementes coletadas nos excrementos dos suínos, a maior emergência de plântulas foi observada para *Z. joazeiro*, não havendo diferença estatística, porém, em relação à *S. tuberosa*. Quando as sementes passaram pelo trato digestório dos bovinos, as maiores porcentagens de emergência de plântulas foram obtidas nas espécies *L. leucocephala*, *T. indica* e *S. tuberosa*. No grupo testemunha, em *T. indica* obteve-se a maior porcentagem de emergência de plântulas, com diferença significativa em relação as demais espécies florestais.

Quando foi analisada a eficiência do animal na superação da dormência das sementes de cada espécie florestal, no ano de 2019 (Tabela 8), a porcentagem de emergência de plântulas oriundas de sementes excretadas nas fezes de ovinos foi maior para *L. leucocephala* e *S. tuberosa*, as quais não diferem foram estatisticamente de *Z. joazeiro*. Em sementes excretadas nas fezes de caprinos, não houve diferença estatística para a porcentagem de emergência de plântulas entre *Z. joazeiro*, *L. leucocephala* e *S. tuberosa*, enquanto em relação aos asininos, todas as espécies florestais foram estatisticamente iguais entre si. As espécies *Z. joazeiro* e *L. leucocephala* foram aquelas com maior porcentagem de emergência de plântulas oriundas de sementes excretadas nas fezes dos suínos, enquanto nas sementes que passaram pelo trato digestório dos bovinos, *L. leucocephala* foi a espécie que teve o maior percentual de emergência, sendo igual, estatisticamente, à *S. tuberosa*. No grupo testemunha, a espécie que obteve a maior emergência de plântulas foi *Z. joazeiro*, diferenciando-se das demais.

Os valores de porcentagem de emergência de plântulas inferiores a 50% sugerem possíveis mecanismos naturais de dormência das sementes de *L. leucocephala*, *T. indica* e *S. tuberosa*, cuja ação dos mesmos pode ter provocado a baixa porcentagem de plântulas emersas, notadamente, em combinações de condições ambientais que seriam favoráveis à germinação (BASKIN e BASKIN, 2004). Isso pode ter ocorrido devido à impermeabilidade do tegumento à água, fato que está relacionado a idade da semente, teor de água, fatores genéticos, condições fornecidas no beneficiamento das sementes no momento da secagem e ambiente de produção (QUEIROZ et al., 2019).

Os valores da emergência de plântulas de *L. leucocephala* disponíveis na literatura estão abaixo de 50% quando não são aplicados métodos de superação de dormência (KLUTHCOUSKI, 1980). Na pesquisa de Seiffert (1982), a germinação foi inferior a 50%, quando as sementes de *L. leucocephala* não passaram por métodos de quebra de dormência, resultando numa porcentagem de sementes duras de 60 a 90%. A germinação de sementes

não-escarificadas de *L. leucocephala* foi de 33% no estudo de Teles et al. (2000) e de 27% na pesquisa de Paulino et al. (2004), valores estes considerados baixos.

As diferenças observadas na emergência de plântulas das diferentes espécies florestais, quando as sementes não foram submetidas ao trato digestório de animais, podem ser explicadas pelo fato de que sementes em seu estado natural comportam grande variabilidade genética, resultando em ampla variedade de características morfofisiológicas que, por sua vez, são determinantes no comportamento ecológico das plântulas. Além disso, pelo fato dessas espécies estarem distribuídas em uma grande extensão geográfica, encontram-se sujeitas às variações edafoclimáticas em escalas espaciais, temporais, e fatores relacionados ao manejo de coleta e pós-coleta, capazes de influenciar diretamente no processo germinativo das sementes (WIELEWICKI et al., 2006).

De fato, a semente de *T. indica* é uma potencial fonte de proteínas, devido a sua riqueza em aminoácidos sulfurados, entretanto, a baixa digestibilidade dificulta a sua degradação tegumentar e absorção dos 4 a 11% de lipídios e 65 a 70% de polissacarídeos e amilopectina disponíveis, além dos elementos minerais como potássio e cálcio (TRZECIAK et al., 2007); e isso pode ter efeito tanto na germinação quanto no estabelecimento das mudas (EL-SIDDIG et al., 2006; QUEIROZ, 2010).

Na Tabela 9, referente ao índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas no ano de 2018, observa-se que a espécie *Z. joazeiro* obteve um maior IVE quando as sementes passaram pelo trato digestório de ovinos (0,95), caprinos (0,84) e suínos (1,33), não se observando diferença significativa em relação ao IVE da testemunha (0,68). Na espécie *L. leucocephala*, o maior IVE de plântulas ocorreu quando as sementes foram excretadas nas fezes dos asininos (6,45), não diferindo-se estatisticamente daquelas sementes que passaram pelo trato digestório dos bovinos (3,06). Para *T. indica*, o maior IVE foi obtido nas de plântulas provenientes de sementes da testemunha (4,92), o qual não difere estatisticamente daquele observado para as plântulas oriundas das sementes que passaram pelo trato digestório de asininos (2,65) e suínos (2,50). O IVE de plântulas de *S. tuberosa* oriundas das sementes da testemunha e daquelas provenientes de sementes que passaram pelo trato digestório dos ruminantes e monogástricos, foi estatisticamente igual.

Ainda no ano de 2018, Tabela 9, analisando-se a eficácia de cada animal na quebra de dormência de sementes das diferentes espécies florestais, observa-se que o maior IVE de plântulas oriundas de sementes excretadas por ovinos e caprinos foi registrado para *L. leucocephala* e *Z. joazeiro*, cujos valores são significativamente iguais. Nas sementes que passaram pelo trato digestório dos asininos, o maior IVE foi constatado para plântulas de *L.*

*leucocephala*, diferenciando-se dos valores obtidos para as demais espécies florestais. As espécies *T. indica* (2,50), *L. leucocephala* (1,39) e *Z. joazeiro* (1,33), foram as espécies que obtiveram as maiores médias de IVE quando suas sementes passaram pelo trato digestório dos suínos; e quando as coletadas nos excretos dos bovinos, o maior IVE foi registrado para plântulas de *L. leucocephala* (6,16), diferindo-se das demais. No grupo testemunha, o IVE foi significativamente maior para as plântulas de *T. indica*.

**Tabela 9.** Médias de índice de velocidade de emergência de plântulas de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa* oriundas de sementes, após passagem no trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.

Animais	<i>Z. joazeiro</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>T. indica</i>	<i>S. tuberosa</i>
2018				
Testemunha	0,68 bAB	0,68 bC	4,92 aA	0,35 bA
Ovino	0,95 abA	2,32 aB	0,00 cD	0,56 bA
Caprino	0,84 abA	2,41 aB	0,61 bCD	0,41 bA
Asinino	0,58 cAB	6,45 aA	2,65 bAB	0,26 cA
Suíno	1,33 abA	1,39 abBC	2,50 aAB	0,42 bA
Bovino	0,00 cB	3,06 aAB	1,59 abBC	0,84 bA
2019				
Testemunha	2,82 aA	3,83 aAB	1,20 aA	1,88 aB
Ovino	0,77 bA	7,19 aA	1,64 bA	8,15 aA
Caprino	1,87 bA	4,17 abAB	1,49 bA	8,15 aA
Asinino	0,56 aA	2,76 aB	0,88 aA	0,42 aBC
Suíno	1,53 abA	3,94 aAB	0,50 bcA	0,00 cC
Bovino	0,73 bA	6,16 aAB	0,25 bA	0,65 bBC

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação aos dados coletados no ano de 2019 (Tabela 9), observa-se que o IVE das plântulas das espécies *Z. joazeiro* e *T. indica* oriundas de sementes da testemunha foram estatisticamente iguais ao IVE daquelas que passaram pelo trato digestório dos ruminantes e monogástricos. Na espécie *L. leucocephala*, o maior IVE foi registrado para plântulas oriundas das sementes excretadas pelos ovinos (7,19), o qual não difere daqueles obtidos para plântulas originadas de sementes ingeridas pelos bovinos, caprinos e suínos, bem como de sementes da testemunha. O IVE das plântulas de *S. tuberosa*, provenientes das sementes que passaram pelo trato digestório de ovinos (8,15) e caprinos (8,15) foi significativamente superior a velocidade de emergência obtida nos demais tratamentos.

Quando foi analisada a influência da espécie animal na velocidade de emergência de plântulas das espécies florestais, no ano de 2019 (Tabela 9), observou-se que o IVE das plântulas oriundas de sementes excretadas nas fezes de ovinos, assim como de caprinos, foi



significativamente superior para *S. tuberosa* (8,15) e *L. leucocephala* (7,19). O IVE de plântulas oriundas das sementes excretadas nas fezes de asininos, foi significativamente igual para todas as espécies florestais, enquanto nas sementes que passaram pelo trato digestório de suínos, o IVE foi significativamente superior nas espécies *L. leucocephala* e *Z. joazeiro*. Nas sementes excretadas nas fezes de bovinos, observou-se IVE significativamente superior (6,16) para plântulas de *L. leucocephala*, enquanto no grupo testemunha, não houve diferença significativa entre as espécies florestais.

O aumento no índice de velocidade de emergência de plântulas de *S. tuberosa* em função da passagem das sementes pelo trato digestório de ovinos e caprinos, no ano de 2019, pode estar associado à degradação biológica da celulose tegumentar ocorrida no rúmen destes animais, uma vez que acontece a hidrólise enzimática catalisada por celulases, que são complexos enzimáticos produzidos por fungos e bactérias. Entre os microrganismos produtores de celulases, os fungos têm despertado maior interesse porque suas enzimas são secretadas no meio de cultura, capacitando-os a aproveitar celulose distante de suas hifas, enquanto as bactérias precisam estar aderidas à fibra da celulose para sua utilização (CASTRO et al., 2004). Acrescente-se que estes processos podem ter facilitado à liberação de nutrientes no ambiente circundante da semente (PIRES, 2011).

