



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUTOS NATURAIS E SINTÉTICOS

BIOATIVOS

POLYANNA BÁRBARA DE MEDEIROS OLIVEIRA

Tecnologias Analítica e de Produção Vegetal de

***Erythrina velutina* Willd.**

João Pessoa – Paraíba

2018

POLYANNA BÁRBARA DE MEDEIROS OLIVEIRA

TECNOLOGIAS ANALÍTICAS E DE PRODUÇÃO VEGETAL DE
***Erythrina velutina* Willd.**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Mestre em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos. Área de Concentração: Farmacoquímica.

Orientador: Rui Oliveira Macêdo

Coorientadora: Carina Seixas Maia Dornelas

JOÃO PESSOA – PB
2018

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

O48t Oliveira, Polyanna Barbara de Medeiros.
Tecnologias Analítica e de Produção Vegetal de
Erythrina velutina Willd. / Polyanna Barbara de
Medeiros Oliveira. - João Pessoa, 2019.
75 f. : il.

Orientação: Rui Macêdo.
Coorientação: Carina Dornelas.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Emergência; Análise térmica; termoanalíticas. I.
Macêdo, Rui. II. Dornelas, Carina. III. Título.

UFPB/BC

POLYANNA BÁRBARA DE MEDEIROS OLIVEIRA

TECNOLOGIAS ANALÍTICAS E DE PRODUÇÃO VEGETAL DE
***Erythrina velutina* Willd.**

Aprovada em 12 de Dezembro de 2018.

Banca Examinadora



Prof. Dr. Rui Oliveira Macêdo – UFPB
(Orientador)

Prof. Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda – UFCG
(Examinador Externo)



Prof. Dr. Marcus Tullius Scotti – UFPB
(Examinador Interno)

“Foi o tempo que dedicastes à tua

Rosa que a fez tão importante”

Antoine de Saint-Exupéry

AGRADECIMENTOS

À Deus e Nossa Senhora por tudo, principalmente pelo amor e proteção em todos os momentos da minha vida nessa caminhada e pela realização de mais este sonho;

Ao meu esposo Halisson e a minha filha Maria Cecília, pelo amor incondicional, por sempre estarem comigo em todas as horas, por todo amor, carinho e paciência que foram fundamentais ao meu equilíbrio;

À minha família, minha mãe Lucy-mére e meus irmãos Alysson, Anny e Rafaelle, por sempre me incentivarem a não desistir das batalhas da vida. Isso me fortaleceu nos momentos mais difíceis da minha vida;

Ao Programa de Pós-Graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos – Projeto Minter - da Universidade Federal da Paraíba que junto a Universidade Federal De Campina Grande – Campus Sumé deu oportunidade de continuar a minha formação pessoal e acadêmica;

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro na pesquisa;

Ao meu orientador Prof. Dr. Rui Oliveira Macedo e Co-orientadora Prof. Dra. Carina Seixas Maia Dornelas pela oportunidade e confiança que me foi concedida, além dos muitos ensinamentos transmitidos;

À Prof. Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda, por toda dedicação, empenho e amor com o projeto Minter e a nossa região;

Aos meus professores de pós graduação, JoseanFecheni Tavares, Bagnolia Araújo Costa, Fabiana de Andrade Cavalcante Oliveira, Marianna Vieira Sobral, Marcus TulliusScotti e Carina Seixas Maia Dornelas pelos conhecimentos transmitidos e por todo o apoio durante a caminhada;

Àequipe doLaboratório de Ecologia e Botânica – LAEB e doViveiro para Produção de Mudanças Nativas e estudos de Ecologia e Dinâmica da Caatinga, localizado no Centro de

Desenvolvimento Sustentável do Semiárido – CDSA pelo suporte técnico indispensável para parte de produção vegetal;

À equipe do Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Farmacêuticos – LCQPF pela acolhida e todo apoio técnico que tive ao chegar na Universidade;

Ao Laboratório de química do CDSA, em especial a técnica Norma.

Aos colaboradores das atividades de campo, seu Raminho e Elias, por sempre disporem de ajudar quando precisei;

Aos meu amigos do programa Minter, Analu, Dayse e Loreнна, por dividir diversos momentos em minha vida, principalmente aquelas caminhadas emocionantes e aquelas horas de estudos juntas. À minha amiga Lécia, por ser aquela pessoa que sempre se dispôs a nos ajudar em todos os sentidos. Ao meu amigo João Paulo, essa pessoa que me ajudou bastante, tanto na parte laboratorial como na parte de campo e, ao meu amigo Amilton, foi uma das pessoas mais importantes durante essa caminhada de mestrado, em todos os momentos esteve comigo e me incentivou a nunca desistir dos meus sonhos, muito obrigada, meu amigo!

Obrigada à todos!!!

RESUMO

A espécie *Erythrina velutina* Willd., também conhecido no Semiárido do Brasil, como mulungu, é uma árvore de ampla resistência à seca, proporcionando rusticidade e rápido crescimento, largamente utilizada na recuperação de áreas degradadas, com grande distribuição na região. Possui características químicas e farmacológicas para a produção de fitoterápicos. O objetivo da pesquisa é aprimorar técnicas termoanalíticas de produção vegetal da espécie *Erythrina velutina* Willd. como forma de maximizar o conhecimento da potencialização farmacológica da matéria-prima vegetal na região Semiárida brasileira. Foram selecionados cinco matrizes de *E. velutina*, na região do Cariri Ocidental no município de Serra Branca, localizado na Paraíba, Brasil. Foram feitas triagens do material coletado e, em seguida, foram feitas análises morfológicas das sementes. Iniciando com a biometria, foram selecionados 100 sementes de cada matriz, onde verificou-se os parâmetros de comprimento, largura e massa fresca de cada semente. Na caracterização biológica, foram realizadas análises de emergência, a fim de obter melhores resultados com tratamentos pré-germinativos. Para a implementação da produção vegetal, foi semeada 96 sementes de cada matriz em baldes, observando a emergência das plântulas, a fim de caracteriza-las desde a emergência, desenvolvimento e retirada, em períodos pré-definidos. As análises físico-químicas foram organizadas em análises convencionais, umidade e cinzas, e também em análises termoanalíticas, TG e DTA, em granulometrias diferenciadas, a fim de avaliar parâmetros cinéticos e parâmetros térmicos. Para os resultados biométricos das sementes obtiveram-se médias dos parâmetros de comprimento, diâmetro e massa para cada matriz. Na produção vegetal, analisando os dados de emergência das plântulas, houve significativa diferença entre as matrizes, variando entre 70,8% e 34,4%. Sendo assim, a matriz 2 e a matriz 4 apresentaram índice de emergência iguais, 70,8%. Tratando-se da mortalidade, as plântulas obtiveram baixos teores de mortalidade, somente na matriz 1 (2,1%) e na matriz 2 (10,4%), esses índices foram registrados. Nas medidas das plântulas em 30, 60, 90 e 120 dias, obteve-se valores médios de comprimento entre 38,09 cm e 57,8 cm e diâmetro do caule entre 16,13 mm e 19,39 mm. As sementes apresentaram singularidade no teor de umidade entre as matrizes da espécie, apresentando perda de umidade percentuais entre 4,27% à 5,24%. Da mesma forma ocorreu para a determinação do teor de cinzas, com valor percentual entre 26,7% até 43,2%. As curvas DTA por GT mostraram três eventos exotérmicos com média de temperatura entre 467,61°C, As curvas TG apresentaram, na atmosfera inerte e oxidativa, cinco eventos de degradação de massa, onde a principal etapa de degradação foi observada no terceiro evento, apresentando respectivas temperatura e a perda de massa que variaram entre 213,26 – 378,46°C e 34,14 – 40,17% atmosfera inerte, e 252,87 – 466,98°C e 20,28 – 22,73% oxidativa, para todos as razões e a entalpia com média de 535,79kJ/g. Já as curvas de DTA por GP apresentaram variações na quantidade de picos, mostraram dois ou três eventos com característica também exotérmica. Sendo assim, pode-se concluir que a matriz 3 apresentou maior número de sementes germinadas, consequentemente, apresentou as maiores medidas de crescimento em 30 e 120 dias. Na retirada de algumas plântulas a maior massa fresca aconteceu para a matriz 3. Na análise Térmica Diferencial (DTA) a matriz 3 apresentou maior entalpia.

Palavras-chave: Emergência; Análise Térmica; Termoanalíticas.

ABSTRACT

The species *Erythrina velutina* Willd., Also known in the Semiarid of Brazil, as mulungu, is a tree of great resistance to drought, providing rusticity and rapid growth, widely used in the recovery of degraded areas, with great distribution in the region. It has chemical and pharmacological characteristics for the production of herbal medicines. The objective of the research is to improve thermoanalytical techniques of vegetal production of the species *Erythrina velutina* Willd. as a way of maximizing the knowledge of the pharmacological potentiation of the vegetal raw material in the Brazilian semi-arid region. Five matrices of *E. velutina* were selected, in the region of Cariri Ocidental in the municipality of Serra Branca, located in Paraíba, Brazil. Sorts of the collected material were made and morphological analyzes of the seeds were carried out. Starting with biometrics, 100 seeds of each matrix were selected, where the parameters of length, width and fresh mass of each seed were verified. In the biological characterization, emergency analyzes were performed in order to obtain better results with pre-germination treatments. For the implementation of plant production, 96 seeds of each matrix were sown in buckets, observing the emergence of seedlings, in order to characterize them from emergence, development and withdrawal, in pre-defined periods. The physico-chemical analyzes were organized in conventional analyzes, humidity and ashes, as well as in thermoanalytical analyzes, TG and DTA, in differentiated granulometry, in order to evaluate kinetic parameters and thermal parameters. For the biometric results of the seeds we obtained averages of the parameters of length, diameter and mass for each matrix. In plant production, analyzing the emergence data of the seedlings, there was a significant difference between the matrices, varying between 70.8% and 34.4%. Thus, matrix 2 and matrix 4 presented the same emergency index, 70.8%. In terms of mortality, seedlings obtained low mortality rates, only in matrix 1 (2.1%) and matrix 2 (10.4%), these indices were recorded. In the measurements of seedlings at 30, 60, 90 and 120 days, mean values of length between 38.09 cm and 57.8 cm and stem diameter between 16.13 mm and 19.39 mm were obtained. The seeds presented a singularity in the moisture content among the matrices of the species, presenting a percentage loss of moisture between 4.27% and 5.24%. Likewise, it was used to determine the ash content, with a percentage value between 26.7% and 43.2%. The DTA curves by GT showed three exothermic events with a mean temperature of 467.61 ° C. The TG curves showed five mass degradation events in the inert and oxidative atmosphere, where the main degradation step was observed in the third event, presenting respective temperature and mass loss ranging from 213.26 - 378.46 ° C and 34.14- 40,17% inerte, e 252,87 - 466,98°C e 20,28 - 22,73% oxidativa, para todos as razões. e uma entalpia com média de 535,79 kJ / g. On the other hand, the DTA by GP curves showed variations in the number of peaks, showing two or three events with exothermic characteristics. Thus, it can be concluded that matrix 3 showed a higher number of germinated seeds, consequently, presented the highest growth measures in 30 and 120 days. In the withdrawal of some seedlings the largest fresh mass occurred for the matrix 3. In the Differential Thermal Analysis (DTA) the matrix 3 presented a larger enthalpy.

Keywords: Emergence; Thermal analysis; Thermoanalytical.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Espécie <i>Erythrina velutina</i> Willd. – Mulungu	17
Figura 2. Partes da espécie <i>E. velutina</i>	18
Figura 3. Localização geográfica da Microrregião do Cariri Ocidental do município de Serra Branca – PB.	25
Figura 4. Fotos de uma semente <i>E. velutina</i> (A); 100 sementes da Biometria <i>E. velutina</i> (B)	32
Figura 5. PCA das sementes de <i>E. velutina</i> das cinco matrizes coletadas e analisadas em sua morfologia.	34
Figura 6. PCA dos parâmetros morfológicos na morfologia das matrizes selecionadas.	35
Figura 7. Curvas de perda de água em sementes de diferentes matrizes de <i>E. velutina</i> a temperatura controlada de 42°C.....	36
Figura 8. Curvas de perda de água em sementes de diferentes matrizes de <i>E. velutina</i> à 550 ° C para obter o perfil total de sólidos das amostras.....	37
Figura 9. Curvas de TGA das sementes da espécie <i>E. velutina</i> . (A) Razão de aquecimento 5°C/min. (B) Razão de aquecimento 10°C/min. (C) Razão de aquecimento 20°C/min. (D) Razão de aquecimento 40°C/min.....	39
Figura 10. Curvas de TGA das sementes da espécie <i>E. velutina</i> . (A) Razão de aquecimento 10°C/min. (B) Razão de aquecimento 20°C/min. (C) Razão de aquecimento 40°C/min.	40
Figura 11. Curvas de DTA em Granulometria Triturada de sementes de <i>Erythrina velutina</i> na taxa de aquecimento de 10°C/min.....	46
Figura 12. Curvas de DTA em Granulometria triturada de sementes unitária de <i>Erythrina velutina</i> na taxa de aquecimento de 10°C/min para as diferentes matrizes.	49
Figura 13. Fotos dos baldes e do surgimento de plântulas da produção vegetal.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantitativo de sementes obtidos na coleta	31
Tabela 2. Caracterização biométrica de sementes de E. Velutina	33
Tabela 3. Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação das amostras das sementes de Erythrina velutina em atmosfera oxidante.....	40
Tabela 4. Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação das amostras das sementes de Erythrina velutina em atmosfera oxidante	42
Tabela 5. Parâmetros cinéticos de degradação térmica de sementes de Erythrina velutina em atmosfera oxidativa.	43
Tabela 6. Parâmetros cinéticos de degradação térmica de sementes de Erythrina velutina em atmosfera inerte.	44
Tabela 7. Eventos exotérmicos do DTA de sementes de Erythina velutina em granulometria triturada	45
Tabela 8. Eventos exotérmicos do DTA de sementes de Erythina velutina em granulometria triturada por unidade de semente	47
Tabela 9. Dados médios dos parâmetros mensais de produção vegetal	52
Tabela 10. Dados gerais da espécie E. velutina	54

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1. Definidores Vegetacionais em Sistemas Naturais do Semiárido Brasileiro	14
2.2. <i>Erythrina velutina</i> Willd.: Marcadores Ecológicos e Fisiológicos	15
2.3. Potencialidades Farmacológicas da População de <i>Erythrina velutina</i> Willd.....	18
2.4. Produção Vegetal de <i>Erythrina velutina</i> Willd.....	19
2.5.Métodos Analíticos e Técnicas Analíticas	21
2.6. Biometria.....	22
3.OBJETIVOS.....	24
3.1. Objetivo geral	24
3.2. Objetivos Específicos.....	24
4.METODOLOGIA	25
4.1. Área de Estudo	25
4.2.Caracterização física das sementes.....	26
4.3.Determinação da curva de água.....	26
4.4.Determinação do teor de cinzas	26
4.5.Análise Térmica.....	27
4.6.Análise Termogravimétrica (TGA)	27
4.7.Determinação da Cinética de degradação.....	27
4.8.Análise Térmica Diferencial (DTA).....	28
4.9.Produção vegetal de <i>Erythrina velutina</i> Willd.	28
4.10.Emergência de plântulas (EP).....	29
4.11.Caracterização das plântulas	29
4.12.Caracterização física das sementes	29
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICES.....	60

1. INTRODUÇÃO

A utilização de produtos naturais exerce um papel muito importante na descoberta de novos fármacos. Essas propriedades estão perceptíveis a nível mundial e, desde os primórdios da humanidade, as civilizações já utilizavam os produtos naturais para cura de doenças. Sendo assim, as plantas medicinais possuem uma rica fonte de moléculas que irão resultar em produtos terapeuticamente ativos (FOGLIO et al., 2006).