Os resultados de índice de velocidade de emergência de plântulas sugerem que as sementes de *L. leucocephala* têm maior sensibilidade aos processos ocorridos no trato digestório de ovinos, caprinos, asininos, suínos e bovinos, uma vez que a emergência das plântulas ocorreu em menor tempo quando as sementes foram fornecidas a estes animais. A redução no tempo para a emergência e, conseqüentemente, maior velocidade de emergência estão de acordo com Valentim e Carneiro (1998), quando relataram que pode haver um possível desgaste tegumentar e entrada de água nas sementes após exposição às condições específicas do trato digestório dos animais, isso porque os ácidos orgânicos podem ter provocado aumento de temperatura e microbiota deste ambiente atual em sinergismo para quebra de dormência.

As reduções no índice de velocidade de emergência de plântulas de *T. indica*, advindas de sementes passadas pelo trato digestório de ovinos, caprinos e bovinos podem ter ocorrido em função de possíveis danos às sementes, uma vez que o ambiente ruminal aumenta a taxa de degradação da fibra tegumentar, causando aumento expressivo no número de bactérias anaeróbias e redução nas variações de pH (5,5-6,9), amônia e ácidos graxos voláteis (HUBER et al., 1994; WALLACE, 1994). Em sementes intactas e com um tempo de exposição adequado, estas condições supracitadas podem facilitar a superação da dormência, Em

contrapartida, a ocorrência de fissuras pelo aparelho mastigador ou prolongamento do tempo de exposição podem ter contribuído também para uma menor velocidade de emergência.

Na Tabela 10, referente aos dados coletados em 2018, observa-se que o maior comprimento de raiz primária de plântulas de *Z. joazeiro* foi obtido quando as sementes foram ofertadas a suínos (12,11 cm), sem diferença estatística significativa em relação às plântulas oriundas de sementes que passaram pelo trato digestório de asininos (6,84 cm). Na espécie *L. leucocephala*, observou-se maior comprimento de raiz primária de plântulas quando as sementes passaram pelo trato digestório de asininos (22,85 cm) e ovinos (18,83 cm), cujos valores não diferem significativamente daqueles observados para bovinos (10,02 cm). As plântulas de *T. indica* com maior comprimento de raiz primária foram aquelas oriundas de sementes excretadas nas fezes de suínos (16,81 cm), sem diferença estatística daquelas provenientes de sementes ingeridas por asininos (14,02 cm) e bovinos (12,84 cm) e da testemunha (12,95 cm). Em relação ao comprimento de raiz primária de plântulas de *S. tuberosa*, não se observou diferença estatística entre os tratamentos em que as sementes passaram pelo trato digestório dos ruminantes e monogástricos avaliados, inclusive quando comparado à testemunha.

Quando analisou-se a influência da espécie animal no desenvolvimento de plântulas das diferentes espécies florestais, no ano de 2018 (Tabela 10), observou-se que em sementes excretadas nas fezes de ovinos e asininos, os maiores comprimentos de raiz primária (18,83 e 22,85 cm, respectivamente) foram obtidos em plântulas de *L. leucocephala*. Para as plântulas oriundas das sementes que passaram pelo trato digestório dos caprinos, não se observou diferença significativa entre as espécies florestais, entretanto, nas sementes excretadas pelos suínos foi obtido maior comprimento de raiz primária nas espécies *T. indica* (16,81 cm) e *Z. joazeiro* (12,11 cm). Em sementes que passaram pelo trato digestório de bovinos, os maiores comprimentos de raiz primária foram constatados em plântulas de *L. leucocephala* (16,02 cm), *T. indica* (12,84 cm) e *S. tuberosa* (9,98 cm), cujos valores são estatisticamente iguais. O maior comprimento de raiz primária das plântulas oriundas de sementes que não foram fornecidas aos animais (testemunha) foi verificado em *T. indica* (12,95 cm), o qual não diferiu estatisticamente de *S. tuberosa* (7,86 cm).

No ano de 2019 (Tabela 10), referente ao comprimento da raiz primária de plântulas, observa-se que nas espécies *Z. joazeiro*, *L. leucocephala* e *T. indica*, não houve diferença estatística entre os tratamentos nos quais as sementes passaram pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, inclusive quando comparados à testemunha. Em *S. tuberosa*, foi verificado maior comprimento de raiz primária para plântulas provenientes de sementes que

passaram pelo trato digestório de bovinos (8,88 cm), asininos (8,71 cm) e ovinos (7,01 cm), bem como de sementes da testemunha (8,25 cm), cujos valores não diferem estatisticamente daqueles obtidos em sementes excretas por caprinos (3,70 cm).

**Tabela 10.** Médias de Comprimento de raiz primária de plântulas de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa* oriundas de sementes após passagem no trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.

Animais	<i>Z. joazeiro</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>T. indica</i>	<i>S. tuberosa</i>
2018				
Testemunha	4,94 bcB	4,13 cD	12,95 aAB	7,86 abA
Ovino	4,53 cB	18,83 aA	0,00 dC	10,36 bA
Caprino	6,09 aB	10,98 aBC	9,64 aB	7,70 aA
Asinino	6,84 cAB	22,85 aA	14,02 bAB	7,51 cA
Suíno	12,11 abA	5,57 cCD	16,81 aA	6,97 bcA
Bovino	0,00 bC	16,02 aAB	12,84 aAB	9,98 aA
2019				
Testemunha	15,49 aA	15,07 aA	0,0 bA	8,25 aA
Ovino	11,85 aA	10,00 aA	0,0 bA	7,01 aA
Caprino	7,56 aA	9,92 aA	0,0 bA	3,70 abAB
Asinino	12,66 aA	8,06 aA	0,0 bA	8,71 bA
Suíno	15,30 bA	18,34 aA	0,0 bA	0,00 bB
Bovino	13,86 aA	17,23 aA	0,0 bA	8,88 aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

No ano de 2019, Tabela 10, analisando-se a influência da espécie animal no desenvolvimento de plântulas das diferentes espécies florestais observa-se que os maiores comprimentos de raiz primária, oriundas de sementes que passaram pelo trato digestório de ovinos, caprinos e bovinos, assim como de sementes da testemunha, foram registrados em plântulas de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala* e *S. tuberosa*. As sementes ingeridas por asininos resultaram em plântulas com maior comprimento de raiz primária nas espécies *Z. joazeiro* (12,66 cm) e *L. leucocephala* (8,06 cm), enquanto a ingestão das sementes pelos suínos favoreceu o comprimento radicular apenas de plântulas de *leucocephala* (18,34 cm).

As diferenças observadas entre as espécies florestais avaliadas quanto ao comprimento de raiz primária, provavelmente, se devem à ocorrência de variabilidade genética e expressão fenotípica das características intrínsecas de cada família, gênero, variedade e/ou cultivar (KAGEYAMA et al., 2003), uma vez que há variação entre as sementes, notadamente no que se refere a tamanho, cor, estruturas de proteção do embrião, tipo de fruto, entre outros (NOGUEIRA e MEDEIROS, 2007).

Em complemento, no comprimento das raízes de plântulas oriundas de sementes após passagem pelo trato digestório dos animais, além das respostas devidas à germinação e emergência, podem ser resultantes da interação entre os microrganismos presentes no substrato e aqueles remanescentes do trato digestório dos animais e aderidos nas sementes. Isso acontece, principalmente, porque os microrganismos competem tanto pelo sítio de infecção na semente ou na plântula quanto pelos substratos orgânicos utilizados para sua alimentação, promovendo a degradação da massa orgânica (BRITO et al., 2008) e alterações no balanço hormonal de modo a promover maior crescimento da raiz para absorção de nutrientes e água (OLIVEIRA; URQUIAGA e BALDANI, 2003).

O aumento no comprimento de raiz primária pode estar relacionado à maior disponibilidade de nutrientes resultante das interações microbiológicas no substrato, notadamente porque o crescimento de raízes é mínimo em solos pobres, uma vez que elas se tornam limitadas pelos nutrientes. À medida que a disponibilidade de nutrientes no solo aumenta, as raízes proliferam, enquanto que onde os nutrientes do solo excedem uma concentração ideal, o crescimento de raiz pode tornar-se limitado por carboidratos. Em algumas espécies, com altas concentrações de nutrientes no solo, poucas raízes são suficientes para suprir todos os nutrientes necessários, de modo que a planta pode diminuir a alocação de seus recursos para as raízes enquanto aumenta sua alocação para a parte aérea e estruturas reprodutivas (TAIZ et al., 2017).

Na tabela 11, referente ao crescimento de parte aérea de plântulas no ano de 2018, não se observou diferença estatística no comprimento de plântulas de *Z. joazeiro* quando as sementes passaram pelo trato digestório de asininos (7,32 cm), suínos (7,19 cm), caprinos (5,82 cm) e ovinos (4,58 cm), e também para plântulas oriundas de sementes da testemunha (5,40 cm). Não foi registrado comprimento de parte aérea nas plântulas de *Z. Joazeiro*, oriundas de sementes excretadas nas fezes de bovinos, porque não houve emergência neste tratamento. O maior comprimento de parte aérea (7,46 cm) de plântulas de *L. leucocephala* foi proveniente das sementes ingeridas pelos suínos, cujo valor difere significativamente daqueles obtidos para os demais tratamentos, bem como para a testemunha. As sementes de *T. indica* originaram plântulas com maior comprimento de parte aérea, sem diferença estatística, quando foram excretadas por caprinos (12,12 cm), asininos (11,10 cm), bovinos (10,94 cm) e suínos (10,72 cm) e também quando provenientes da testemunha (11,86 cm); enquanto que nas sementes ingeridas por ovinos não se verificou emergência de plântulas. Em relação ao comprimento de parte aérea de plântulas de *S. tuberosa*, não houve diferença estatística

significativa, entre os tratamentos utilizados, seja para as sementes ingeridas por ruminantes e monogástricos, ou como para aquelas que não foram ofertadas a animais (testemunha).

**Tabela 11.** Médias de comprimento de parte aérea de plântulas de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa* oriundas de sementes após passagem no trato digestório de ruminantes e monogástricos de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.

Animais	<i>Z. joazeiro</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>T. indica</i>	<i>S. tuberosa</i>
2018				
Testemunha	5,40 bA	7,46 bB	11,86 aA	10,05 aA
Ovino	4,58 bA	5,11 bB	0,00 cB	12,88 aA
Caprino	5,82 bA	4,50 bB	12,12 aA	11,84 aA
Asinino	7,32 bcA	5,33 cB	11,10 abA	12,54 aA
Suíno	7,19 bA	13,43 aA	10,72 abA	12,31 aA
Bovino	0,00 cB	6,18 bB	10,94 aA	12,53 aA
2019				
Testemunha	6,52 abAB	3,07 bA	0,0 cA	11,73 aA
Ovino	6,69 abAB	2,56 bA	0,0 cA	13,53 aA
Caprino	4,18 aAB	3,88 aA	0,0 bA	6,58 aB
Asinino	9,35 aA	2,38 bA	0,0 cA	12,12 aA
Suíno	6,30 aAB	3,34 aA	0,0 bA	0,00 bC
Bovino	4,44 bB	2,33 bA	0,0 cA	14,11 aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quando avaliou-se o efeito da passagem das sementes pelo trato digestório dos animais sobre o desenvolvimento de plântulas das diferentes espécies florestais (Tabela 11), no ano de 2018, observou-se que as sementes ofertadas aos ovinos produziram plântulas com maior comprimento da parte aérea em *S. tuberosa* (12,88 cm), sendo estatisticamente superior aos valores obtidos para as demais espécies florestais. Quando as sementes foram ofertadas a caprinos, os maiores comprimentos de parte aérea foram observados em plântulas de *T. indica* (12,12 cm) e *S. tuberosa* (11,84 cm), os quais foram estatisticamente iguais. As sementes ofertadas a asininos produziram plântulas com maior comprimento de parte aérea na espécie *S. tuberosa* (12,54 cm), no entanto sem diferença estatística em relação a *T. indica* (11,10 cm). Os comprimentos de parte aérea de plântulas oriundas de sementes ofertadas a suínos foram significativamente superiores nas espécies *L. leucocephala* (13,43 cm), *S. tuberosa* (12,31 cm), não diferindo estatisticamente das plântulas de *T. indica* (10,72 cm). Quando às sementes passaram pelo trato digestório de bovinos, o maior comprimento de parte aérea foi registrado em plântulas de *S. tuberosa* (12,53 cm) e *T. indica* (10,94 cm), os quais diferenciam-se dos valores obtidos para as demais espécies florestais. De mesma forma que ocorreu para as sementes ingeridas por caprinos e bovinos, aquelas que não passaram pelo

trato digestório dos animais também geraram plântulas com maior comprimento de parte aérea nas espécies *T. indica* (11,86 cm) e *S. tuberosa* (10,05 cm).

No ano de 2019 (Tabela 11), observou-se que as sementes de *Z. joazeiro* originaram plântulas com maior comprimento de parte aérea quando passaram pelo trato digestório de asininos (9,35 cm), o qual não diferiu estatisticamente dos valores obtidos para plântulas geradas por sementes ingeridas por ovinos (6,69 cm), caprinos (4,18 cm) e suínos (6,30 cm), e também por sementes da testemunha (6,52 cm). As sementes das espécies *L. leucocephala* e *T. indica* excretadas nas fezes de ruminantes e monogástricos, assim como aquelas do tratamento testemunha, originaram plântulas cujas médias de comprimentos de parte aérea não diferiram entre si, estatisticamente. Nas plântulas de *S. tuberosa*, o maior comprimento de parte aérea foi obtido quando as sementes passaram pelo trato digestório de bovinos (14,11 cm), ovinos (13,53 cm) e asininos (12,12 cm), bem como quando provenientes da testemunha (11,73 cm), os quais não diferiram entre si estatisticamente.

Quando avaliou-se o efeito da passagem das sementes pelo trato digestório dos ruminantes e monogástricos no ano de 2019 (Tabela 11), observou-se que nas sementes ofertadas a ovinos, o maior comprimento de parte aérea ocorreu em plântulas de *S. tuberosa* (13,53 cm), cujo valor não difere, estatisticamente, daquele obtido para *Z. joazeiro* (6,69 cm). As sementes que passaram pelo trato digestório de caprinos originaram plântulas com maiores comprimentos de parte aérea nas espécies *S. tuberosa* (6,58 cm), *Z. joazeiro* (4,18 cm) e *L. leucocephala* (3,88 cm), cujos valores não diferem significativamente. As sementes ofertadas a asininos, assim como aquelas provenientes da testemunha, originaram plântulas com maior comprimento de parte aérea em *S. tuberosa* (12,12 e 11,73 cm, respectivamente) e *Z. joazeiro* (9,35 e 6,52 cm, respectivamente). Os maiores comprimentos de parte aérea de plântulas, provenientes de sementes ingeridas pelos suínos, foram observados nas espécies *Z. joazeiro* (6,30 cm) e *L. leucocephala* (3,34 cm), cujos valores são significativamente iguais; enquanto as sementes excretadas nas fezes dos bovinos, originaram plântulas com comprimentos de parte aérea, significativamente superior, em *S. tuberosa* (14,11 cm).

O comprimento da parte aérea não registrada na espécie *T. indica* no ano de 2019, foi devido a não ocorrência da emergência das plântulas. Nas demais espécies, o incremento no comprimento da parte aérea pode está diretamente relacionado a disponibilidade de microrganismo às sementes, uma vez que, o fornecimento favorável desses, podem ter atuado como bioindutores, sendo que, nas plantas, esta bioindução pode ter mediado a síntese de fitormônios, atividade fotossintética e outros processos fisiológicos (TALAAT. 2019). Desse

modo, pode ter ocorrido maior divisão e alongamento celular, o que explicaria os incrementos registrados nessa variável.

Estudos de divergência genética são importantes para determinar quão distante geneticamente uma população ou genótipo é de outro, neste sentido, a variabilidade no comprimento da parte área entre as espécies vegetais estudadas pode estar relacionada a divergência genotípica e fenotípica (CRUZ, 2018). A quantidade de reservas das sementes está diretamente associada à morfologia funcional dos cotilédones, que pode ter afetado de forma significativa a germinação e o desenvolvimento dessas espécies (DRANSKI; SONDA; DEMARCHI JUNIOR, 2019). Estes pesquisadores reportaram que o crescimento inicial das plantas não depende apenas do potencial de desempenho inerente à semente, mas também das condições ambientais e edáficas de tratamento e cultivo, como por exemplo, a passagem das sementes pelo trato digestório desses animais, o que pode ter influenciado na expressão do potencial fisiológico.

Com base no exposto, possivelmente os fatores decorrentes da interação entre as espécies animais e espécies vegetais tenham promovido mudas de melhor qualidade, de modo a introduzir uma tecnologia alternativa para o cultivo de *Z. joazeiro*, *L. leucocephala*, *T. indica* e *S. tuberosa*, permitindo maior rentabilidade e qualidade de vida para os produtores, (RODRIGUES et al., 2019; SILVA et al., 2019).

Na Tabela 12, referente aos dados coletados em 2018 para massa seca de raízes, observa-se que na espécie *Z. joazeiro*, o maior conteúdo de massa seca (1,16 g) foi obtido para plântulas oriundas de sementes que passaram pelo trato digestório de suínos, cujo valor não difere significativamente das médias obtidas a partir de sementes ingeridas por ovinos (0,38 g), caprinos (0,42 g) e asininos (1,03 g). Em relação as sementes ingeridas por bovinos, não se verificou emergência de plântulas de *Z. joazeiro*. As plântulas de *L. leucocephala* com maior conteúdo massa seca de raízes foram àquelas oriundas de sementes ofertadas a asininos (1,95 g), não diferindo estatisticamente daquelas ingeridas por ovinos (1,14 g) e bovinos (1,01 g). As plântulas de *T. indica* formaram raízes com maior conteúdo de massa seca quando provenientes da testemunha (6,52 g), cujo valor foi estatisticamente superior aqueles obtidos de plântulas originadas por sementes que passaram pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos. O maior conteúdo de massa seca de raízes de plântulas de *S. tuberosa* foi verificado quando as mesmas foram originadas por sementes ofertadas a bovinos (3,37 g), cujo valor diferiu estatisticamente daqueles obtidos para os demais tratamentos, inclusive para a testemunha.

**Tabela 12.** Médias de massa seca de raízes de plântulas de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa* oriundas de sementes após passagem no trato digestório de ruminantes e monogástricos, nos anos de 2018 e 2019.