Discute-se mundialmente o grande avanço na investigação de plantas, a fim de verificar o potencial químico e farmacológico de produtos naturais e plantas medicinais utilizados em diferentes sistemas de produção vegetal (DAHANUKAR et al., 2000). A partir do século XIX, a utilização de fármacos preparados por produtos naturais cresceu demasiadamente com a aplicação de compostos isolados e descoberta de novas drogas, porém, há muito tempo atrás a utilização dos produtos naturais já eram utilizados de forma restrita (LIANG; FANG, 2006).

Tratando-se de conhecimento popular com o uso de fármacos através de produtos naturais, o Brasil se destaca entre os países considerados em desenvolvimento ou países subdesenvolvidos (ALVES et al., 2008). Há uma difusão de conhecimentos populares e conhecimentos específicos sobre a utilização das plantas medicinais, o que resulta em uma série de influências culturais vinda dos povos europeus, africanos e indígenas (OLIVEIRA et al., 2008).

Para a realização da transformação de um vegetal em medicamento é necessário visar a preservação e conservação da integridade farmacológica e química da planta, garantindo uma boa ação biológica e a segurança na utilização. Para bons resultados na produção de fitoterápicos é necessário observar aspectos fitoquímicos, farmacológicos, agrônômicos, botânicos e toxicológicos.

Segundo Lopes (2010), desde as primeiras civilizações os métodos de extração, purificação e identificação ainda não haviam sido desenvolvidos, ou seja, utilizava-se diretamente o extrato das plantas. Porém, com o desenvolvimento da tecnologia, algumas plantas foram empregadas como fonte de extração para os princípios ativos. Estes princípios ativos serviam como material de partida para derivados químicos ou a síntese total de fármacos (MIGUEL; MIGUEL, 1999).

A vegetação do Bioma Caatinga é composta, principalmente, de espécies lenhosas e herbáceas, de pequeno porte, na maioria das vezes, dotadas de espinhos, sendo, geralmente,

caducifólias, perdendo suas folhas no início da estação seca, e de cactáceas e bromeliáceas (DRUMMOND, 2000).

A espécie em estudo *Erythrina velutina* Willd. é uma Fabaceae do tipo arbórea, medindo de 8 à 12 metros de altura, distinguindo plantas heliófilas e decíduas. Esta espécie é encontrada em diferentes regiões que vai do Estado do Ceará até o de São Paulo, usualmente encontrada em várzeas úmidas e margens de rios (BENTO et al., 2010). Possui vários nomes populares, de acordo com cada região, como bucaré, mulungu, mulungu-da-flor-vermelha e mulungu-da-flor-amarela (Ceará); muchôco e mulungá (Minas Gerais); mulungu (Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe e São Paulo) (CARVALHO, 2008).

Diferentes extratos do gênero *Erythrina* possuem características fitoquímicas e farmacológicas, resultando na identificação de alcaloides tetracíclicos tipo eritrina com princípios ativos (FLAUSINO JR., 2006).

De acordo com os estudos realizados sobre plantas medicinais no Brasil, o gênero *Erythrina* possui grande produção de fitoterápicos. Neste tipo de espécie foram isolados alcalóides e flavonóides pertencentes a espécie *E. velutinae*, dentre as características farmacológicas destacam-se atividades antiagressiva, analgésica, antiinflamatória, antibacteriana e ansiolítica (VIRTUOSO, 2005). A casca do caule é utilizada no tratamento de insônia, ansiedade e agitação, em que busca-se um produto farmacêutico, com qualidade agregada e estudos farmacológicos avançados para o uso medicinal.

Levando em consideração os fatores sobre os condicionantes da produção vegetal e as técnicas analíticas para a espécie *Erythrina velutina* Willd., é necessário analisar e avaliar as características físicas, químicas e biológicas da espécie, voltada para a produção de produtos farmacológicos em função do potencial econômico no Semiárido brasileiro. Essa produção da matéria-prima vegetal deve ser gerada com qualidade, eficiência no tratamento de doenças e transmitir segurança ao usuário de acordo com as resoluções de proteção ao consumidor.

É importante ressaltar a importância da pesquisa no contexto geral, levando em consideração as técnicas termoanalíticas e técnicas de produção vegetal da espécie *E. velutina* como forma de maximizar o conhecimento da potencialização farmacológica da matéria-prima vegetal.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Definidores Vegetacionais em Sistemas Naturais do Semiárido Brasileiro

Dentre os biomas brasileiros estudados, a Caatinga possui um domínio ecogeográfico bastante diversificado, apresentando uma grande variedade de tipos vegetacionais, com número elevado de espécies e uma vegetação conservada, apresentando táxons raros e endêmicos (LEAL et al., 2003)

A província do Nordeste do Brasil possui extensão de cerca de 750.000 Km² sob as latitudes sub-equatorial compreendidas entre 2° 45' e 17° 21' Latitude Sul e engloba partes dos territórios pertencentes aos estados da Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará, Maranhão, Piauí, Ceará, Sergipe, Alagoas, Bahia e parte de Minas Gerais. A área correspondente à Região Nordeste é cerca de 54% e relacionando-se ao território brasileiro corresponde cerca de 11%, constituindo o Polígono das Secas (ALVES et al., 2009).

A caatinga foi definida como uma vegetação arbórea e arbustiva, xerófila, espinhenta e densa, com grande número de espécies endêmicas e alta riqueza biológica (Leal et al., 2003). A formação vegetal característica do Nordeste brasileiro, a Caatinga, é a região natural menos protegida do país, possuindo menos de 2% de seu território em unidades de conservação. Quanto ao clima, a média anual de temperatura varia entre 26 e 28°C, alta radiação solar, elevada evapotranspiração, baixa nebulosidade e um volume de chuva entre 500 e 1000 mm, distribuídos irregularmente durante o ano (Leal et al., 2003).

Observando as características gerais do Bioma Caatinga, a maior parte da vegetação é formada por espécies lenhosas e herbáceas, ou seja, vegetação xerófila, com florística e fisionomia variada, dotadas de espinhos e, comumente, são cactáceas, bromeliáceas e caducifólias, perdendo suas folhas na estação seca. Os solos da região são pouco desenvolvidos, ricos em minerais, pedregosos e pouco densos, com pouca capacidade de retenção de água, apresentando terrenos sedimentares e cristalinos (ALVES et al., 2008).

Cerca de 50% das terras recobertas da Caatinga são de origem sedimentar, com ênfase em águas subterrâneas. Os rios, em sua maior parte, são intermitentes e os volumes de água, na maioria das vezes, é limitado, ocasionando insuficiência para a irrigação (DRUMOND, 2000).

As espécies da vegetação Caatinga estão distribuídas nas mais diferentes situações edafoclimáticas, ou seja, para cada região do bioma existe diversos tipos de espécies dominantes (DRUMOND, 2000). Em pesquisas qualitativas e quantitativas sobre a flora e vegetação da

Caatinga, foram registradas cerca de 932 espécies arbóreas e arbustivas, sendo 380 endêmicas. A caatinga apresenta três estratos: arbóreo (8 a 12 metros), arbustivo (2 a 5 metros) e o herbáceo (abaixo de 2 metros). Além de cactáceas, como *Cereus* (mandacaru e facheiro) e *Pilocereus* (xiquexique), a caatinga também mostra muitas leguminosas (Mimosa, Acácia, etc.) (ALVES et al., 2009). As famílias mais frequentes são Cactaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Caesalpiniaceae e Mimosaceae, sendo os gêneros *Senna*, *Mimosa* e *Pithecellobium* com maior número de espécies (DRUMOND, 2000).

Comparada com outras vegetações, a vegetação do Bioma Caatinga exibe características extremas dentre os parâmetros meteorológicos, destacando-se as baixas e irregulares precipitações, restritas, na maior parte da área, a um período muito curto do ano; a temperatura média anual mais alta; o índice de evapotranspiração potencial mais elevado; a mais alta radiação solar; a baixa nebulosidade, como também, as mais baixas taxas de umidade relativa (BECKER et al., 2011).

Tratando-se da climatologia na Caatinga, pode-se observar que esta região possui alto índice de aridez, pois o índice pluviométrico é muito baixo, em torno de 250 à 900 mm por ano. (ALVES et al., 2009).

Segundo Reddy (1983) e Sampaio (2003) o bioma Caatinga apresenta intensa irregularidade climática, como: altas médias térmicas entre 25° e 30°C, a mais baixa nebulosidade, elevadas taxas de evaporação, forte insolação e os baixos índices pluviométricos, com grande variabilidade temporal e espacial.

O Bioma Caatinga apresenta dois tipos de estruturas geológicas: o embasamento cristalino e as bacias sedimentares. No embasamento cristalino, os solos na maioria das vezes são jovens (cerca de 0,60 m), exibindo baixa capacidade de infiltração, alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural. Nas bacias sedimentares, os solos comumente são profundos (superiores a 2 m, podendo ultrapassar 6 m), com alta capacidade de infiltração, baixo escoamento superficial e boa drenagem natural. Tratando-se do Semiárido como todo, os solos são pedregosos e pouco profundos. Os principais tipos são o bruno-não-cálcico, os planossolos, os solos litólicos e os regossolos, todos esses tipos de solos são inadequados para uma agricultura convencional. Porém ocorrem, também, vários tipos de solos com capacidade agrícola (SUASSUNA, 2002).

2.2 *Erythrina velutina* Willd.: Marcadores Ecológicos e Fisiológicos

A fragmentação de ecossistemas, a devastação de florestas nativas e a perda das estruturas genéticas tem sido a principal decorrência das atividades humanas no uso e manejo inadequado dos recursos naturais, causando desequilíbrios ecológicos a toda a população. Muitas espécies vem sofrendo com a fragmentação, ocasionando sérios problemas na cadeia vegetativa, pois há perda da heterogeneidade genética provocando a diminuição das chances de identificar produtos com potencialidade na economia e a manutenção da espécie em seus habitats (GONÇALVES et al., 2014).

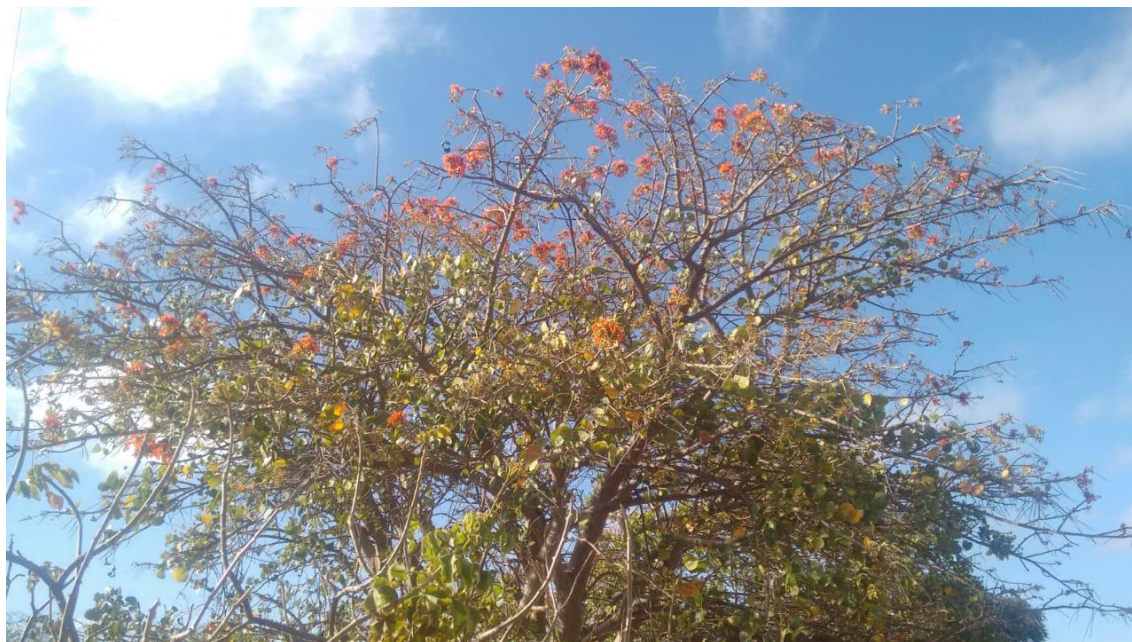
De acordo com Silva et al., 2007 as leguminosas do tipo arbóreo estão sendo bastante utilizadas em áreas degradadas com o intuito de recuperá-las, pois essa família possui crescimento acelerado, sistema radicular profundo, tolerância à acidez do solo e estresse de temperatura, além de contribuir com o enriquecimento do solo com a deposição de matéria orgânica.

A espécie *Erythrina velutina* Willd. também conhecido como mulungu, suinã, bico-de-papagaio, canivete, corticeira e sananduva, pertence à família Fabaceae (Leguminosae-Papilionidae). O termo *Erythrina* possui origem grega, *erythos*, que significa vermelho, em relação a cor de suas flores e o epíteto específico *velutina*, origina-se do latim referendo-se aos pêlos macios e delicados nas folhas (EMBRAPA, 2008)

A espécie *E. velutina* é uma árvore de ampla resistência à seca, proporcionando rusticidade e rápido crescimento, largamente utilizada na recuperação de áreas degradadas. Sua época da floração ocorre entre os meses de setembro/outubro, onde a árvore apresenta-se desfolhada, porém, totalmente florida, proporcionando, dentro do contexto do cenário ‘seca’, uma explosão de vida, sendo apontada, a presença de diversas aves para alimentarem-se, não só do néctar, mas, também, de partes da própria planta (LORENZZI & MATTOS, 2002).

De acordo com a descrição botânica da espécie *E. velutina* (Figura 1) é uma árvore aculeada ou espinhenta com comportamento decíduo de transformação foliar, chegando a fase adulta atinge dimensões próximas a 15 m de altura e 80 cm de diâmetro. Suas folhas são compostas, trifoliadas sustentadas por um pecíolo medindo de 6 cm a 14 cm de comprimento, os folíolos são orbiculares de consistência cartácea de cor verde clara revestida por pilosidade feltrosa. As flores possuem vexilo alaranjado ou vermelho com cálice espatáceo e lâmina quase orbicular. Os frutos possuem legume curvo, de ápices e bases agudas, internamente com 1 à 3 sementes. Chegando na semente, pode-se verificar sementes bicolores, vermelho-escuro e vermelho alaranjado denominadas miméticas. Sua forma física é subquadrangular ou oblarga, com hilo curto de posição mediana (CARVALHO, 2008).

Figura 1. Espécie *Erythrina velutina* Willd. – Mulungu



Fonte: acervo do autor

O processo germinativo das sementes desta espécie possui importância crucial para auxiliar nos programas de cultivo de mudas para reflorestamento ou repovoamento de áreas onde sua exploração aconteceu de forma intensiva, na arborização urbana e como fonte de renda para os pequenos artesões (SILVA et al., 2007).

Atualmente, um dos aspectos mais determinantes no estudo desta espécie é a qualidade fisiológica das sementes em virtude de mudanças decorrentes de origem bioquímica e fisiológica que estão sujeitas após a maturação associada à redução de vigor (ALIZAGA et al., 1990).

A figura 2 mostra as seguintes partes das plantas da espécie *E. velutina*, evidenciando características marcantes da espécie, como flores, sementes, folhas e estrutura em geral.

Figura 2. Partes da espécie *E. velutina*



Fonte: Acervo do autor

2.3 Potencialidades Farmacológicas da População de *Erythrina velutina* Willd.

A utilização de plantas medicinais vem desde a antiguidade nas sociedades com finalidades terapêuticas, estando ligado à história da humanidade. Estes conhecimentos têm ajudado a descoberta de novos medicamentos, servindo como embasamento para o desenvolvimento de fármacos com importância fundamental na história de fármacos (ALMEIDA, 2009).

Nos últimos anos houve um avanço crescente por medicamentos e fármacos de origem vegetal, pois as plantas medicinais representam uma reserva praticamente inexplorada de substâncias úteis à humanidade (MAHADY, 2001). De acordo com LOPES (2010), dentre as plantas medicinais utilizadas no estudo dos fitoterápicos, usados como matéria-prima destaca-se as plantas do gênero *Erythrina* (Fabaceae).

As espécies de *Erythrina* são consideradas a principal fonte de alcalóides tetracíclicos, do tipo eritrina e subdividem-se em erisodina, eritralina, erisotrina, erisopina, erisovina, erisopina, erisonina, erisopitina, hipaforina, sendo os mais amplamente distribuídos a erisodina e a erisopina (SOTO-HERNANDEZ & JACKSON, 1993).

Despertou-se em 1877 o interesse pelo estudo do gênero *Erythrina* através de Dominguez e Altamiro, onde encontraram a ação farmacológica do extrato de sementes da *E. americana*, semelhante aos efeitos da d-tubo-curarina (HARGREAVES, 1974).

De acordo com os estudos sobre os metabólitos secundários encontrados em plantas do gênero *Erythrina*, a principal fonte dos alcalóides tetracíclicos são do tipo eritrina, onde foram inicialmente identificados por Folkers e Major em 1937, através da investigação química de algumas sementes.

A casca da *E. velutina* possui atribuições quanto a sua preparação. De acordo com estudos as cascas possuem propriedades sudorífica, emoliente, sedativa e peitoral e o fruto seco possui propriedades anestésico local, usado na forma de cigarro como odontológico. Já o infuso da casca é utilizado como calmante e sedativo contra tosses e bronquites, como também para o tratamento de hemorroidas e verminoses e, a decocção acelera a maturação de abscessos nas gengivas (MATOS, 1999; LORENZI, 2002; VIRTUOSO, 2005).

A partir dos estudos farmacológicos realizados com a espécie *E. velutina* foram detectados os efeitos depressores e estímulos que causam dor ocasionados pelo sistema nervoso central. Os resultados experimentais condizem com as atribuições populares à espécie, como forma de chás no combate a insônia e serve também como calmante (CARVALHO, 2008).

De acordo com DANTAS et al. (2004) a *E. velutina* em suas propriedades farmacológicas destaca-se ao fato que o extrato aquoso das folhas em doses baixas interfere em processos mnemônicos e, em caso de maiores doses, atua como sedativo e bloqueador neuromuscular periférico.

2.4. Produção Vegetal de *Erythrina velutina* Willd.

A espécie *Erythrina velutina* Willd, família Fabaceae, é popularmente conhecida como Mulungu, ocorre em grupos ou em, sendo uma planta aculeada, medindo de 8 a 12 metros, comumente encontrada nas caatingas em áreas mais úmidas às margens do rio (ALVES et al. 2008).

As inflorescências desta espécie apresentam-se como panículas terminais curtas, variando de 12 a 20 centímetros, possuindo três folhas na cor vermelho com lâmina orbicular, cálice espatáceo e hermafroditas (ALVES et al. 2008). Suas inflorescências são em racemos, axilares e terminais.

A época da floração ocorre entre os meses de Setembro e Outubro e a árvore apresenta-se desfolhada no Semiárido, entretanto completamente florida, sendo apontada com frequência a aparência de diversos animais, como aves e lagartos para alimentarem-se não só do néctar, mas também, de partes da própria planta (OLIVEIRA, 2008)

O fuste é geralmente curto, medindo até 5 m de comprimento. A ramificação é dicotômica, com a copa ampla, aberta e arredondada. A casca mede até 25 mm de espessura e a casca externa ou ritidoma é lisa a levemente áspera(OLIVEIRA, 2008). O tronco é aculeado, muito ramificado, com casca lisa a levemente rugosa. Sua madeira é leve, macia e pouco resistente.

As folhas são compostas trifoliadas com folíolos cartáceos, alternas, velutino pubescentes, com medição variando de três à doze centímetros de comprimento. São sustentadas por pecíolo de seis à quatorze centímetros de comprimento. Os folíolos são orbiculares, triangulares, com consistência cartácea, com a face ventral pulverulenta e dorsal, tendo sua cor verde mais claro revestida por pilosidade com medição de seis à doze centímetros de comprimento (CARVALHO, 2008).

Segundo Oliveira (2008) os frutos são do tipo legume, ou seja, tem seu formato de vagem deiscente, com cinco à oito centímetros de comprimento, contendo 1-3 sementes reniformes de cor vermelha e intenso brilho. Têm formato alongado, sinuoso e amadurecem em janeiro-fevereiro. Carvalho (2008) descreve que o fruto é curvo, de ápices e bases agudas, internamente não-septado.

A semente é reuniforme, possui embrião axial com cotilédones carnosos e a germinação é do tipo epígea fanerocotiledonar. Na etapa de crescimento (plântula) foi ressaltado heterofilia (SILVA et al., 2007), as sementes são bicolores, chamadas miméticas, de coloração vermelho-escura e vermelho-alaranjada, são ainda subquadrangulares ou oblongas, com um hilo curto de posição mediana (CARVALHO, 2008).

Além disso, suas sementes apresentam dormência por conta da impermeabilidade do tegumento à água e, do mesmo modo, pela possível presença de inibidores de germinação, sendo superada com escarificação em lixa no limite oposto à micrópila ou junto à mesma (SILVA et al., 2013).

O mulungu possui importância econômica no contexto ecológico e medicinal popular, no entanto, possui restrições quanto ao processo de formação de mudas, devido à ocorrência de dormência tegumentar em suas sementes, inibindo a germinação, que ocorre de forma lenta e em porcentagem baixa. A dormência tegumentar é comum em sementes de muitas espécies de

leguminosas e compõe um dos fatores fundamentais para a conservação da espécie em campo, em condições de adversidade climática. Do mesmo modo, algumas dessas sementes cultivadas no solo podem, embeberem água e germinarem em intervalos consecutivos, quando as condições ambientais passarem a ser adequadas (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo SANTOS et al. (2013), a dormência tegumentar das sementes de *Erythrina velutina* é superada com escarificação em lixa no acúleo oposto à micrópila ou junto à mesma. A dormência não é afetada pelos tipos de armazenamento e não é superada pela imersão em água quente.

2.5 Métodos Analíticos e Técnicas Analíticas

As características químicas e morfológicas dos vegetais e dos extratos obtidos a partir das plantas, formam-se um conjunto de especificações de qualidade no alcance de um fitoterápico. De acordo com as espécies estudadas até o momento, encontram-se as plantas do gênero *Erythrina* que são amplamente conhecidas pelo seu potencial farmacológico (SILVA, 2012).

Segundo Cruz et al., (2001) a caracterização da biometria das sementes e frutos é um fator primordial para diferenciar as espécies do mesmo gênero. O tamanho da semente e o número de sementes por fruto possuem uma relação entre as espécies arbustivas e arbóreas (CARVALHO et al., 1998)

De acordo com os aspectos fitoquímicos realizados para o gênero *Erythrina*, Silva (2012) concluiu que este gênero é responsável pela bioprodução de alcalóides, triterpenos, flavonóides e esteróides, possuindo alto valor farmacológico. Comumente estes tipos de alcaloides encontrados são a principal fonte de alcaloides tetracíclicos tipo eritrina, identificados por Folkers e Major em 1937.

Segundo Virtuoso (2005), foi realizado um estudo com o extrato etanólico da casca da *E. velutina*, e constatou-se através dos métodos de difusão em disco e concentração inibitória mínima, que esse extrato é eficaz contra o *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes*. A análise do cromatograma da fração hexânica obtida no cromatógrafo a gás demonstrou a presença do ácido cinâmico, estigmasterol, α -amirina, acetato de tocoferol, α -amirina, benzenol, β -amirina, β -sitosterol e lupeol. Relacionado as sementes da *Erythrina* foram isolados a hipaforina, um alcalóide indólico (OZAWA et al., 2008).

De acordo com os estudos realizados por Ozawa et al. (2008) isolaram das sementes um novo alcalóide: o *N*- óxido de erisodina, além de outros compostos já isolados como a 8-oxo-eritralina, glicoerisodina, erisotrina, erisodina, eritralina, erisovina, hipaforina e erimelantina. Das cascas do caule de *Erythrina* foi isolado por Cabral (2009) um triterpeno do tipo oleanano (3 β - eritrodiol), isolado pela primeira vez na espécie em estudo; um alcalóide do tipo eritrínico (erisovina) e três flavonóides: uma flavona prenilada (4'-*O*-metil-sigmoidina B), um pterocarpano (faseolidina) e um isoflavonóide glicosilado (7-*O*-[α -ramnopiranosil- β -glicopiranosideo]- genisteina), sendo este último composto proposto pela primeira vez no gênero *Erythrina*. Lopes (2010) isolou o ácido nicotínico a partir do extrato metanólico das folhas de *E. velutina*.

2.6 Biometria

Estudos relevantes são registrados acerca da biometria de frutos e sementes. Características das sementes como, tamanho e peso, são fatores de grande importância para realizar estudos de uma espécie. Além de ser considerado um parâmetro básico para compreender o estabelecimento e a dispersão de plântulas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000)

Segundo informações levantadas por CARVALHO e NAKAGAWA (2000), as sementes que possuem maior tamanho foram bem mais nutridas durante o processo de germinação e desenvolvimento para a formação de plântulas. O embrião bem formado contém maior quantidade de substâncias de reserva, influenciando assim no sucesso do estabelecimento da plântula.

É importante ressaltar que a biometria de frutos e sementes fornece dados essenciais para a conservação e exploração da espécie, auxiliando para o uso sustentável da espécie. Além disso, estudos como estes auxiliam para padronização de testes laboratoriais, contribuindo na identificação e diferenciação de espécies do mesmo gênero. Pesquisas realizadas neste sentido envolvem análises morfológicas das sementes que podem auxiliar no processo de germinação e caracterização do vigor e da viabilidade (OLIVEIRA-BENTO, 2012)

De acordo com Bezerra et al. (2012) trabalhando com características morfométricas de *Cassia grandis* L. f. (Fabaceae) verificaram os seguintes dados médios biométricos das sementes: 15,83 mm de comprimento, 11,34 mm de largura e 0,867 g de massa. Houve variação

nas variáveis biométricas das sementes, contudo, isso pode interferir na qualidade fisiológica da semente.