Animais	<i>Z. joazeiro</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>T. indica</i>	<i>S. tuberosa</i>
2018				
Testemunha	0,27 cBC	0,11 cC	6,52 aA	1,03 bB
Ovino	0,38 bAB	1,14 abAB	0,00 cD	1,32 aB
Caprino	0,42 aAB	0,59 aBC	0,75 aC	0,58 aB
Asinino	1,03 bcAB	1,95 abA	2,76 aB	0,73 cB
Suíno	1,16 aA	0,39 aBC	0,71 aC	1,06 aB
Bovino	0,00 cC	1,01 bAB	0,85 bC	3,37 aA
2019				
Testemunha	2,09 aA	0,13 bA	0,0 bA	1,81 aA
Ovino	1,55 aAB	0,01 bA	0,0 bA	0,93 aAB
Caprino	1,0 aAB	0,04 bA	0,0 bA	0,26 abBC
Asinino	0,94 aAB	0,04 bA	0,0 bA	2,36 aA
Suíno	1,37 aAB	0,04 bA	0,0 bA	0,00 bC
Bovino	0,71 abB	0,04 bA	0,0 bA	0,79 aAB

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Analisando o efeito da passagem das sementes pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos sobre o desenvolvimento do sistema radicular de plântulas, no ano de 2018 (Tabela 12), observa-se que, quando as sementes foram ofertadas a ovinos foi registrado maior conteúdo de massa seca de raízes em plântulas de *S. tuberosa* (1,32 g), sem diferença estatística em relação a *L. leucocephala* (1,14 g). As sementes que passaram pelo trato digestório dos caprinos, assim como aquelas ofertadas aos suínos, originaram plântulas com conteúdo de massa seca de raízes, significativamente iguais, para todas as espécies florestais avaliadas. Quando as sementes foram ingeridas por asininos, o maior conteúdo de massa seca de raízes foi registrado para plântulas de *T. indica* (2,76 g), não se observando diferença estatística em relação a *L. leucocephala* (1,95 g). Nas sementes que não foram ofertadas às espécies animais (testemunha), o maior conteúdo de massa seca de raízes foi obtido em plântulas de *T. indica* (6,52 g), cujo valor diferiu estatisticamente em relação as demais florestais.

Na Tabela 12, referente aos dados coletados em 2019 para massa seca de raízes, observa-se que na espécie *Z. joazeiro* o maior conteúdo de massa seca (2,09 g) foi obtido em plântulas provenientes de sementes da testemunha, cuja média é estatisticamente igual aos valores obtidos de sementes ingeridas por ovinos (1,55 g), suínos (1,37 g), caprinos (1,00 g) e asininos (0,94 g). O conteúdo de massa seca de raízes de plântulas de *L. leucocephala*, assim como de *T. indica*, não diferiram estatisticamente entre os tratamentos, ou seja, a passagem



das sementes dessa espécie pelo trato digestório dos ruminantes e monogástricos utilizados não têm influência no conteúdo de massa seca de raízes. Os maiores valores para *S. tuberosa*, no que diz respeito ao conteúdo de massa seca de raízes foram verificados quando as sementes passaram pelo trato digestório de asininos (2,36 g) e aquelas provenientes da testemunha (1,81 g), os quais não diferem significativamente dos valores obtidos para sementes excretadas por ovinos (0,93 g) e bovinos (0,79 g).

Na Tabela 12, no ano de 2019 quando as sementes foram excretadas nas fezes de ovinos ou de asininos produziram plântulas com acúmulo de massa seca de raízes, significativamente superior, nas espécies *Z. joazeiro* (1,55 e 0,94 g, respectivamente) e *S. tuberosa* (0,93 e 2,36 g, respectivamente). O maior conteúdo de massa seca de raízes de plântulas geradas por sementes que passaram pelo trato digestório de caprinos foi registrado para *Z. joazeiro* (1,00 g), o qual não diferiu estatisticamente dos valores obtidos para *S. tuberosa* (0,26 g). Da mesma forma que ocorreu para plântulas provenientes de sementes ingeridas por ovinos e asininos, as plântulas oriundas de sementes da testemunha de *Z. joazeiro* (2,09 g) e *S. tuberosa* (1,81 g), obtiveram maior conteúdo de massa seca.

O acúmulo de massa seca das raízes é resultante do processo de crescimento, o qual depende das fases iniciais, como germinação e emergência, logo, as diferenças entre as espécies vegetais refletem às diferenças relatadas na porcentagem e índice de velocidade de emergência das plântulas. Assim, as mudas que acumularam maior fitomassa radicular podem ter sido beneficiadas pelo fato de terem emergido em menor tempo e, portanto, terem formado o sistema de captação de luz mais rapidamente, o que favoreceu uma maior atividade fotossintética e consequente translocação floemática dos fotossintatos para nutrição das raízes em crescimento (TAIZ et al., 2017).

Na tabela 13, referente ao conteúdo massa seca de parte aérea de plântulas no ano de 2018, não se verifica diferença estatística entre os tratamentos em que as sementes de *Z. joazeiro* passaram pelo trato digestório de ruminantes e monogástricos, assim como, quando as plântulas foram oriundas de sementes da testemunha. O maior conteúdo de massa seca de parte aérea de plântulas de *L. leucocephala*, foi obtido quando as sementes foram ofertadas a asininos (0,83 g), cuja média não diferiu estatisticamente daqueles valores obtidos a partir de sementes que passaram pelo trato digestório de ovinos (0,61 g), bovinos (0,30 g) e caprinos (0,17 g). Na espécie *T. indica*, as plântulas provenientes de sementes ofertadas a bovinos, bem como aquelas da testemunha, obtiveram os maiores conteúdos de massa seca de parte aérea (2,19 e 1,63 g, respectivamente), os quais são estatisticamente iguais aos observados para plântulas de sementes excretadas nas fezes de asininos. Nas plântulas de *S. tuberosa*

constatou-se maior conteúdo de massa seca de parte aérea em plântulas provenientes de sementes ofertadas a ovinos e bovinos (3,18 e 2,93 g, respectivamente), cujos valores médios não diferem daqueles obtidos para plântulas oriundas de sementes da testemunha (1,83 g) e excretadas por suínos (1,40 g).

**Tabela 13.** Média de massa seca de parte aérea de plântulas de *Ziziphus joazeiro*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica* e *Spondias tuberosa* oriundas de sementes excretadas nas fezes de ruminantes e monogástricos e retirados dos frutos (testemunha) nos anos de 2018 e 2019.

Animais	<i>Z. joazeiro</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>T. indica</i>	<i>S. tuberosa</i>
	2018			
Testemunha	0,02 bA	0,03 bC	1,63 aA	1,83 aAB
Ovino	0,05 cA	0,61 bAB	0,00 cC	3,18 aA
Caprino	0,10 aA	0,17 aABC	0,22 aBC	0,50 aC
Asinino	0,19 aA	0,83 aA	0,82 aAB	1,04 aBC
Suíno	0,28 bA	0,10 bBC	0,25 bBC	1,40 aABC
Bovino	0,00 cA	0,30 bABC	2,19 aA	2,93 aA
	2019			
Testemunha	1,02 b A	0,18 bcA	0,0 cA	6,28 aA
Ovino	0,88 aA	0,02 bA	0,0 bA	1,97 aB
Caprino	0,45 aA	0,03 abA	0,0 bA	0,28 abC
Asinino	0,34 bA	0,04 bA	0,0 bA	3,48 aB
Suíno	0,57 aA	0,06 abA	0,0 bA	0,00 bC
Bovino	0,30 bA	0,06 bA	0,0 bA	3,06 aB

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

No ano de 2018, Tabela 13, analisando-se o efeito da passagem das sementes pelo trato digestório de caprinos e asininos, sobre a massa seca de parte de plântulas, verifica-se que, não houve diferença significativa entre as diferentes espécies florestais, em ambos os tratamentos. Porém, quando as sementes foram excretadas nas fezes de ovinos e suínos, o maior conteúdo de massa seca de parte aérea foi constatado em plântulas de *S. tuberosa* (3,18 e 1,40 g, respectivamente). Quando as sementes foram ingeridas por bovinos, assim como, quando provenientes da testemunha, o conteúdo de massa seca de parte aérea de plântulas de *S. tuberosa* foi estatisticamente igual aos valores obtidos para *T. indica*.

Na Tabela 13, referente aos dados de massa seca de parte aérea coletados em 2019, observa-se que para as espécies *Z. joazeiro*, *L. leucocephala* e *T. indica*, o conteúdo de massa seca de parte aérea das plântulas oriundas das sementes excretadas nas fezes de ruminantes e monogástricos, bem como daquelas provenientes da testemunha, foi significativamente igual para todas as espécies. O conteúdo de massa seca de parte aérea de plântulas de *S. tuberosa* foi significativamente superior quando oriundas de sementes da testemunha (6,28 g).

Quando foi avaliado o efeito da passagem das sementes pelo trato digestório dos animais sobre o conteúdo de massa seca de parte aérea (Tabela 13), no ano de 2019, observa-se que, sementes de *S. tuberosa* (1,97 g) e *Z. joazeiro* (0,88 g) ingeridas pelos ovinos originaram plântulas com maior conteúdo de massa seca nas raízes, cujos valores diferiram estatisticamente daqueles obtidos para as demais espécies florestais. As plântulas provenientes de sementes que foram ofertadas a caprinos obtiveram maior conteúdo de massa seca de parte aérea na espécie *Z. joazeiro* (0,45 g), cujo valor não diferiu estatisticamente daqueles obtidos para *S. tuberosa* (0,28 g) e *L. leucocephala* (0,03 g). Quando as sementes passaram pelo trato digestório de suínos, observou-se maior acúmulo de massa seca de parte aérea em plântulas de *Z. joazeiro* (0,57 g), cujo valor não diferiu estatisticamente daquele observado para plântulas de *L. leucocephala* (0,06 g). As sementes excretadas nas fezes de asininos e bovinos, bem como aquelas provenientes da testemunha, produziram plântulas com maior conteúdo de massa seca de parte aérea (3,48, 3,06 e 6,28 g, respectivamente) em *S. tuberosa*, com diferença estatística em relação aos valores obtidos para as demais espécies florestais avaliadas.