Analizando as características morfobiométricas das sementes de diferentes espécies, verifica-se importantes particularidades dentro de um mesmo gênero. De acordo com os estudos relatados por Silva Júnior (2005) há uma correlação negativa entre o tamanho da semente e o número de sementes por fruto em determinadas espécies de arbóreas e arbustivas.

O tamanho dos frutos e das sementes são influenciados por diversas respostas biológicas como a germinação, dispersão e formação de banco de sementes no solo. Segundo os estudos realizados por Silva Júnior (2005) as sementes maiores possuem, normalmente, melhor qualidade fisiológica, o que influenciará nas condições de desenvolvimento vegetacional, com maior resistência as condições hídricas. Já as sementes menores possuem facilidades no momento da dispersão pelo vento, além de germinar mais rápido em ambientes desfavoráveis.

Segundo Silva Júnior (2005) o aumento da produtividade pode ser afetada pela classificação das sementes, pois o tamanho das mesmas poderá influenciar diretamente no vigor das plantas, na germinação e na produção de grãos. A biometria é uma importante ferramenta que poderá auxiliar bastante influenciado nos estudos sobre sementes e frutos. Segundo White *et al.* (1992) as sementes de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivadas na Califórnia, por serem pequenas, são fisiologicamente mais eficientes, inclusive as espécies de locais quentes e altitudes altas.

As sementes de *E. velutina* WILLD. coletadas em áreas de Caatinga variaram em comprimento (0,90 à 1,20 cm), largura (0,50 à 0,80 cm) e espessura (0,50 à 0,70 cm). As sementes pequenas são fisiologicamente mais eficientes, em particular nas localidades mais quentes e com altas latitudes. A massa média de 100 sementes foi de 26,39 g, o que pode concluir que 1 Kg das sementes possuem 3.787 das sementes na Caatinga (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2012.)

De acordo com Pereira (2011) a coleta das sementes pode ser feita na copa da árvore, quando o fruto ainda iniciar a abertura ou a coleta pode ser realizada quando a queda espontânea acontecer, sobre o chão. A secagem ao sol após a coleta é importante para que o fruto complete a abertura e libere as sementes.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Aprimorar técnicas termoanalíticas de produção vegetal da espécie *Erythrina velutina* Willd. como forma de maximizar o conhecimento da potencialização farmacológica da matéria-prima vegetal na região Semiárida brasileira.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar as técnicas termoanalíticas das sementes da espécie *Erythrina velutina* Willd.;
- Monitorar a emergência das sementes e desenvolvimento de plântulas da espécie;
- Testar técnicas biológicas para melhoramento da produção vegetal da espécie.

4. METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada na microrregião do Cariri Ocidental do estado da Paraíba pertencente à mesorregião Borborema, na cidade de Serra Branca, que faz limites com os municípios de Sumé, São João do Cariri, Coxixola, Parari, São José dos Cordeiros e Congo. O município possui uma área abrangente de 686,9 Km², altitude de 476 m e as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 29' 14" Sul, Longitude: 36° 39' 51" Oeste.

Após realizar várias caminhadas em diversos lugares da região, foram selecionadas áreas que tivessem maior número de indivíduos da espécie e, dentre as áreas selecionou-se indivíduos na cidade de Serra Branca – PB, mais precisamente na Serra do Jatobá. Sendo assim, escolheu cinco matrizes próximo a Serra, onde foram coletadas sementes em estágio de maturação avançada para posteriores experimentos. Foram estudadas as sementes e as plântulas dos referidos indivíduos adultos encontrados.

A figura 3 mostra o mapa da localização geográfica da microrregião do Cariri Ocidental, mais precisamente no município de Serra Branca – Paraíba.

Figura 3. Localização geográfica da Microrregião do Cariri Ocidental do município de Serra Branca – PB.



Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2016)

4.2. Caracterização física das sementes

A coleta do material foi realizada em campo, em uma área localizada na microrregião do Cariri Ocidental, na cidade de Serra Branca – PB, onde foram selecionados os indivíduos e delimitados no local. A amostragem foi feita com base no índice em análise dos dados coletados foi feita com base no índice de atividade fenológica, que indica a porcentagem de indivíduos da população que está manifestando determinado evento fenológico.

Os procedimentos para as análises físicas foram desenvolvidos no Laboratório de Ecologia e Botânica do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) campus Sumé, onde realizou-se a triagem do material e a biometria das sementes.

Inicialmente foi realizado a triagem do material para separação das sementes sadias e sementes danificadas. Em seguida, foram feitas as contagens desse material para a realização da biometria. Foram realizadas amostragens de 100 sementes de cada matriz para a biometria, verificando as seguintes dimensões: comprimento e espessura. Para a realização dessas medidas foi utilizado paquímetro digital (precisão de 0,05 mm) e uma balança de precisão para verificação do peso de cada semente e peso total das sementes.

4.3. Determinação da curva de água

Para a determinação do teor de água das sementes foi utilizado o método da secagem em estufa com circulação de ar forçado à 105° C. Utilizou-se a balança semi-analítica para a pesagem das cinco amostras elencadas para cada matriz, cada uma com 10 sementes no estágio de maturação maduro. As sementes foram colocadas em um cadinho previamente tarado. O material foi colocado na estufa por 3 horas durante a secagem e, em intervalos de 30 minutos colocou-se no dessecador para resfriamento. E posterior pesagem até atingir o peso constante do material (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.4. Determinação do teor de cinzas

Este teste foi determinado pela metodologia 018/IV Resíduo por incineração – Cinzas. A amostra foi colocada em cápsulas de porcelana e carbonizada em mufla à 550°C por 60 minutos

e, logo após, vai para o dessecador por mais 60 minutos para resfriamento e posterior pesagem até atingir peso constante. Esse teste tem o objetivo de queimar a matéria orgânica, utilizando as mesmas sementes do teste da determinação do teor de água.

4.5. Análise Térmica

Para a realização da caracterização química dos compostos em estudo, foram feitas análises térmicas diferencial das sementes e foram comparadas à indivíduos adultos, resultando nas características térmicas. Segundo Ionashiro (2005) e Denari e Cavalleiro (2012) a análise térmica diferencial é um agrupamento de técnicas que aferem propriedades físicas da amostra de uma matéria, de acordo com a temperatura a ser medida como também, com o resfriamento e aquecimento da matéria, tornando um ciclo térmico (IONASHIRO, 2005; DENARI e CAVALHEIRO, 2012). Para a Análise Termogravimétrica (TGA) as sementes foram moídas em moinho, gerando uma amostra homogênea. Para a Análise térmica Diferencial (DTA) foi utilizada a granulometria triturada e a granulometria macerada, ou seja, com um pistilo realizou-se a quebra das sementes em menores porções. Foram selecionadas cinco sementes de cada matriz para essa granulometria.

4.6. Análise Termogravimétrica (TGA)

Este tipo de análise é realizada com uma termobalança com a seguinte característica: TGA-50H, Shimadzu, Japão. Este tipo de balança é calibrada com oxalato de cálcio monohidratada, com o objetivo de gerar curvas termogravimétricas em diferentes faixas de granulometria. As amostras foram aquecidas entre as temperaturas de 35°C à 900°C em atmosfera de nitrogênio – 50mL/min) e ar sintético – 20mL/min à uma razão de aquecimento de 10°C/min. A análise das curvas termogravimétricas foram analisadas pelo software TA 60 WS (Shimadzu, Japão).

4.7. Determinação da Cinética de degradação

Para a determinação desse tipo de cinética são utilizadas curvas termogravimétricas de ar sintético – 20 mL/min com os determinados aquecimentos entre 5 e 10°C, utilizando também

a termobalança – TGA-50H, Shimadzu, Japão. Neste tipo de determinação, calculou-se alguns parâmetros cinéticos de frequência, reação e energia de ativação, acompanhado do modelo de Ozawa. A análise da determinação da cinética de degradação foi analisada pelo software TA 60 WS (Shimadzu, Japão).

4.8. Análise Térmica Diferencial (DTA)

Para realização da análise térmica diferencial foi utilizado um equipamento analisador térmico diferencial (DTA-50, Shimadzu, Japão) para a obtenção das curvas DTA em diferentes faixas granulométricas. As amostras foram colocadas em cadinho de alumínio ao qual foram submetidas a uma faixa de temperatura de 35°C a 900°C em atmosfera inerte. Os resultados da análise da determinação da cinética de degradação serão analisados pelo software TA 60 WS (Shimadzu, Japão).

4.9. Produção vegetal de *Erythrina velutina* Willd.

A produção vegetal da espécie *velutina* foi realizada no viveiro para produção de mudas nativas e estudos da ecologia e dinâmica da Caatinga do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) Campus Sumé da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Para montagem do experimento foram consideradas as matrizes selecionadas na área amostrada. Portanto, foram utilizadas cinco matrizes, e de cada matriz foram selecionadas 96 sementes que foram implantadas em 24 baldes, previamente preparados. O substrato foi preparado de acordo com as seguintes proporções: 1,5 de areia, 1,0 de esterco caprino e 0,5 barro vermelho. Sendo assim, foram implantadas 4 sementes por balde, obedecendo um distanciamento de 12 cm entre as sementes e posição entre as quatro sementes. No experimento utilizou-se 480 sementes e 120 baldes. Os baldes estavam em um viveiro telado com 50% de sombreamento.

A semeadura foi feita diretamente nos baldes, onde escolheu aleatoriamente 96 sementes de cada matriz e o monitoramento foi feito diariamente com regas e observando o desenvolvimento (altura e diâmetro) de cada plântula.

Para realização das regas foram definidos quantidade de água e horários fixos para melhor controle de germinação e crescimento. A quantidade de água utilizada baseou-se em um regador de 10 L, ou seja, cada balde consumia em média, 250 mL.

A produção de mudas foi feita em sistemas de produção, com sementes sadias buscando um modelo para facilitar a semeadura e o manuseio das mudas, permitindo melhor controle sanitário e nutricional de qualidade de substratos, como também reduzir a necessidade de replantio.

4.10. Emergência de plântulas (EP)

Para calcular o número de plantas que emergiram em um determinado período de tempo, é necessário realizar cálculos de Emergência de Plantas (EP) conforme Laboriau e Valadares (1976):

$$EP(\%) = \frac{N}{A} \cdot 100$$

Onde N: número de plântulas emergidas; A: número total de sementes colocadas para germinar.

4.11. Caracterização das plântulas

O acompanhamento do crescimento das plântulas foi avaliado mensalmente verificando as seguintes medidas: comprimento e diâmetro do caule utilizando o paquímetro de precisão e uma trena métrica. Na retirada da plântula para análise foram feitas as medidas de comprimento radicular e peso da massa fresca em uma balança de precisão.

4.12. Caracterização física das sementes

Para a realização da biometria das sementes foram coletadas sementes em um estágio de maturação avançada e colocadas em sacos de armazenamento para, em seguida, serem levadas para o Laboratório de Ecologia e Botânica – LAEB do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. Chegando ao laboratório foi feita a triagem do material coletado e, logo após, efetuadas a biometria das sementes na fase madura. Foram selecionadas 100 sementes de cada matriz e foram realizadas mensurações de comprimento, diâmetro e massa

fresca de cada semente utilizando um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm e uma balança analítica com precisão 0,0001 g. Também foram realizados o peso médio de 100 sementes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizar a coleta do material vegetal em campo, as sementes de *E. velutina*, foram levadas ao laboratório de Ecologia e Botânica para realizar a triagem dos frutos e sementes. Nessa triagem foram selecionados frutos e sementes sadios e danificadas para posteriores análises. Realizando a contagem do material obteve-se um total de 6.590 sementes sadias e 41 sementes danificadas, como mostra na tabela 1.

Segundo os valores obtidos no experimento sobre as sementes de mulungu, as dimensões de comprimento e diâmetro variaram entre 13,09 mm e 7,89 mm para a matriz 1, representado pelos valores mínimos. Para a matriz 2, os valores obtidos na variação mínima foi 12,14 mm de comprimento e 7,82 mm de diâmetro. Para as matrizes 3, 4 e 5, esses valores variaram em 11,13 mm e 8,03 mm; 12,53 mm e 7,90 mm; 9,87 mm 7,16 mm, respectivamente. Os resultados referentes a triagem das sementes de *E. velutina* provenientes de uma área do semiárido nordestino, no Cariri Ocidental, estão evidenciados na Tabela 1.

As diferenças biométricas, mesmo estando em uma mesma população, não só depende de fatores ambientais, mas também das relações ao estabelecimento ao novo ambiente. Em se tratando do tamanho das sementes no fruto, deve-se ao fato de que as variações são decorrentes de efeitos ambientais no procedimento de emergência e desenvolvimento da plântula.

Tabela 1. Quantitativo de sementes obtidos na coleta

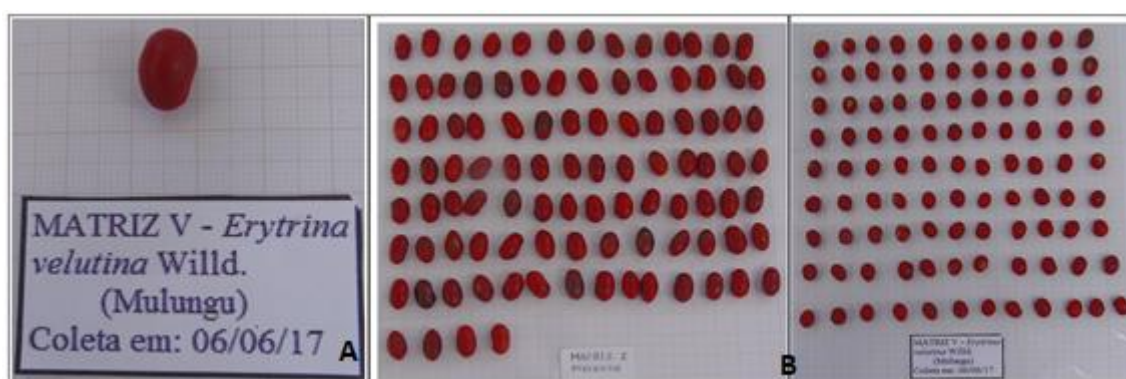
Material	Matriz 1	Matriz 2	Matriz 3	Matriz 4	Matriz 5	Total
<i>Sementes Sadias</i>	1.144	1.203	1592	1.105	1.546	6.590
<i>Sementes danificadas</i>	09	08	07	10	07	41

A caracterização física das sementes foi realizada em uma amostra de 100 sementes, onde foram avaliados parâmetros de comprimento, diâmetro e massa fresca. Esta caracterização é fundamental no planejamento de produção de mudas, ou seja, fornecidos de quantidade de frutos a serem colhidos e de sementes necessárias ao plantio. (Rebouças et al., 2008).

Na figura 4, observa-se a biometria das sementes de *E. velutina*, onde verificou-se que estas apresentam valores médios de 14,6 mm de comprimento, 8,61 mm de diâmetro e 0,532 g de massa fresca para a matriz 1; Para a matriz 2 os valores médios foram 13,13 mm de

comprimento, 8,52mm de diâmetro e 0,4571 g de massa fresca total. Já para a matriz 3, os valores médios de comprimento, diâmetro e massa fresca, foram, respectivamente, 12,23 mm, 8,76 mm e 0,4820 g. Na matriz 4 tem-se valores de 13,67 mm de comprimento, 8,58 mm de diâmetro e 0,5194g de massa fresca; Para a matriz 5 tem-se os valores de comprimento, 11.24 mm diâmetro, 7.90 mm e massa fresca 0.4076 g.

Figura 4. Fotos de uma semente *E. velutina* (A); 100 sementes da Biometria *E. velutina* (B)



De acordo com Cruz *et. al.*, (2001), a biometria realizada em frutos e sementes pode fornecer contribuições essenciais para distinguir espécies do mesmo gênero. Em algumas espécies percebe-se que o peso da semente diminui com o aumento de número de sementes por frutos. Estudo relatado por White *et. al.*, (1992) mostra que a classificação das sementes pelo tamanho é tida como uma estratégia para aumentar a produtividade, ou seja, o tamanho da semente influenciará na melhor produção de grãos, vigor das plântulas e a rápida germinação. Visto que as sementes pequenas possuem a fisiologia mais eficiente, principalmente, em locais de alta latitude e locais quentes com temperaturas mais elevadas.

A biometria dos frutos e sementes é considerada uma ferramenta essencial na classificação tradicional como fonte de informações adicionais para melhor estudo de determinada espécie.

Analisando os dados de biometria das sementes de *E. velutina* obteve-se valores médios de 12,97 mm de comprimento, 8,47 mm de diâmetro e um peso médio de 0,4798 g, conforme a tabela 2:

Tabela 2. Caracterização biométrica de sementes de *E. Velutina*

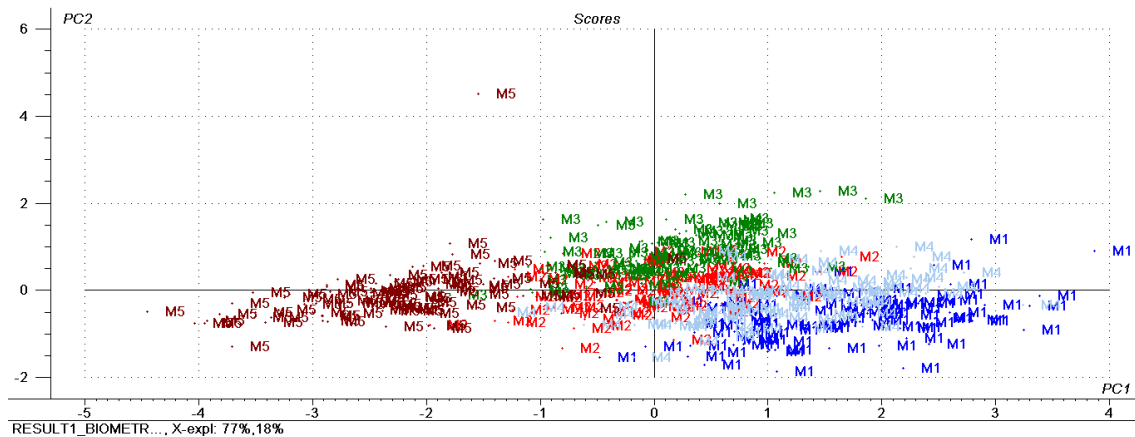
Características		Matriz 1	Matriz 2	Matriz 3	Matriz 4	Matriz 5	Médias Gerais	Coefficiente de Variância	Desvio padrão
Valores médios	Comprimento (mm)	14,6	13,13	12,23	13,67	11,24	12,97	1,68	1,29
	Diâmetro (mm)	8,61	8,52	8,76	8,59	7,90	8,47	0,11	0,33
	Peso (g)	0,5329	0,4571	0,4820	0,5194	0,4076	0,4798	0,003	0,050

Tratando-se de valores máximos e mínimos obtidos através das matrizes coletadas em uma mesma região, foram correlacionados os valores em comprimento, diâmetro e peso das sementes em cada matriz. Para a matriz 1, o comprimento tem valor máximo de 15,88 mm e valor mínimo de 13,09 mm. Para os valores do diâmetro tem-se os seguintes valores 9,66 mm e 7,89 mm. O valor máximo e mínimo do peso foi 0,6134 g e 0,4465 g, respectivamente.

Em relação à análise da massa das sementes, verificou-se que na matriz I - 53,34 g; Matriz II - 45,78 g; Matriz III - 48,34 g; Matriz IV - 52,08 g e Matriz V - 40,83 g. Segundo Irigon e Mello (1995) o peso das sementes é visto como uma das causas, em aspectos morfológicos, que podem comprometer o vigor e germinação da plântula, influenciando na qualidade fisiológica da semente. Já segundo Carvalho e Nakagawa (2000) a semente alcança seu vigor máximo quando apresenta seu máximo peso de massa seca, podendo perder esse peso através da respiração da semente.

Na Figura 7, verifica-se os dados biométricos das sementes coletadas nas cinco matrizes utilizando os dados de medidas de comprimento, diâmetro e massa seca. As cinco matrizes (M1, M2, M3, M4 e M5) obtiveram 77% de variância entre si, sendo considerados parâmetros importantes para descrição. De acordo com a aplicação de PCA, observou-se uma maior aproximação entre as matrizes M2 e M3, como também entre as matrizes M1 e M4. No entanto, a matriz M5 apresentou maior distanciamento entre as demais matrizes, como mostra a Figura 5.

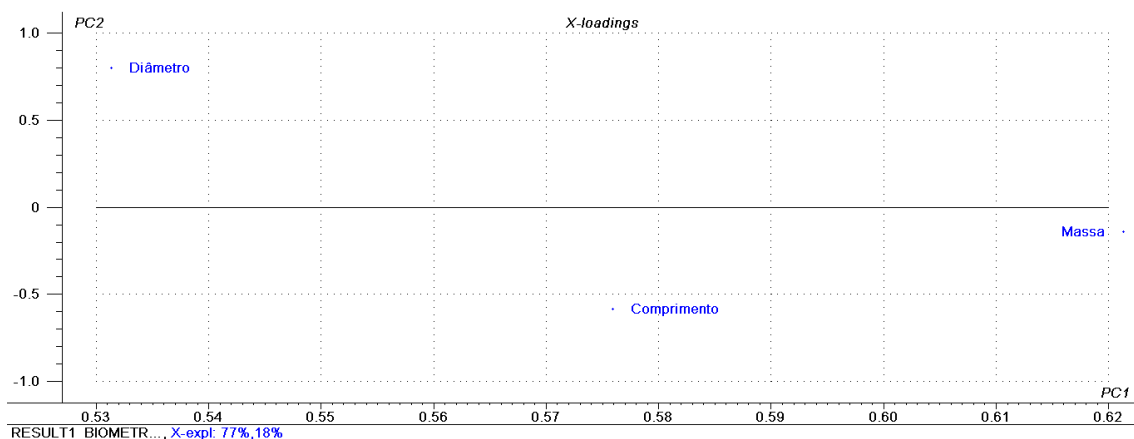
Figura 5. PCA das sementes de *E. velutina* das cinco matrizes coletadas e analisadas em sua morfologia.



A análise multivariada de dados consiste em um conjunto de métodos onde as variáveis estudadas são relacionadas simultaneamente em uma unidade amostral. (Mingoti, 2005). Sendo assim, o objetivo desta análise é reduzir os dados em uma única estrutura para melhor visualização dos mesmos. Para realização dos estudos desta análise foi utilizado a Análise de Componentes Principais (PCA), onde o PCA é considerado uma transformação linear básica para estudos em fatores discriminados.

Na figura 6, verificou-se há uma relação entre as semelhanças e os parâmetros que existem entre as matrizes estudadas e os parâmetros estudados como as dimensões de comprimento, diâmetro e massa fresca. Assim constatou-se que os componentes descreveram cerca de 77% da variância total dos variáveis. Examinando os valores, é possível interpretar os componentes de acordo com as variáveis que apresentam maiores correlações, como as matrizes M2 e M3 apresentaram comprimentos semelhantes com relação as medidas estudadas. Já a matriz 5 apresentou maiores diâmetros com relação as demais matrizes e para a massa, a matriz 1 mostrou-se com maiores valores de massa para as sementes.

Figura 6. PCA dos parâmetros morfológicos na morfologia das matrizes selecionadas.



Os dados característicos de biometria das sementes possuem grande contribuição para estudos sobre a espécie. Obteve-se valores que variaram entre 11,0 mm e 14,0 mm aproximadamente. Para o diâmetro tem-se os valores variando entre 7,9 mm e 8,76 mm. Segundo estudos realizados por SILVA JÚNIOR et al. (2012) os valores de comprimento variaram entre 9 mm e 12 mm e diâmetro variaram entre 5,0 mm e 8,0 mm. Comparando esses dados, foi possível verificar, que mesmo sendo coletadas em áreas de Caatinga, os valores obtidos podem ser diferentes por conta do local, influência de correntes de água e vegetações próximas

Segundo HARPER et al., (1970) as sementes pequenas são mais eficientes na captura de água em relação às sementes grandes, por conta da área de superfície. Isso é vantajoso para as plantas da região da Caatinga, pois a disponibilidade de água é restrita somente em períodos chuvosos.

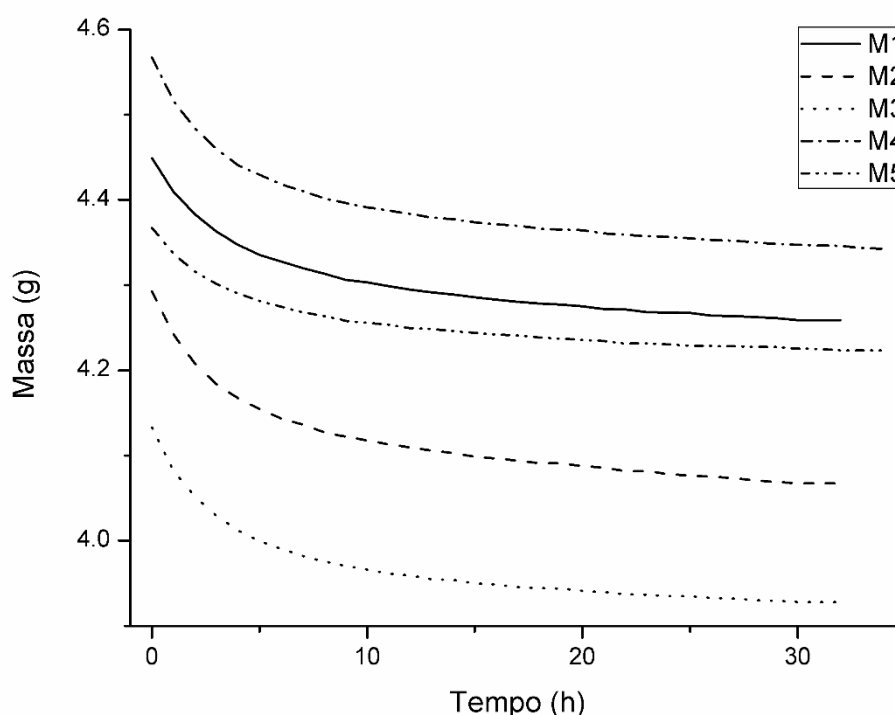
Sendo assim, a biometria mostra-se ser uma ferramenta fundamental para fontes de informações para classificação tradicional. Os valores apresentados nas figuras 5 e 6 variaram de acordo com a localização de cada matriz, ou seja, fatores climáticos, temperatura, precipitação, índice de aquíferos, entre outros, irão influenciar nos estudos da espécie em sua produção vegetal. Portanto, os resultados obtidos nesta análise é de grande importância ao selecionar indivíduos com melhores resultados para produção de novos indivíduos.

Determinação da curva de água

Os dados obtidos na análise de teor de umidade apresentaram proximidades nos resultados das matrizes, apresentando o teor médio de 7,02% entre as matrizes. Como observa-se na Figura 7, a fase inicial ocorre uma maior perda de água até esse valor se manter constante. A fase inicial de perda de água é considerada a umidade superficial, ou seja, nessa fase de perda

da água livre presente na superfície da semente, todavia não acontece apenas ocorre a perda de água, há também perda de substâncias voláteis, que se refere a água ligada, referente a água presente no interior da semente. Essa perda de umidade é considerada perda final de água, onde essa água livre é removida totalmente, resultando em resíduo seco (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Figura 7. Curvas de perda de água em sementes de diferentes matrizes de *E. velutina* a temperatura controlada de 42°C.