As variações no acúmulo de fitomassa da parte aérea das mudas de espécies vegetais estão atreladas às alterações de crescimento em função das divergências genéticas entre as espécies vegetais estudadas e da passagem das sementes pelo trato digestório das espécies animais, o que influenciou processos germinativos e de emergência e, consequentemente, alterou o crescimento entre e dentro das espécies. As sementes advindas dos animais possuem microrganismos que interagem com o substrato onde foram semeadas, que, por sua vez, consiste em insumo orgânico rico em nutrientes e microrganismos benéficos, destacando-se o nitrogênio, fósforo e potássio (CHOJNACKA; MOUSTAKAS e WITEK-KROWIAK 2020).

A condição de anaerobiose no trato digestório dos animais, possivelmente favoreceu a ação de bactérias proteolíticas e celulolíticas e o processo enzimático ligado ao abomaso e intestino grosso, criando um ambiente em que as sementes foram banhadas em ácido (pH 2-5) e enzimas proteolíticas, amilolíticas e lipolíticas (VALENTIM e CARNEIRO, 1998; TONIN, 2004), o que, em tese, favorece o desgaste do tegumento das sementes e promove quebra de dormência.

A interação entre microrganismos aderidos às sementes com aqueles disponíveis no substrato pode responder as mudanças ocorridas nos perfis de crescimento das mudas das espécies vegetais porque o uso de indutores biológicos como microrganismos, pode ser uma alternativa promissora para promoção de crescimento vegetal (EL-MAGEED et al., 2020). Os microrganismos eficientes (EMs) podem ter atuado como bioindutores nas plantas, sobretudo

mediando à síntese de fitormônios, atividade fotossintética e outros processos fisiológicos, o que modulou o crescimento das mudas (TALAAT, 2019).

Os muare, ao consumirem os frutos de *Prosopis juliflora*, contribuem efetivamente para o avanço do processo de invasão biológica, sendo necessário receber um manejo adequado para que não atuem como dispersores da referida invasora, além disso, cerca de 20% das sementes excretadas podem ser preservadas viáveis nas fezes por mais de seis meses (GONÇALVES et al., 2013).

## 5. CONCLUSÕES

A passagem das sementes no trato digestório dos ruminantes e monogástricos é mais eficiente na quebra de dormência das sementes de *Z. joazeiro* e *L. leucocephala* quando comparadas a *S. tuberosa* e *T. indica*;

Todos os ruminantes e os monogástricos analisados são eficientes na quebra de dormência de sementes das espécies florestais avaliadas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.

ABÍLIO, F. J. P.; RUFFO, T. L. M. Fauna da caatinga. In: ABÍLIO, F.J.P. (Org.). **Bioma caatinga: ecologia, biodiversidade, educação ambiental e práticas pedagógicas**. João Pessoa: Editora Universitária, 2010. p.57-72.

AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA FILHO, J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.1, p.114-140, 2007.

AJIBOYE, A. A.; AGBOOLA, D. A. Effect of coconut milk and *Briophyllum pinnatum* extracts on seed germination of some tree seed species. **International Research Journal of Biotechnology**, v.2, n.1, p.29-32, 2011.

AJIBOYE, A. A.; AGBOOLA, D. A.; ATAYESE, M. A. Seed germination and peroxidase analysis of some valuable savanna tree seed species. **The Pacific Journal of Science and Technology**, v. 11, n. 2, p. 463-470, 2010.

ALBERT, A.; MÅRELL, A.; PICARD, M.; BALTZINGER, C. Using basic plant traits to predict ungulate seed dispersal potential. **Ecography**, v. 38, n. 1, p. 440-449, 2015a.

ALBERT, A.; AUFFRET, A. G.; COSYNS, E.; COUSINS, S. A. O.; D'HONDT, B.; EICHBERG, C.; EYCOTT, A. E.; HEINKEN, T.; HOFFMANN, M.; JAROSZEWICZ, B.; MALO, J. E.; MÅRELL, A.; MOUISSIE, M.; PAKEMAN, R. J.; PICARD, M.; PLUE, J.; POSCHLOD, P.; PROVOOST, S.; SCHULZE, K. A.; BALTZINGER, C. Seed dispersal by ungulates as an ecological filter: a trait-based meta-analysis. **Oikos**, v. 124, p. 1109-1120, 2015b.

ALBUQUERQUE, U. P. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. **Journal Ethnobiology and Ethnomedicine**, v.2, n.30, p.1-10, 2006.

ALBUQUERQUE, U. P.; MONTEIRO, J.M.; RAMOS, M. A.; AMORIM, E. L. C. Medicinal and magic plants from a public market in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.110, n.1, p.76-91, 2007.

ALMEIDA, J. C.; SILVA, T. O.; NEPOMUCENO, D. D.; ROCHA, N. S.; ARAÚJO, R. P.; PEREIRA, T. P.; MORENZ, M. J. F.; ABREU, J. B. R. Dispersão de sementes e persistência de leguminosas forrageiras tropicais após ingestão por bovinos. **Bioscience Journal**, v.31, n.3, p.867-874, 2015.

ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e banco de sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs), **Germinação: do básico ao aplicado**, Porto Alegre: Artmed, 2004. p.225-235.

ALVES, J. S.; REIS, L. B. O.; SILVA, E. K. C.; FABRICANTE, J. R.; SIQUEIRA FILHO, J. A. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. J.R. In: FABRICANTE, J. R. (ed.). **Plantas exóticas e exóticas invasoras da Caatinga**. Florianópolis: Bookes, 2014. v.4, 13p.

ANDRADE, M. V. M.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; BRUNO, R. L. A.; GUEDES, D. S. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de caatinga no Cariri paraibano. **Caatinga**, v.22, n.1, p.229-237, 2009.

BALTZINGER, C.; KARIMI, S.; SHUKLA, U. Plants on the move: hitch-hiking on ungulates distributes diaspores across landscapes. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 7, p. 1-19, 2019.

BANCO DE DADOS METEOROLÓGICOS do INMET. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/#>> Acesso em: 08 de fev. de 2021.

BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C. A.; LIMA, L.C. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2006. p.657-693.

BARBOSA, J. E. L. Educação Ambiental e a formação continuada de professores. In: ABILIO F.J. P. (org.) **Educação ambiental para o semiárido**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011.361p.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2004.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 616p.

BFG. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **IPJBRJ. Rodriguésia**, v.66, n.4, p.1085-1113, 2015.

BOLZAN, F. G. S. **Sobrevivência e germinação de sementes de *Brachiarias* spp., sob mastigação simulada, digestão ácido enzimática e fermentação *in vitro***. 2017. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2017.

BOUROU, S.; NDIAYE, F.; DIOUF, M.; DIOP, T.; DAMME, P. V. Tamarind (*Tamarindus indica* L.) parkland mycorrhizal potential within three agro-ecological zones of Senegal. **Fruits**, v.65, n.6, p.3-13, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009.395p.

BRITO, L. M.; AMARO, A. L.; MOURÃO, I.; COUTINHO, J. Transformação da matéria orgânica e do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.5, p.1959-1968, 2008.

BRUUN, H. H.; POSCHLOD, P. Why are small seeds dispersed through animal guts: large numbers or seed size per se? **Oikos**, v.11, n.2, p.402-411, 2006.

CÂMARA, C. S.; ALVES, A. A.; MOREIRA FILHO, M. A.; GARCEZ, B. S.; AZEVEDO, D. M. M R. Dietas contendo fenos de leucena ou estilosantes para cabras Anglo-Nubianas de tipo misto em lactação. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.2, p.443-450, 2015.

CARVALHO, P. E. R. **Juazeiro - *Ziziphus joazeiro***. EMBRAPA Florestas: Colombo, 2007. 7p.

CASTELLANI, A. C. F. **Projeto de lei que propõe a proibição da derrubada do umbuzeiro em todo o país**. Brasília: Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 2004. 13p.

CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; DIAS, E. S.; SANTOS, J. Avaliação das alterações bromatológicas e de degradabilidade do resíduo de lixadeira do algodão após tratamento biológico com *Pleurotussajor-caju*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.3, p.608-613, 2004.

CASTRO, R. A. **Hidratação descontínua como estratégia adaptativa de sementes da exótica invasora *Leucaena leucocephala* (lam.) De Wit (Fabaceae)**. 2017. 56f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

CHOJNACKA, K.; MOUSTAKAS, K.; WITEK-KROWIAK, A. Bio-based fertilizers: a practical approach towards circular economy. **Bioresource Technology**, v.295, n. 1, p.122-223, 2020.

COSTA, J. N. M. N.; DURIGAN, G. "*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (Fabaceae): invasive or ruderal?". **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.825-833, 2010.

COSTA, W. D.; LOIOLA, L. C. O.; NONATO, C. F. A.; ANDRADE, C. C.; COSTA, J. G. M.; RODRIGUES, F. F. G. Análise físico-química, bromatológica e antibacteriana dos frutos de *Tamarindus indica* Linn. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 14 n. 1, p. 86-95, 2015.

COUVREUR, M.; COSYNS, E.; HERMY, M.; HOFFMANN, M. Complementarity of epi- and endozoochory of plant seeds by free ranging donkeys. **Ecography**, v.28, n.1, p.37-48, 2005.

CRAWFORD, G.; PUSCHNER, B.; AFFOLTER, V.; STALIS, I.; DAVIDSON, A.; BAKER, T.; TAHARA, J.; JOLLY, A.; OSTAPAK, S. Systemic effects of *Leucaena leucocephala* ingestion on ring tailed lemurs (*Lemur catta*) at Berenty Reserve, Madagascar. **American Journal of Primatology**, v.77, n.6, p.633-641, 2015.

CRIA - Centro de Referência em Informação Ambiental. **Species Link** "*Leucaena leucocephala*". Disponível em: <http://splink.cria.org.br/>. Acesso em: 31jul 2020.

CRUZ, E. S.; PINTO, M. A. D. S. C.; CARVALHO, H. F. S.; NOVAES, M. H. M. **Emergência de sementes de *Tamarindus indica* L. submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos**. JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13, 2013, Recife. **Resumos** [...]. Recife: UFRPE, p.1-3, 2013.