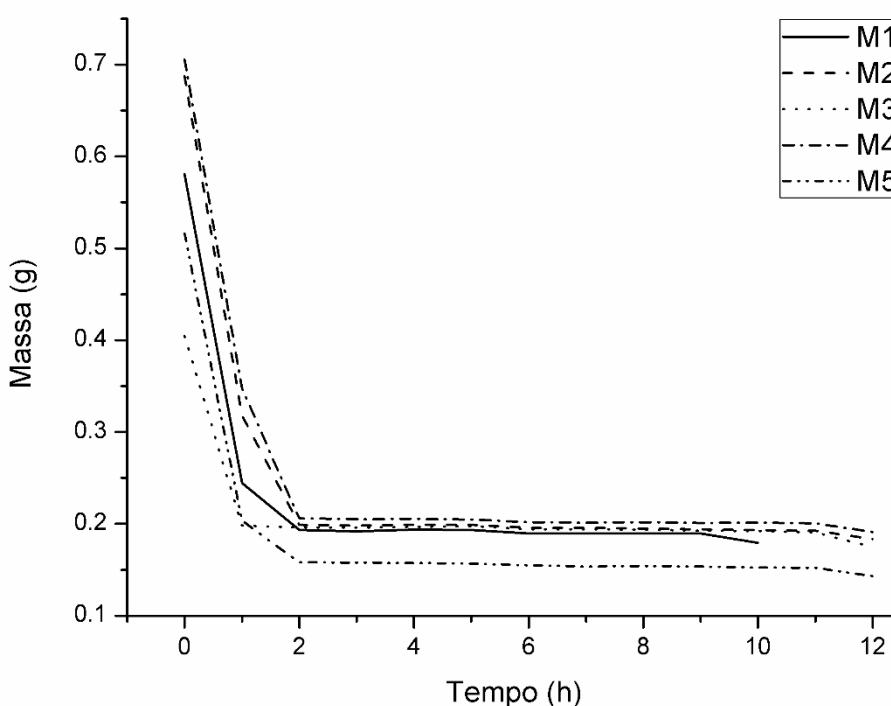
Observa-se também que existe uma disparidade entre as massas, ou seja, as diferenças entre os valores medidos da massa. Isso acontece porque a escolha das sementes foi aleatória e, na medida não tem como ter um peso exato. Com relação ao tempo de secagem, é notório que para as cinco matrizes, foram praticamente o mesmo tempo de secagem do material, ou seja, o teor de umidade de sementes representa a quantidade de água por unidade de massa da semente úmida ou seca. Isso implica dizer que as matrizes estavam um mesmo estágio de maturação, características importantes de qualidade fisiológica da semente e prevenção da deterioração das sementes.

Os valores médios de perda de massa foram os seguintes: M1 = 4.2926g; M2 = 4.1146g; M3 = 3.9664g; M4 = 4.3841g e M5 = 3.2525g.

Determinação do Teor de Cinzas

Conforme a Figura 8, observa-se que o Teor de Cinzas teve o mesmo princípio do teor de umidade. Os resultados apresentaram similaridade entre as matrizes, quando trata-se de perda de massa.

Figura 8. Curvas de perda de água em sementes de diferentes matrizes de *E. velutina* à 550 °C para obter o perfil total de sólidos das amostras.



Os valores médios das massas são os seguintes para as diferentes matrizes: M1 = 0,2305g; M2 = 0,2423g; M3 = 0,2094g; M4 = 0,2528g e M5 = 0,1857g. Apresentando um teor médio de cinzas de 4,39%.

Esse teor de cinzas é o resíduo inorgânico restante da destruição da matéria orgânica. Essa composição de resíduo, geralmente, não é o mesmo do material de origem, por ocorrer a volatilização de sais. Esse tipo de cinza é utilizado em análises quantitativas, ocasionando a perda de elementos voláteis, sem uso de reagentes químicos.

Termogravimétrica – TGA

As curvas termogravimétricas das sementes de *E. velutina* representados na figura 10 apresentam similaridades nas curvas TG nas diferentes matrizes coletadas. O material vegetal

foi submetido aos estágios de atmosfera de ar sintético em diferentes razões de aquecimento, 40° C/min, 20° C/min, 10° C/min e 5° C/min.

As curvas de TG apresentaram cinco eventos de degradação de massa, sendo três etapas principais da perda de massa, a primeira refere-se à desidratação e a segunda e terceira etapa ocorre a decomposição térmica. A etapa final acontece a formação de resíduo carbonizado.

Em atmosfera oxidante na razão de 5° C/min, o primeiro evento de degradação mostra que acontece uma perda de água superficial e apresenta uma estabilidade térmica até aproximadamente 200°C. Esta variação de temperatura ocorreram nos seguintes intervalos para as determinadas matrizes: M1 (35.06 – 198.94°C); M2 (32.42 – 199.66°C) M3 (34.22 – 151.27°C); M4 (30.27 – 193.35°C) e M5 (29.4 – 187.24°C). A partir desta temperatura observou-se o início do segundo evento com o surgimento da degradação térmica, mostrando-se uma perda de massa ainda pequena. Seguindo a degradação da massa inicia-se o terceiro e maior evento, em um intervalo de temperatura para M1 (247.06 a 378.43°C), com perda de 39.14% da massa inicial da amostra. Para M2 (250.92 – 376.46°C), a perda de massa é 36.36%. A Matriz 3 apresenta os valores (213.26 – 367.59°C) com perda de massa de 40.17%. Já para M4 (251.04 – 372.93°C), perda de massa de 36.79%. E, por fim, a matriz 5 (252.74 – 368.56°C) com sua perda de massa de 34.82%.

Figura 9. Curvas de TGA das sementes da espécie *E. velutina*. (A) Razão de aquecimento 5°C/min. (B) Razão de aquecimento 10°C/min. (C) Razão de aquecimento 20°C/min. (D) Razão de aquecimento 40°C/min.

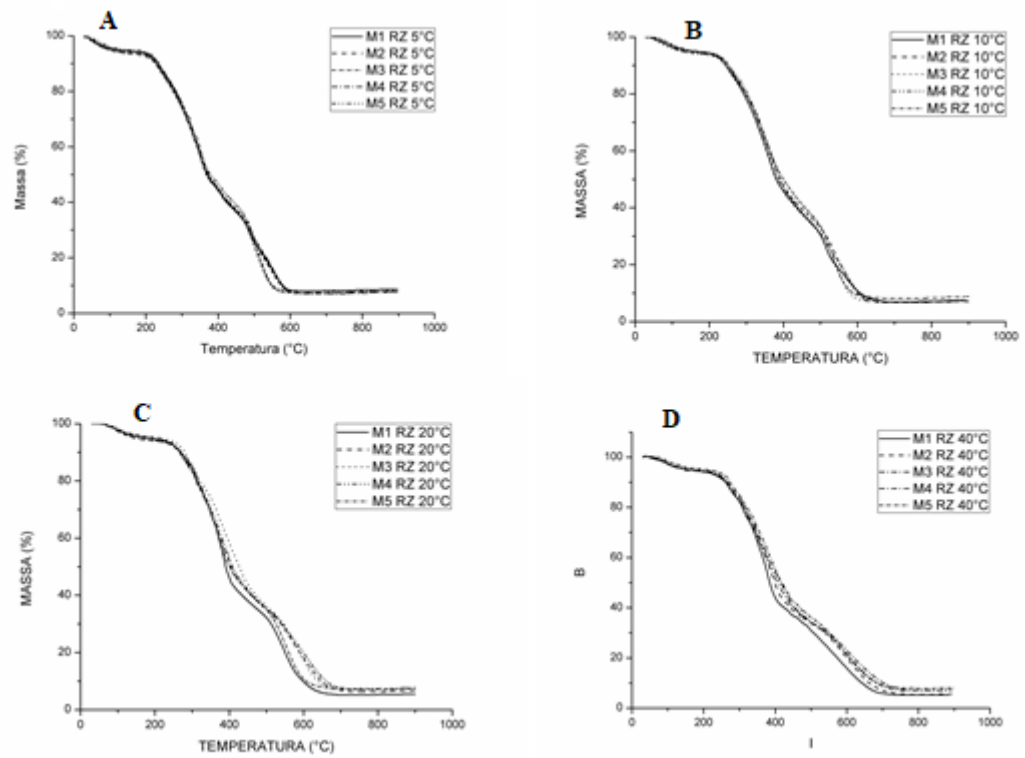
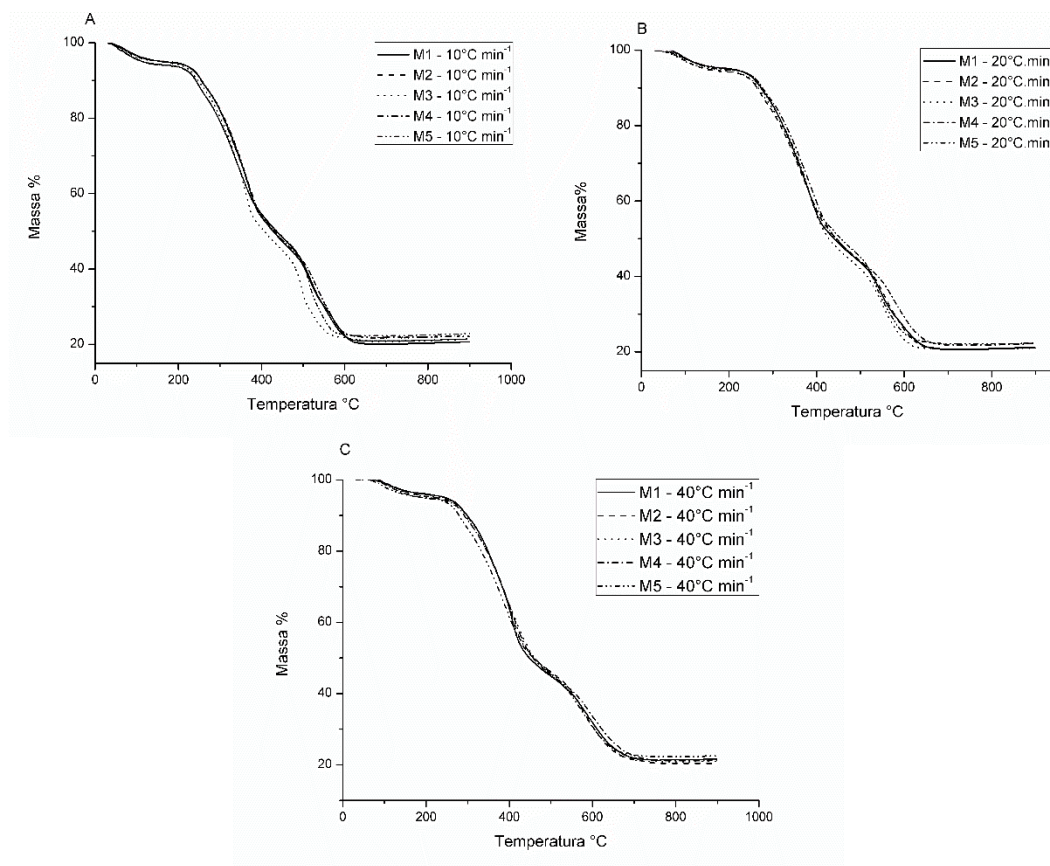


Figura 10. Curvas de TGA das sementes da espécie *E. velutina*. (A) Razão de aquecimento 10°C/min. (B) Razão de aquecimento 20°C/min. (C) Razão de aquecimento 40°C/min.



Já o quarto evento apresentou uma perda de massa mais suave de 15.65%, num intervalo correspondente de 378.46 a 478.58°C e o último evento ocorreu num intervalo de temperatura de 478.58 a 592.16°C com perda de massa igual a 24.08% como mostra a tabela 3:

Tabela 3. Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação das amostras das sementes de *Erythrina velutina* em atmosfera oxidante

Matrizes	Razão de aquecimento (°C)/min	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Final(°C)	Perda de massa (%)
M1	5	214.87	379.03	9.19
	10	339.80	456.79	9.44
	20	230.15	402.40	7.40
	40	300.15	431.45	7.09
M2	5	269.15	382.45	8.41
	10	277.84	394.43	8.18

	20	294.39	416.91	9.39
	40	278.60	406.72	9.70
M3	5	248.63	353.54	9.39
	10	250.90	359.87	10.00
	20	315.16	435.63	10.00
	40	296.49	430.01	16.43
M4	5	266.83	378.76	8.79
	10	280.06	395.43	9.37
	20	288.51	414.54	9.76
	40	318.64	454.96	10.03
M5	5	261.34	365.52	10.25
	10	261.34	389.17	9.96
	20	290.55	389.76	10.73
	40	304.13	430.71	11.43

A análise TGA apresenta um gráfico de perda de massa percentual da amostra em função da temperatura.

Em se tratando das curvas termogravimétricas dinâmicas de nitrogênio foram selecionadas sementes de cinco matrizes M1, M2, M3, M4 e M5 e, de acordo com os gráficos apresentaram cinco eventos como também ocorreu nas análises termogravimétricas em ar sintético. Comparando as matrizes nas diferentes razões de aquecimento (10, 20 e 40°C/min) foram observados valores diferenciados, mesmo estando em uma mesma localização.

De acordo com a tabela 5, a matriz 1 em razões de aquecimento de 10, 20 e 40°C/min apresentam médias de temperatura inicial de 269.15°C, temperatura final de 395.28°C e perda de massa de 20.87%. Para a matriz 2 em mesmas razões, a temperatura inicial foi 276.35°C, a temperatura final foi 386.33°C e a perda de massa foi 21.48%. Na matriz 3, a temperatura inicial foi 274.91°C, a temperatura final foi 393.72°C e a perda de massa foi 21.91%. Já para a matriz 4, a temperatura inicial foi 278.62°C, a temperatura final foi 426.28°C e a perda de massa de 22.11%. Chegando a última matriz, a matriz 5, a temperatura inicial esteve em 266.99°C, a temperatura final ficou em 388.40°C e a perda de massa de 22.81%.