CRUZ, F. R. S.; ANDRADE, L. A.; FEITOSA, R. C. Produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Ciência Florestal**, v.26, n.1, p.69-80, 2016.



CRUZ, M. C.; SANTOS, P. O.; BARBOSA, A. M. J. R.; MÉLO, D. R.; ALVIANO, C. S.; ANTONIOLLI, A. R.; ALVIANO, D. S.; TRINDADE, R. C. Antifungal activity of brazilian medicinal plants involved in popular treatment of mycoses. **Journal of Ethnopharmacology**, v.111, n.1, p.409-412, 2007.

CRUZ, T. S. **Divergência fenotípica em variedades do gênero *Schizolobium* por caracteres biométricos e fisiológicos**. 2018. 74f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

DA CUNHA, F. R. P., FERNANDES, A., & DA SILVA, H. P. A dispersão da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. nos córregos urbanos de Maringá (PR). **Arquivos do Mudi**, v. 17, n. 1, p. 3-4, 2014.

DALMOLIN, M. F. S.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Dispersão e germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. na região Oeste do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.355-362, 2011.

DANTAS, F. C. P.; TAVARES, M. L. R.; TARGINO, M. S.; COSTA, A. P.; DANTAS, F. O. *Ziziphus joazeiro* Mart. - Rhamnaceae: características biogeoquímicas e importância no bioma Caatinga. **Revista Principia**, v.1, n.25, p.1-7, 2014.

DELIBES, M.; CASTAÑEDA, I.; FEDRIANI, J. M. Tree-climbing goats disperse seeds during rumination. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 15, p. 222-223, 2017.

DEMICINIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; ALEMEIDA, J. C. C.; VÁSQUEZ, H. M.; ARAÚJO, S. A. C.; JARDIM, J. G.; CASTAGNARA, D. D.; PÁDUA, F. T.; CHAMBELA NETO, A.; LIMA, E. S. Mastigação simulada e digestão ácido-enzimática de sementes de leguminosas forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.235, p.387-396, 2012.

DEMINICIS, B. B.; ALMEIDA, J. C. C.; ARAÚJO, S. A. C.; BLUME, M. C.; VIEIRA, H. D.; DOBBSS, L. B. Sementes de leguminosas submetidas a diferentes períodos de estresse salino. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.215, p.347-350, 2007.

DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, S. A. C.; ARAÚJO, J. G.; PÁDUA, A.; CHAMBELA NETO, A. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.1, p.35-58, 2009.

DOMINGUES, C. A. J.; GOMES, V. G. N.; QUIRINO, Z. G. M. Síndromes de dispersão na maior área de proteção da mata atlântica paraibana. **Biotemas**, v.26, n.3, p.99-108, 2013.

DONATTI, C. I.; GUIMARÃES, P. E.; GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MARQUITTI, F. M. D.; DIRZO, R. Analysis of a hyper-diverse seed dispersal network: modularity and underlying mechanisms. **Ecology Letters**, v.14, n.8, p.773-781, 2011.

DRANSKI, J. A. L.; SONDA, E. T.; DEMARCHI JUNIOR, J. C. Tamanho de sementes e fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de *Schizolobium parahyba* [(Vell.) S. F. Blake)]. **Biotemas**, v.32, n.2, p.23-31, 2019.

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J. **Leucena (*Leucaena leucocephala*):** leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. EMBRAPA Florestas: Colombo, 2010.8p.

DUARTE, M. M. **Diversidade genética de populações naturais de *Ziziphus joazeiro* Mart. como subsídio para adoção de estratégias de conservação.** 2015. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

EL-MAGEED, T. A. A.; RADY, M. M.; TAHA, R. S.; AZEAM, S. A. E.; SIMPSON, C. R.; SEMIDA, W. M. Effects of integrated use of residual sulfur-enhanced biochar with effective microorganisms on soil properties, plant growth and short-term productivity of *Capsicum annuum* under salt stress. **Scientia Horticulturae**, v.261, n. 1, p.108-930, 2020.

EL-SIDDIG, K.; GUNASENA, H. P. M.; PRASAD, B. A.; PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; RAMANA, K. V. R.; VIJAYANAND, P.; WILLIAMS, J. T. **Tamarind (*Tamarindus indica* L.),** 2006.188p.

FELIX, F. C.; ARAÚJO, F. S.; SILVA, M. D.; FERRARI, C. S.; PACHECO, M. V. Estresse hídrico e térmico na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.13, n.2, p.1-7, 2018.

FERNANDES, M.F.; QUEIROZ, L.P. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, v.70, n.4, p.51-56, 2018.

FERREIRA, A. F. A. **Propagação vegetativa de *Tamarindus indica* L.** 2014. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2014a.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014b.

FERREIRA, C. D.; SOUTO, P. C.; LUCENA, D. S.; SALES, F. C. V.; SOUTO, J. S. Florística do banco de sementes no solo em diferentes estágios de regeneração natural de Caatinga. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.4, p.562-569, 2014.

FERREIRA, R. Q. S.; CAMARGO, M. O.; TEIXEIRA, P. R.; SOUZA, P. B.; VIANA, R. H. O. Uso potencial e síndromes de dispersão das espécies de três áreas de cerrado *Sensu Stricto*, Tocantins. **Global Science and Technology**, v.9, n.3, p.73-86, 2016.

FLEMING, G. M; WUNDERLE JR.,J. M.; EWERT, D. N. Diet preferences of goats in a subtropical dry forest and implications for habitat management. **Tropical Ecology**, v.57, n.2, p.279-297, 2016.

FLEMING, T. H.; SOUSA, V. J. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. **Journal of Mammalogy**, v.75, n.4, p.845-851, 1994.

FLORA DO BRASIL. Fabaceae. In **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2019a. Disponível em:

<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23201>>. Acesso em: 28 nov 2019.

FLORA DO BRASIL. *Spondias*. In **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2019b. Disponível em:

<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB4405>>. Acesso em: 26 nov 2019.

FONSECA, N. G.; JACOBI, C. M. Desempenho germinativo da invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. e comparação com *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. e *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Fabaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n.1, p.191-197, 2011.

FONSECA, Y. F.; ANTUNES, Z. A. Frugivoria e predação de sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v.19, n.2, p.81-91, 2007.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; CHAVES, L. H. G.; LIMA, E. R. V.; SILVA, B. B. Spectral analysis and evaluation of vegetation indices for mapping caatinga. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.3, p. 1-12, 2015.

FREITAS, G. K.; PIVELLO, V. R. A ameaça das gramíneas exóticas à biodiversidade. In: PIVELLO, V. R.; VARANDA, E. M. (org.). **O Cerrado Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga, São Paulo) Ecologia e Conservação**. 1. ed. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, p.283-296, 2005.

GALETTI, M.; DONATTI, C. I.; PIRES, A. S.; GUIMARÃES, P. R.; JORDANO, P. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, p. 141-149, 2006.

GARCÍA, J. C. V.; RODRÍGUEZ, K. A. F.; LÓPEZ, F. G.; PÉREZ, E. G.; ROSADO, O. L.; ROSAS, F. H. Systems management and marketing of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in three municipalities of Veracruz. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v.3, n.6, p.1217-1230, 2012.

GARDENER, C. J. The colonization of a tropical grassland by *Stylosanthes* from seed transported in cattle faeces. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, n.1, p.299-315, 1993

GARDENER, C.J.; McIVOR, J.G.; JANSEN, A. Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. **Journal of Applied Ecology**, v. 30, n. 1, p. 63-74, 1993.

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Ministério do Meio Ambiente, MMA. Brasília, 2010. 368p.

GOMES, V. G. N.; QUIRINO, Z. G. M. Síndromes de dispersão de espécies vegetais no Cariri paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n.4, p.1157-1167, 2016.

GONÇALVES, G. S.; ANDRADE, L. A.; GONÇALVES, P. E.; OLIVEIRA, L.S. B.; DIAS, J. T. Qualidade fisiológica de sementes de algaroba recuperadas de excrementos de muare. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p.593-602, 2013.

GORDON, A. G. The rate of germination. *In*: HEYDECKER, W. (ed.). **Seed ecology**. Butterworths: Londres, 1973. p. 391-410.

GUIX, J. C. Complex plant-disperser-pest interactions in NW Amazonia: beetle larvae and companions travelling inside *Attalea maripa* palm nuts. **Orsis**, v.21, p.83-90, 2006.

HERRERA, C. M. Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals and associated fruit characteristics in undisturbed Mediterranean habitats. **Oikos**, v. 55, p. 250-262, 1989.

HERRERA, C. M. Seed dispersal by vertebrates. *In*: HERRERA,C.M.; O. PELLMYER(eds,). **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. Blackwell Publishing: Malden, 2002. p. 185-208.

HITTORF, M.; CORTEZ, J. P. Dispersão de sementes por herbívoros silvestres: estratégias em espécies simpátricas. **Silva Lusitana**, n. especial, p.201-216, 2013.

HOWE, H. F.; SMALWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.13, n. 1, p.201-228, 1982.

HUBER, J. T.; HIGGINBOTHAM, L.; GOMEZ-ALARCON, R. A.; TAYLOR, R.B.; CHEN, K. H.; CHAN, S. C.; WU, Z. Heat stress interactions with protein, supplemental fat, and fungal cultures. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.7, p.2080-2090, 1994.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017. Disponível em <www.ibge.gov.br> Acesso em: 12 Jul 2017.

JANZEN, D. H. How fast and why do germinating guanacaste seeds (*Enterolobium cyclocarpum*) die inside cows and horse. **Biotropica**, v.17, n.4, p.322-325, 1985.