Tabela 4. Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação das amostras das sementes de *Erythrina velutina* em atmosfera oxidante

Matrizes	Razão de Aquecimento °C/min	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Final (°C)	Perda de Massa (%)
Matriz 1	10	259.15	378.33	20.54
	20	264.12	389.87	20.28
	40	283.88	417.65	21.80
Matriz 2	10	254.91	333.00	21.01
	20	284.96	411.61	20.87
	40	289.18	414.37	22.57
Matriz 3	10	252.87	360.04	22.73
	20	271.43	389.69	21.58
	40	300.43	431.42	21.41
Matriz 4	10	271.79	387.77	22.44
	20	278.45	466.98	22.35
	40	285.63	424.08	21.55
Matriz 5	10	257.28	368.96	22.70
	20	267.78	391.41	22.64
	40	275.91	404.83	23.10

Comparando os dados da termogravimetria em atmosfera oxidante e a termogravimetria em atmosfera inerte pode-se observar que os resultados de perda de massa foram maiores para a análise em atmosfera com nitrogênio. Assim como na análise termogravimétrica em atmosfera oxidante, o primeiro evento está relacionado a perda de água livre, seguindo para o segundo evento, as substâncias liberadas ainda são substâncias voláteis, ou seja, o evento ocorre em um curto período de tempo. Já o terceiro evento é o maior evento comparado aos demais, é um evento em que a matéria já começou a degradar de forma completa. O quarto e quinto eventos a matéria já está em seu estágio final de degradação, restando apenas as cinzas, resíduos não degradáveis.

Em ambas as atmosferas, observa-se que o principal evento é o terceiro, ou seja, é o evento em que ocorre maior perda de massa em um maior intervalo de tempo. Aos eventos subsequentes, é importante ressaltar os eventos que, provavelmente há uma decomposição térmica de compostos orgânicos. No último evento, em ambas as atmosferas, observa-se que a

maior porção de resíduo não degradável ocorreu na razão de 40°C/min da matriz 5 para a atmosfera oxidante e, para a atmosfera inerte, a maior porção de resíduo não degradável também ocorreu na matriz 5 na razão de aquecimento de 40°C/min.

Levando em consideração a temperatura, é possível registrar que as curvas vão até 900°C, e em atmosfera oxidante a temperatura máxima foi 698.61°C e em atmosfera inerte de 721.88°C. Levando em consideração o fim da última etapa, a quinta etapa, ocorreu a formação das cinzas, o resíduo não degradável. Sendo assim, mostrou-se os dados afirmando que até a temperatura de 900°C não houve resíduos de massa, apresentando até esta temperatura somente as cinzas. Podemos observar que a maior perda de massa, ou seja, a maior amostra de resíduo não degradável para a atmosfera oxidante foi na razão 40°C/min para a matriz 5 (11.43%) e, para a atmosfera inerte o maior valor de perda de massa também foi na Matriz 5 na razão de 40°C/min (23.10%).

Analisando as curvas de decomposição termogravimétrica, observa-se que a etapa principal, que apresentou maior perda de massa foi o terceiro evento. Sendo assim, foram calculados os parâmetros cinéticos de degradação utilizando o método Ozawa. Foi realizado esse modelo cinético para ambas as termogravimétricas e apresentaram a mesma ordem de reação para todas as amostras, mesmo em atmosferas diferentes. A ordem de reação foi zero como mostra nas tabelas 6 e 7:

Tabela 5. Parâmetros cinéticos de degradação térmica de sementes de *Erythrina velutina* em atmosfera oxidativa.

<i>E. velutina</i>	PARÂMETROS CINÉTICOS		
	Energia de ativação (kJ.mol⁻¹)	Ordem de reação	Fator de frequência (min⁻¹)
M1	187,91	0	1,676x10 ⁴ min ⁻¹
M2	184,29	0	8,355x10 ¹³ min ⁻¹
M3	127,23	0	1,577x10 ⁹ min ⁻¹
M4	189,98	0	2,208x10 ¹⁴ min ⁻¹
M5	170,42	0	7,238x10 ¹² min ⁻¹

Tabela 6. Parâmetros cinéticos de degradação térmica de sementes de *Erythrina velutina* em atmosfera inerte.

<i>E. velutina</i>	PARÂMETROS CINÉTICOS		
	Energia de ativação (kJ.mol⁻¹)	Ordem de reação	Fator de frequência (min⁻¹)
M1	129,6	0	2,659x10 ⁹ min ⁻¹
M2	109,66	0	5,759x10 ⁷ min ⁻¹
M3	110,7	0	9,430x10 ⁷ min ⁻¹
M4	126,61	0	1,469x10 ⁹ min ⁻¹
M5	138,94	0	2,331x10 ¹⁰ min ⁻¹

As reações de ordem zero são reações em que a velocidade é uma constante, independente da concentração do reagente. Considerando os valores dos parâmetros cinéticos na principal etapa da análise, observou que as substâncias não foram totalmente degradadas, seguindo de duas etapas sequentes, ainda importantes, por possuírem perdas de massas significativas no processo total.

Comparando as amostras nas duas atmosferas estudadas, oxidante e inerte, pode verificar que a Energia de Ativação esteve com valores mais elevados de fatores de frequência do que na atmosfera inerte. No entanto, o fator frequência apresentou maiores resultados na atmosfera oxidante do que na atmosfera inerte.

Ainda realizando as análises térmicas em sementes foram feitas a análise térmica diferencial (DTA) em duas granulometrias diferenciadas, uma granulometria triturada, obtida por um mix de amostras trituradas das diferentes matrizes, o mesmo material utilizado para realizar a análise TGA; A outra granulometria foi feita por proporções, ou seja, foi escolhido cinco sementes de cada matriz e foram trituradas com um pistilo, para ficar mais triturada possível.

As amostras de sementes trituradas foram submetidas a análise DTA e apresentou perfis térmicos com curvas de mudanças de fases em três eventos principais de caráter exotérmico, com valores de temperaturas e entalpias mostrados na tabela 7:

Tabela 7. Eventos exotérmicos do DTA de sementes de *Erythina velutina* em granulometria triturada

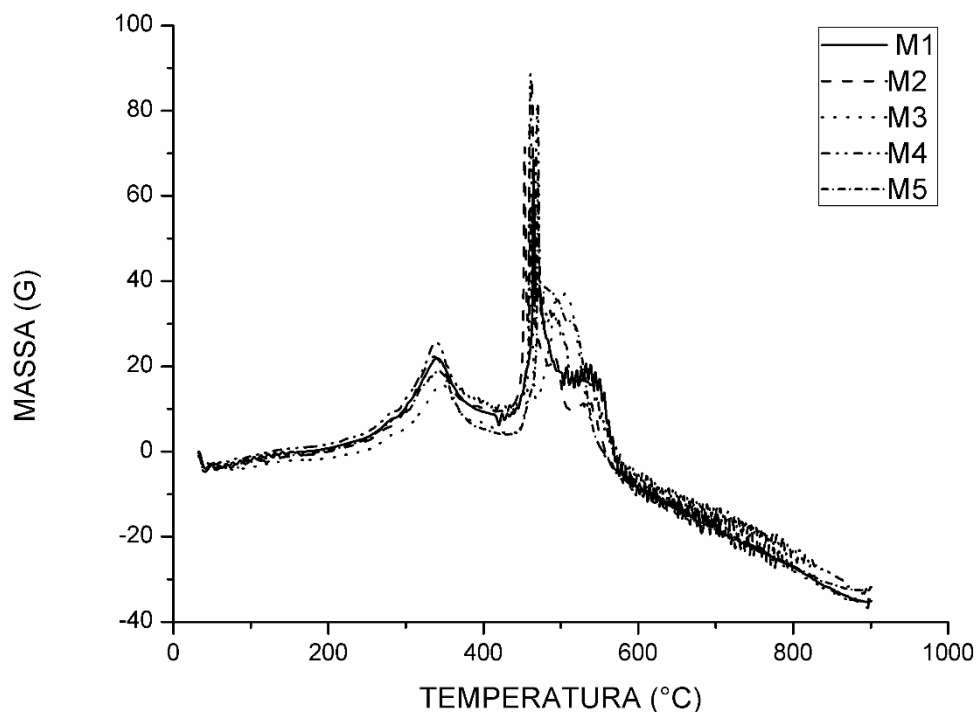
Matriz	1º Evento		2º Evento		3º Evento	
	PICO TEMP	ENTALPIA	PICO TEMP	ENTALPIA	PICO TEMP	ENTALPIA
	(°C)	(Kj/g)	(°C)	(Kj/g)	(°C)	(Kj/g)
M1	339,90	832,90	463,88	772,13	531,46	684,84
M2	337,01	563,73	463,32	922,32	493,39	256,52
M3	346,19	496,53	469,66	392,17	509,61	1013,05
M4	340,47	534,62	470,90	550,58	487,44	202,04
M5	343,11	526,26	470,27	41,73	479,62	781,70

Assim, observa-se que esta análise apresentou três eventos com picos de temperatura e entalpia. As curvas DTA apresentam três eventos exotérmicos representados por picos ascendentes. Nas curvas DTA das cinco matrizes analisadas observam-se três eventos exotérmicos, com temperatura de pico para as matrizes M1, M2, M3, M4 e M5, respectivamente, 463.88°C; 463.32°C; 469.66°C; 470.90°C e 470.27°C. A perda de massa inicia-se durante a fusão, onde o processo inicia-se na temperatura inicial com a massa chegando próximo a zero na temperatura final.

Diversos fatores são afetados nas curvas de DTA, por exemplo, a influência da atmosfera do forno, granulometria da amostra, razão de aquecimento, material de confecção do suporte utilizado, dentre outros.

Para a matriz 1 observou-se maior entalpia (832,90 Kj/g) no primeiro evento com a menor temperatura de pico registrada (339,90°C). Para a matriz 2 a maior entalpia (922,32 Kj/g) foi registrada no 2º evento com temperatura de pico de 463,32°C. Na matriz 3 a maior entalpia (1013,05 Kj/g) foi notada no terceiro evento com maior temperatura de pico (509,61°C). A matriz 4 mostrou entalpia de 550,58 Kj/g no segundo evento com temperatura de pico de 470,90 e, para a matriz 5 a maior entalpia registrada foi no terceiro evento (781,70 Kj/g) com a maior temperatura de pico (479,62°C).

Figura 11. Curvas de DTA em Granulometria Triturada de sementes de *Erythrina velutina* na taxa de aquecimento de 10°C/min.



Assim, como analisado na Análise Térmica Diferencial (DTA) com a semente triturada, para análise em semente unitária também ocorreram três eventos. Os dados demonstrados na tabela 9 possuem diferenças entre eles, porém, possuem as mesmas características exotérmicas comparadas com a análise em sementes trituradas. Para a Matriz 1, selecionou cinco sementes aleatórias e, a faixa de temperatura esteve entre 351,31 - 365,15°C e a entalpia variou entre 294,28 – 753,31 KJ/g para o primeiro evento. Para o segundo evento dessa mesma matriz, a temperatura variou em 468,81 – 497,84°C com entalpia variando em 265,69 – 1196,97 KJ/g. Para o terceiro evento, a temperatura variou em 519,14 – 549,48°C, com entalpia variando entre 272,72 – 1210,60KJ/g. Assim, para as demais matrizes, em específico para cada semente analisada, obtiveram valores similares, tanto em temperatura como em entalpia. Somente nas matrizes 2 e 4, especificamente no segundo evento, algumas sementes não tiveram valores significativos para comparar com os demais.

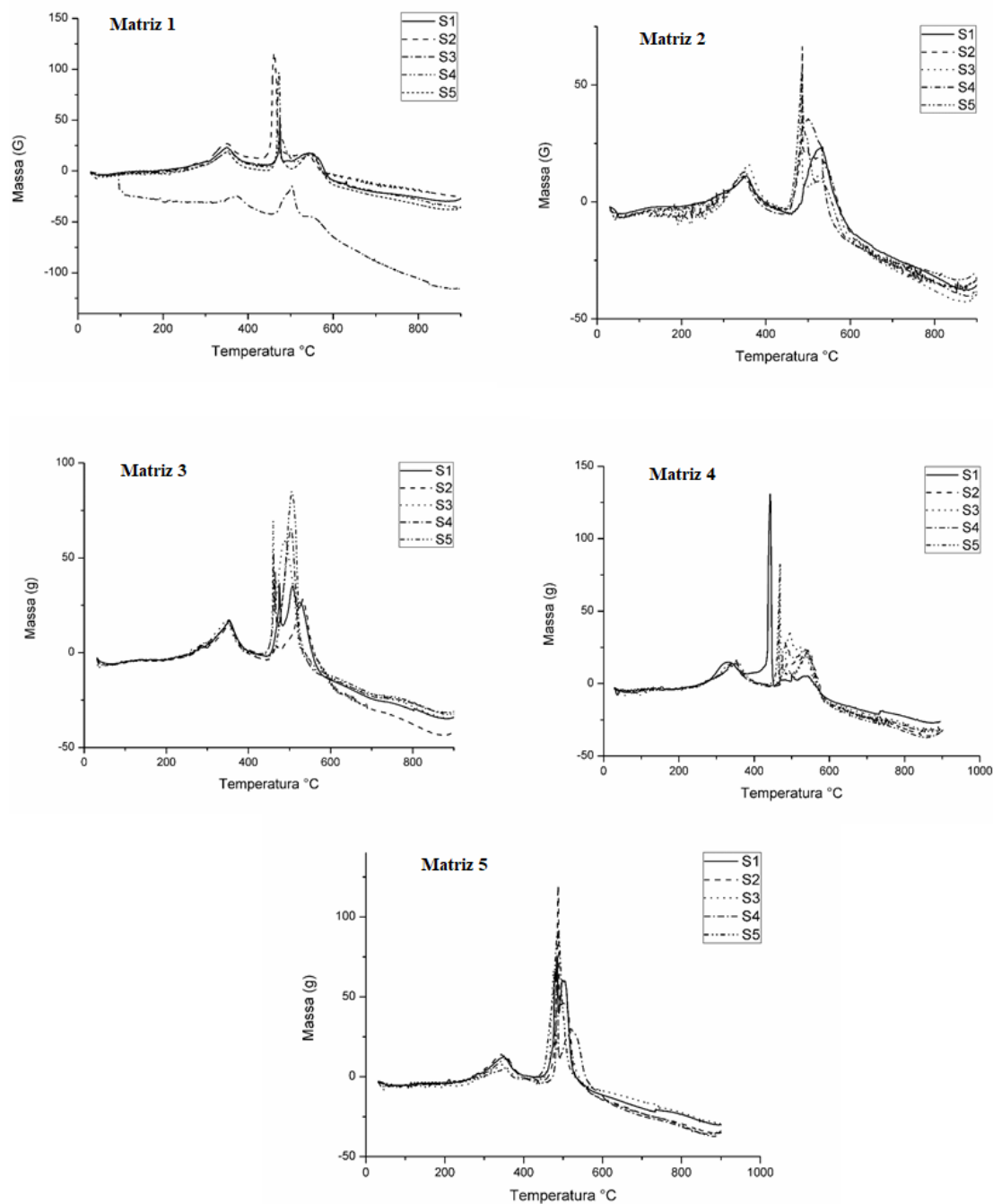
Tabela 8. Eventos exotérmicos do DTA de sementes de *Erythina velutina* em granulometria triturada por unidade de semente