JOLAOSHO, A. O.; OLANITE, J. A.; ONIFADE, O. S.; OKE, A. O. Seed in the faeces of ruminant animals grazing native pastures under semi-intensive management in Nigeria. **Tropical Grasslands**, v.40, n.2, p.79-83, 2006.

KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M.; RIBAS, L. A.; GANDARA, F. B.; CASTELLEN, M.; PERECIM, M. B.; VENCOVSKY, R. Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia Forestalis**, v. 64, n.64, p.93-107, 2003.

KLUTHCOUSKI, J. **Leucena**: alternativa para a pequena e média agricultura. Brasília: EMBRAPA-DID. 1980.12p.

KURU, P. *Tamarindus indica* and its health related effects. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v.4, n.9, p.676-681, 2014.

LAZURE, L.; ALMEIDA-CORTEZ, J. A. Impact des mammifères néotropicaux sur les graines. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 1, n. 2, p. 51-61, 2006.

LEAL, I. R.; WIRTH, R.; TABARELI, M. Seed dispersal by ants in the semi-arid Caatinga of North-east Brazil. **Annals of Botany**, v.99, n.5, p.885-894, 2007.

LECOMTE, X.; FEDRIANI, J. M.; CALDEIRA, M. C.; CLEMENTE, A. S.; OLMÍ, A.; BUGALHO, M. N. Too many is too bad: long-term net negative effects of high density ungulate populations on a dominant Mediterranean shrub. **PloS One**, v. 11, n. 7, p. 1-14, 2016.

LIMA, R. V.; VIEIRA, H. D.; GUIMARÃES, F. S. Germination, vigor of seeds and emergence of Fabaceae seedling in bovine faeces. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, n.14, p.2170-2177, 2014.

LINS NETO, E. M. F. **Usos tradicionais e manejo incipiente de *Spondias tuberosa* Arruda no semi-árido do nordeste do Brasil**. 2008. 100f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

LOBOVA, T. A.; MORI, S. A.; BLANCHARD, F.; PECKHAM, H.; CHARLES-DOMINIQUE, P. *Cecropia* as food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. **American Journal of Botany**, v.90, n.3, p.388-403, 2003.

LOPES, P. S. N.; MAGALHÃES, H. M.; GOMES, J. G.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S. B.; ARAÚJO, V. D. Superação da dormência de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) utilizando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.872-880, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.1, 7.ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2016.384p.

MACHADO, I. C. S.; BARROS, M.; SAMPAIO, E. V. S. B. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, Northeastern Brazil. **Biotrópica**, v. 29, n. 1, p. 57-68, 1997.

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

MANCILLA-LEYTÓN, J. M. L.; FERNÁNDEZ-ALÉS, R.; MARTÍN VICENTE, A. Low viability and germinability of commercial pasture seeds ingested by goats. **Small Ruminant Research**, v.107, n.1, p.12-15, 2012.

MANCILLA-LEYTÓN, J. M.; FERNÁNDEZ-ALÉS, R.; VICENTE, A. M. Plant-ungulate interaction: goat gut passage effect on survival and germination of Mediterranean shrub seeds. **Journal of Vegetation Science**, v.22, n.6, p.1031-1037, 2011.

MARIANO, L. G.; SOMAVILLA, A.; SILVEIRA, A. G.; SALAMONI, A. T. Análise de superação de dormência de sementes de *Leucaena leucocephala* e desenvolvimento inicial de plântulas. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.20, n.1, p.398-404, 2016.

MARTORANO, J. N. N. DA C.; DURIGAN, G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): invasora ou ruderal? **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.825-833, 2010.

MATOS F. J. A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. 2.ed. Fortaleza: Edições UFC, 2000.346p.

MEDEIROS, P. M.; LADIO, A. H.; ALBUQUERQUE, U. P. Patterns of medicinal plant use by in habitants of Brazilian urban and rural areas: a macroscale investigation based on available literature. **Journal of Ethnopharmacology**, v.150, n.1, p.729-746, 2013.

MELO-SILVA, C.; PERES, M. P.; MESQUITA NETO, J. N.; GONÇALVES, B. B.; LEAL, I. A. B. Biologia reprodutiva de *L. leucocephala* (Lam.) R. de Wit. (Fabaceae: Mimosoideae): sucesso de uma espécie invasora. **Neotropical Biology and Conservation**, v.9, n.2, p.91-97, 2014.

MENEZES, I. C. **Avaliação do grau de tolerância à seca intermitente de plântulas de *Ziziphus joazeiro* martius (Rhamnaceae) após submissão a ciclos de hidratação descontínua das sementes**. 2016. 42f. (Bachareladoem Ecologia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.



MERTENS, J.; GERMER, J.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; SAUERBORN, J. *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), a threatened tree of the Brazilian Caatinga? **Brazilian Journal Biology**, v. 77, n. 3, p. 542-552, 2016.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Macro ZEEBHSF: Atualização e complementação do macrozoneamento ecológico-econômico da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. **Revisão Final**, Tomo II, 2016.

MONIZ, K. L. A. **Caracterização morfológica de sementes e frutos e estudos da germinação da espécie *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae).** 2002. 88f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal da Bahia, Feira de Santana, 2002.

MORIM, M. P.; LIMA, H. C. *Leucaena*. In: Lista de espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB23050>. 2015. Acesso em: 26 dez 2019.

MORO, M.F.; NIC-LUGHADHA, E.; FILER, D.L.; ARAÚJO, F.S.; MARTINS, F.R. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa**, v.160, n.1, p.1-118, 2014.

MUÑOZ-GALLEGO, R.; TRAVESET, A.; FEDRIANI, J. M. Non-native mammals are the main seed dispersers of the ancient Mediterranean palm *Chamaerops humilis* L. in the Balearic Islands: rescuers of a lost seed dispersal service? **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 7, n. 161, 1-16, 2019.

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* e de visitantes florais autóctones como polinizadores. **Revista Acta Botânica Brasilica**, v. 21, n. 4, p. 835-845, 2007a.

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 1, p. 89-100, 2007b.

NAKAO, E. A.; CARDOSO, V. J. M. Recuperação e resposta germinativa de sementes de leguminosas passadas pelo trato digestório bovino. **Biota Neotropica**, v.10, n.3, p.189-195, 2010.

NASCIMENTO, J. P.; MEIADO, M. V.; NICOLA, P. A.; PEREIRA, L. C. Germinação de sementes de *Tacinga inamoena* (K. Schum.) np Taylor & Stuppy (Cactácea) após endozoocoria por *Chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824) (Reptilia: Testudinidae). **Gaia Scientia**, v.9, n.2, p.9-14, 2015.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. **Extração e beneficiamento de sementes florestais nativas**. Colombo: Embrapa, 2007. 7p. (Circular Técnica, 131).

OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl. de mata de galeria em diferentes estações do ano. **Bioscience Journal**, v.29, n.4, p.991-999, 2013.

OLIVEIRA, V. R.; DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S. *Spondias tuberosa*: umbu. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (eds.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2018a. cap.5, p.304-315.(Série Biodiversidade, 51).

OLIVEIRA, A. L. M.; URQUIAGA, S.; BALDANI, J. I. **Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos sobre o crescimento vegetal**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 402003.p. (Documentos, 161).

OLIVEIRA, L. M.; SOUSA, R. M.; CORREA, N. E. R.; SANTOS, A. F.; GIONGO, M. Florística e síndromes de dispersão de um fragmento de cerrado ao sul do estado do Tocantins. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.17, n.1, p.104-111, 2018b.

OLIVEIRA, U. R.; SANTO, F. S. E.; ALVAREZ, I. A. Comunidade epifítica de *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (Arecaceae) em áreas de pastagens na Caatinga, Bahia. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 84-91, 2015.

OLIVEIRA, V. S.; SANTOS, A. C. P.; VALENÇA, R. L. Desenvolvimento e fisiologia do trato digestivo de ruminantes. **Ciência Animal**, v.29, n.3, p.114-132, 2019.

PAKEMAN, R.J.; DIGNEFFE, G.; SMALL, J.L. Ecological correlates of endozoochory by herbivores. **Functional Ecology**, v.16, n.3, p.296-304, 2002.

PAREYN, F. G. C. A importância da produção não-madeira na Caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Serviço Florestal Brasileiro. 2010. p.131-144.

PAULINO, V. T.; FREITAS, J. C. T.; ROBERTO JUNIOR, C.; VEDOVE, D. J. F. D.; SOUZA, C. F. J.; NATAL, V. Escarificação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) cultivares cunnighan e piracicaba. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 1, n.6, p.1-4,2004.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. "Woody plant diversity, evolution and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests". **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.40, p.437-457, 2009.

PEREIRA FILHO, J. M.; BAKKE, O. A. Produção de forragem de espécies herbáceas da Caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 145-159.

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FRANZÃO, A. A.; ALVES, P. R. B. **A cultura do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.)**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais. 2007. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br./tamarindo.htm>>. Acesso em: 3 ago 2020.

PEREYRA, G.; HARTMANN, H.; MICHALZIK, B.; ZIEGLER, W.; TRUMBORE, S. Influence of rhizobia inoculation on biomass gain and tissue nitrogen content of *Leucaena leucocephala* seedling under drought. **Forests**, v.6, n.10, p.3686-3703, 2015.

PETERSEN, T. K.; BRUUN, H. H. Can plant traits predict seed dispersal probability via red deer guts, fur, and hooves? **Ecology and Evolution**, v.9, n.1, p.9768-9781, 2019.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14.ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, 2000. 477p.

PIRES, L. C. B. Utilização de leveduras na alimentação de ruminantes. **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, v.2, n. 1, p.1-8, 2011.

PIRES, M. M.; GUIMARÃES, P. R.; GALETTI, M.; JORDANO, P. Pleistocene megafaunal extinctions and the functional loss of long-distance seed-dispersal services. **Ecography**, v.41, p.153-163, 2018.

QUEIROZ, J. M. O. **Propagação do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.)**. 2010. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

QUEIROZ, L.P.; CARDOSO, D.; FERNANDES, M. F.; MORO, M.F. Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. *In*: SILVA, J.M.C.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M.T. (eds.). **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Cham: Springer, 2017. p.23-63.

QUEIROZ, P. C.; SOUZA, A. R.; SANTOS, T. M.; CLEMENTE, J. M.; DUARTE, A. R.; MACHADO, M. G. Superação de dormência de sementes de mucuna-preta. **Humanidades & Tecnologia em Revista (FINOM)**, v.1, n.18, p.68-75, 2019.

RAMOS, W. O.; SILVA, G. R.; MACHADO, J. T.; OLIVEIRA, L. H. R.; MACHADO, V. M. Parâmetros pré-germinativos de sementes de tamarindo submetidas a diferentes tratamentos. **Revista CENAR**, v.2, n.2, p.1-5, 2016.

RAO, A. S.; KUMAR, A. A.; RAMANA, M. V. Tamarind seed processing and by-products. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v.17, n.2, p.200-204, 2015.

RESENDE, G. M.; CAVALCANTI, N. B.; DRUMOND, M. A. Consumo de frutos do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) pelos caprinos. **Agrossilvicultura**, v.1, n.2, p.203-210, 2004.

REZENDE, A. V.; VILELA, H. H.; PEREIRA, R. S. A.; NOGUEIRA, D. A.; LANDGRAF, P. R. C.; VIEIRA, P. F. Germinação de sementes de *Stylosanthes* misturadas ao sal para bovinos. In: Congresso de Forragicultura e Pastagens, 2., 2007, Lavras. **Resumos** [...]. NEFOR. Lavras.CD-ROM.

RIBEIRO, C.F. **Dispersão e predação de grandes sementes por *Sciurus aestuans* L. em fragmentos de floresta atlântica montana no estado do Espírito Santo, Brasil.** 2004. 179f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

RIBEIRO, T. O.; BAKKER, I. A.; SOUTO, P. C.; BAKKER, O. A.; LUCEN, D. S. Diversidade do banco de sementes em diferentes áreas de Caatinga manejadas no semiárido paraibano, Brasil. **Ciência Florestal**, v.27, n.1, p.203-213, 2017.

ROCHA, G. P. **Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.).** Disponível em: <<http://blog.tocandira.com.br/juazeiro-ziziphus-joazeiro-mart/>>. 2012.Acesso em: 29 jun. 2019.

RODRIGUES, D. A. B.; SANTOS, A. J. A. S.; SOUZA, L. A.; COSTA, L. R. O.; FERRAZ, R. L. S.; COSTA, P. S. Microrganismos eficientes e esterco bovino regulam número e área de folhas da couve em crescimento inicial. In: Encontro de Extensão, Pesquisa e Inovação em Agroecologia, 5, 2019, Picuí. **Resumos** [...]. Picuí: Instituto Federal da Paraíba, 2019. p. 1-6.

ROSSANEIS, B. K.; REIS, N. R.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A. Seed germination after passing through gastrointestinal tract of bats (Chiroptera, Phyllostomidae). **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v.36, n.2, p.3-14, 2015.

ROSSATTO, D. R.; KOLB, R. M. Germinação de *Pyrostegia venusta* (Bignoniaceae), viabilidade de sementes e desenvolvimento pós-seminal. **Revista Brasileira Botânica**, v.33, n.1, p.51-60, 2010.

SAMUELS, I. A.; LEVEY, D. J. Effects of gut passage on seed germination: do experiments answer the question they ask? **Functional Ecology**, v. 19, n. 2, p. 365-368, 2005.

SANTOS, M.B.; CARDOSO, R.L.; FONSECA, A.A.O.; CONCEIÇÃO, M.N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1089-1097, 2010.

SANTOS-FILHO, F. S.; SOARES, C. J. R. S.; SILVA, A. C. R.; QUEIROZ, Y. D. S.; HONÓRIO, S. S.; SILVA, F. F. Síndromes de polinização e de dispersão das espécies lenhosas nos parques ambientais em Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Equador**, v.5, n.3 (Edição Especial 02), p.360-374, 2020.

SARAVY, F. P.; FREITAS, P. J.; LAGE, M. A.; LEITE, S. J.; BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P. Síndrome de dispersão em estratos arbóreos em um fragmento de floresta ombrófila aberta e densa em Alta Floresta - MT. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v.2, n.1, p.1-12, 2003.

SCHUPP, E. W.; JORDANO, P.; GÓMEZ, J. M. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. **New Phytologist**, v.188, n.2, p.333-353, 2010.

SCOLARI, G. O.; ANDRADE, G. R.; DIAS, J.; MOSCOGLIATO, A. V.; TOREZAN, J. M. D. Riqueza e abundância de espécies lenhosas em reflorestamento de *Pinus taeda* L. e floresta ombrófila mista no Centro-Leste do Estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, suplemento 1, p.1361-1366, 2010.

SEGATO, S. V.; MUNDURUCA, L. C.; SOUZA, V. M. E. Sanidade de sementes e emergência de plântulas de sementes de *Tamarindus indica* submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. **Nucleus**, v.14, n.1, p.237-246, 2017.

SEIFFERT, N. F. **Métodos de escarificação de sementes de leguminosas forrageiras tropicais**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 1982. 6p. (Comunicado Técnico, 13).

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **BiometrikaTrust**, v.52, n.3, p.591-609, 1965.

SILVA, J. R. B.; AMORIM, H. C.; ALVES, S. E. S.; BRITO, L. A.; FERRAZ, R. L. S.; COSTA, P. S. Crescimento de mudas de *Moringa oleifera* em função do tamanho da semente e doses de microrganismos eficientes. *In: Encontro de Extensão, Pesquisa e Inovação em Agroecologia*, 5., 2019, Picuí. **Resumos** [...]. Picuí: Instituto Federal da Paraíba, 2019. 1-7.

SILVA, T. O. **Dispersão, germinação e persistência de leguminosas forrageiras tropicais através das fezes de bovinos**. 2008. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

SIMÃO NETO, M.; JONES, R. M.; RATCLIFF, D. Recovery of pasture seed ingested by ruminants seed of six tropical pasture species fed to cattle, sheep and goats. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 27, n. 2, p. 239-246, 1987.

SOUZA, F. H. **Dieta de *Cerdocyon thous* (mammalia: carnívora) e seu papel como dispersor em áreas de Caatinga de Sergipe**. 2019. 83f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

SOUZA, I. M.; FUNCH, L. S. Fenologia e modos de polinização e dispersão de Fabaceae em floresta ciliar, Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v.15, p.1-10, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.858p.

TALAAT, N. B. Effective microorganisms: An innovative tool for inducing common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) salt-tolerance by regulating photosynthetic rate and endogenous phytohormones production. **Scientia Horticulturae**, v.250, n. 8, p.254-265, 2019.

TELES, M. M.; ALVES, A. A.; OLIVEIRA, J. C. G.; BEZERRA, A. M. E. Métodos para quebra da dormência em sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 87-391, 2000.

THOMSON, F. J.; MOLES, A. T.; AULD, T. D.; KINGSFORD, R. T. Seed dispersal distance is more strongly correlated with plant height than with seed mass. **Journal of Ecology**, v.99, n.6, p.1299-1307, 2011.

TONIN, F. Fabácea, a "praga" que salvou rebanho leiteiro. DBO Mundo do Leite. **Revista Rural Mercado Lácteo**, v. 11, p. 18-21, 2004.

TRAVERSE, A.; ESCRIBANO-AVILA, G.; GÓMEZ, J.M.; VALIDO, A. Conflicting selection on *Cneorum tricoccon* (Rutaceae) seed size caused by native and alien seed dispersers. **Evolution**, v.73, p.2204-2215, 2019.

TRAVERSE, A.; RIERA, N.; MAS, R. E. Passage through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. **Functional Ecology**, v.15, n.5, p.669-675, 2001.

TRAVERSE, A.; VERDÚ, M. A meta-analysis of the effect of gut treatment on seed germination. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (Eds.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 339-350.

TRZECIAK, M. B.; NEVES, M. B.; VINHOLES, P. S.; VILLELA, F. A. **Tratamentos para superação de dormência em sementes de *Tamarindus indica* L.** In: XVI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 2007.

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C. **Quebra de dormência e plantio de puerária em sistemas de produção agropecuários e agroflorestais**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 1998. 3p. (Instruções Técnicas, 17).

VENZKE, T. S.; MARTINS, S. V.; NERI, A. V.; KUNZ, S. H. Síndromes de dispersão de sementes em estágios sucessionais de mata ciliar, no extremo sul da mata atlântica, Arroio do Padre, RS, Brasil. **Revista Árvore**, v.38, n.3, p.403-413, 2014.



VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; CARVALHO, N. B.; MILAGRES, M. P.; GONÇALVES, A. C. A. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: açai (*Euterpe oleracea* Mart.), camu-camu (*Myrciaria dubia*), cajá (*Spondias lutea* L.) and umbu (*Spondias tuberosa*). **Food Research International**, v.44, n.7, p.1978-1999, 2011.

VIEIRA, A. R. **Propagação assexuada e qualidade de frutos de genótipos de umbucajazeira da mesorregião Centro-Sul do Ceará**. 2013. 155f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

WALLACE, R. J. Ruminant microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: progress and problems. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.2992-3003, 1994.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.191-197, 2006.

YAGIHASHI, T.; HAYASHIDA, M.; MIYAMOTO, T. Inhibition by pulp juice and enhancement by ingestion on germination of bird-dispersed *Prunus* seeds. **Journal of Forest Research**, v.5, n.3, p.213-215, 2000.