Matrizes	Sementes	1º Evento		2º Evento		3º Evento	
		Temperatura de pico (°C)	Entalpia (KJ/g)	Temperatura de pico (°C)	Entalpia (KJ/g)	Temperatura de pico (°C)	Entalpia (KJ/g)
Matriz 1	M ₁ S1	351,91	753,31	477,57	265,69	544,99	923,81
	M ₁ S2	348,10	579,17	468,81	1196,97	533,54	322,42
	M ₁ S3	365,15	294,28	497,84	776,83	519,14	272,72
	M ₁ S4	348,93	703,68	474,27	544,96	536,09	683,06
	M ₁ S5	351,31	744,18	472,63	308,96	549,48	1210,60
Matriz 2	M ₂ S1	350,31	441,93	-----	-----	529,80	2476,58
	M ₂ S2	344,48	280,10	483,83	272,63	521,14	316,91
	M ₂ S3	356,03	538,05	479,34	393,26	540,79	849,54
	M ₂ S4	348,51	529,92	-----	-----	501,88	3364,63
	M ₂ S5	350,62	464,56	485,43	1310,68	533,36	206,61
Matriz 3	M ₃ S1	352,75	672,43	477,80	98,30	503,31	1454,66
	M ₃ S2	353,25	593,77	467,08	57,00	537,41	947,56
	M ₃ S3	350,48	763,22	473,72	71,71	495,07	1150,33
	M ₃ S4	353,57	678,10	467,97	260,05	502,95	1452,64
	M ₃ S5	301,06	978,00	352,17	510,05	505,26	3321,78
Matriz 4	M ₄ S1	340,10	642,93	463,55	1154,87	546,34	289,89
	M ₄ S2	351,81	853,19	508,39	219,91	544,84	383,38
	M ₄ S3	354,84	786,87	473,59	261,36	495,59	279,81
	M ₄ S4	350,89	568,85	488,54	424,95	539,11	600,19
	M ₄ S5	340,58	588,04	469,03	440,37	538,70	856,80
Matriz 5	M ₅ S1	346,06	507,43	477,75	204,14	495,23	882,72
	M ₅ S2	348,85	1191,77	484,04	615,39	501,14	241,08
	M ₅ S3	345,65	400,97	472,85	464,59	513,22	422,96
	M ₅ S4	351,81	445,59	474,79	341,36	515,15	1245,34
	M ₅ S5	351,70	121,19	-----	-----	486,09	3318,44

De acordo com as variações nas massas das amostras, mesmo minimizadas, foi possível obter uma mistura homogênea da trituração da semente, conseguindo capturar todas as suas partes, a fim de obter uma área total da mesma. Esse fator pode ser implicado nos resultados alcançados em relação aos eventos mostrados, como bem na faixa de temperatura e no valor da entalpia. Sendo assim, a compactação das sementes e o tamanho das partículas obtidas irá influenciar no comportamento das curvas da Análise Térmica Diferencial (DTA).

Observando as curvas de DTA em granulometria por semente unitária, verifica-se que as curvas apresentam diferenças entre as matrizes, porém, entre as sementes de cada matriz apresentam uma certa similaridade. Somente na matriz 1, a semente 3 apresentou curva diferente, um dos motivos para esse tipo de curva deve-se ao fato do tamanho da granulometria. Para as demais matrizes essas curvas apresentam picos diferenciados para cada semente, ou seja, a massa de cada semente varia conforme as taxas de grãos triturados.

Figura 12. Curvas de DTA em Granulometria triturada de sementes unitária de *Erythrina velutina* na taxa de aquecimento de 10°C/min para as diferentes matrizes.



Comparando os métodos utilizados na obtenção dos resultados, pode-se verificar que o método termogravimétrico demonstrou menor tempo de medidas, menor consumo de amostra, a obtenção simultânea do teor de umidade e cinzas, a diminuição dos erros cometidos com a manipulação das amostras, além de permitir uma melhor visualização do seu aspectotermoanalítico. Embora o custo da análise seja mais elevado, quando comparado a um

método convencional, este método oferece maior eficácia, considerável potencial na aquisição de parâmetros tecnológicos e controle de qualidade.

Produção Vegetal

Diante de estudos realizados para a espécie *E. velutina*, foi relatado que a mesma apresenta dormência em suas sementes. Elas apresentam dormência por conta da impermeabilidade do tegumento à água e, do mesmo modo, pela possível presença de inibidores químicos de germinação, sendo superada com escarificação em lixa no limite oposto à micrópila ou junto à mesma (SILVA *et al.*, 2013). Porém, como o interesse é deixar a semente intacta, sem atingir a estrutura química das células presentes, utilizou-se outros tratamentos para a quebra da dormência, como choque térmico e embebição em água.

Os tratamentos utilizados para realização do teste de emergência foram os seguintes: Choque térmico a 70°C, 80°C e 90°C e Embebição em água por 12, 24 e 48 horas. Assim, verificou-se que o melhor tratamento a ser feito nas sementes de mulungu foi a embebição das sementes na água por 48 horas.

A emergência das sementes da espécie foram observadas diariamente até o período das retiradas. Foram utilizados sementes sadias para o plantio buscando observar as características reprodutivas e vegetativas, ou seja, as fases fenológicas que a planta passa durante seu estado de desenvolvimento, com observações diárias, verificando as seguintes medidas: diâmetro e altura do caule.

Para acontecer a emergência é necessário ocorrer absorção de água pela semente para que rompa e permita a entrada de oxigênio. O processo de emergência de sementes é bastante complexo e depende de fatores externos, como temperatura, luz, substrato e composição dos gases, que podem interferir na formação dos vegetais (Demuner *et al.*, 2008)

Alguns parâmetros morfológicos são levados em consideração, quando trata-se da produção de mudas. Binotto (2007) afirma que os parâmetros mais utilizados são área foliar, altura aérea, diâmetro do caule na base do solo e fitomassa seca.

A figura 13 mostra a implantação das sementes nos baldes, onde em apenas 6 dias as primeiras plântulas emergiram, observando as medidas de diâmetro do caule e comprimento da plântula.

Figura 13. Fotos dos baldes e do surgimento de plântulas da produção vegetal.



A emergência e o desenvolvimento das plântulas foram registradas até o 180 dias, ou seja, as medidas foram feitas em 30, 60, 90 e 180 dias, mostrados na Tabela 9. Durante o crescimento e desenvolvimento observou-se que não houve alto índice de mortalidade em função da quantidade de sementes plantadas e por ser uma espécie que possui alto índice de manifestação vegetal.

A Tabela 3 mostra os parâmetros médios de altura do plântula e diâmetro do caule em 30, 60, 90 e 180 dias. Observando o desenvolvimento das plântulas, verificou-se que a matriz 3 apresentou maiores médias de altura em 30 e 120 dias e o maior diâmetro médio ocorreu na matriz 1 na medida em 120 dias.

Diante dos resultados observados na tabela 3, verifica-se que em 30 dias a maior média da altura foi para a matriz 3 e a maior média do diâmetro foi na matriz 4. Para 60 dias, a maior média de altura foi para a matriz 1 e a maior média do diâmetro foi para a matriz 3. Para a análise em 90 dias, a matriz 1 destacou-se com maior altura e a matriz 3 destacou-se com maior diâmetro. Já para a análise final, com 120 dias, a maior média de altura foi para a matriz 3 e para a maior média do diâmetro foi para a matriz 1.

Tabela 9. Dados médios dos parâmetros mensais de produção vegetal

Dados médios dos parâmetros mensais								
	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias	
	<i>Altura (cm)</i>	<i>Diâmetro do Caule (mm)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>Diâmetro do Caule (mm)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>Diâmetro do Caule (mm)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>Diâmetro do Caule (mm)</i>
M1	20,16	8,40	39,39	14,71	62,92	21,47	67,17	30,99
M2	15,43	7,63	27,78	14,46	41,69	18,96	67,45	23,49
M3	21,61	8,44	37,56	16,61	57,53	23,45	114,5	29,04
M4	18,89	8,71	33,48	15,59	51,77	21,40	72,29	25,65
M5	15,95	8,20	28,41	14,48	45,89	20,68	65,30	24,79
Variância	7,12	0,16	27,41	0,86	73,4	2,62	438,1	9,72
D. padrão	2,67	0,40	5,24	0,93	8,57	1,62	20,9	3,12

Na realização das análises, foram retiradas mudas das plantas, onde foram feitas medidas radiculares e massa fresca das plântulas. Obteve-se respectivamente as médias das seguintes matrizes: M1 = 94,11 g; M2 = 70,08 g; M3 = 126,70 g; M4 = 89,57g e M4 = 112,37g. A maior média das matrizes em massa fresca foi para a matriz 3, assim confirmando por ser a matriz em maior emergência e desenvolvimento das sementes e plântulas, levando em consideração, o mesmo número de indivíduos semeados por matriz.

A emergência de plântulas (EP) foi calculado em resultados percentuais e, dentre as matrizes analisadas foi observado os seguintes valores: M1 = 35,4%; M2 = 70,8%; M3 = 46,88%; M4 = 73,96% e M5 = 52,0%. O índice de emergência das plântulas foi calculado em um período de 180 dias aproximadamente, levando em consideração a emergência do cotilédone acima do substrato.

O desenvolvimento das plântulas foi monitorado até o quarto mês de desenvolvimento vegetativo, sendo avaliadas as plântulas aos 30, 60, 90 e 120 dias, para os parâmetros de altura e diâmetro do caule.

De acordo com a tabela 10, pode-se observar uma síntese das análises realizadas durante a pesquisa. Para os dados biométricos, a matriz com maior comprimento de semente é a matriz 1, maior diâmetro é a matriz 3 e maior massa fresca em semente foi a matriz 1. Nas análises térmicas convencionais, a matriz 2 apresentou maior teor de água e no teste de cinzas, a matriz 3 apresentou maior teor de resíduo orgânico. Para as análises termoanalíticas, observou-se que a matriz 3, por possuir menor valor de energia de ativação e menor valor de entalpia, apresentou maior crescimento das plântulas, como altura e diâmetro. Em contrapartida, a matriz 1 apresentou maior entalpia, porém, apresentou menor índice de emergência das plântulas. Pois como a entalpia é uma grandeza física que mede a energia máxima do sistema, é mais lento o processo acontecer.

Tabela 10. Dados gerais da espécie *E. velutina*

Erythrina velutina Willd.	Biometria de Sementes			Análise térmica convencional		Análise Termoanalítica		Produção Vegetal			
	Matrizes	Comp. (mm)	Diâm. (mm)	Massa (g)	Umid. (%)	Cinzas (%)	Cinética Ea(kJ.mol ⁻¹)	DTA Entalpia (Kj/g)	Emerg. (%)	Mort (%)	Valor médio altura-120 dias (cm)
	M1	14,6 ± 0,538	8,61 ± 0,306	0,5329 ± 0,038	4,28	30,9	187,91	832,90	34,4	2,1	67,2
	M2	13,11 ± 0,386	8,52 ± 0,286	0,4571 ± 0,029	5,24	26,7	184,29	563,73	70,8	10,4	67,4
	M3	12,23 ± 0,380	8,76 ± 0,304	0,482 ± 0,03	4,95	43,2	127,23	496,53	46,9	0	114,5
	M4	13,67 ± 0,404	8,59 ± 0,291	0,519 ± 0,039	4,96	27,07	189,98	534,62	70,8	0	72,3
	M5	11,24 ± 0,436	7,90 ± 0,344	0,408 ± 0,037	4,27	27,72	170,42	526,26	52,1	0	65,3

5. CONCLUSÃO

A caracterização morfológica de semente fornece informações que facilitam o conhecimento da espécie. Essas informações geradas servirão como base para determinação do potencial reprodutivo da espécie *E. velutina*, como também do desenvolvimento e sobrevivência das plântulas.

Estudos de produção vegetal da espécie *E. velutina* evidenciou parâmetros bastante importantes para a produção de mudas, como estudos realizados sobre a biometria das sementes. Pode-se observar que, dentre as matrizes estudadas, a matriz destaca na biometria das sementes foi a matriz 1 em comprimento da plântula e em diâmetro destaca-se a matriz 3, já em massa fresca da semente destaca-se a matriz 4.

Para a emergência das plântulas, observou-se maior percentual para a matriz 4, em seguida, observou-se que a matriz 2 também possui resultados consideráveis, de acordo com as medidas em até 120 dias. De acordo com os demais resultados obtidos, pode-se constatar que a matriz 3 apresentou as maiores medidas de crescimento em 30 e 120 dias. Na retirada de algumas plântulas a maior massa fresca aconteceu para a matriz 3. Na análise Térmica Diferencial (DTA) a matriz 3 apresentou maior entalpia, a partir deste resultado, essa matriz apresentou menor índice de emergência de plântulas.

Analisando os parâmetros cinéticos, a maior energia de ativação ocorreu na matriz 3. Com relação as características físicas da semente, observou-se que a matriz 3 possui sementes com maiores diâmetros e maior vigor de emergência.

As análises térmicas mostraram-se bastante eficazes quando trata-se da comparação entre as matrizes. Os dados térmicos e cinéticos de TG e DTA mostrou-se ser um instrumento essencial quando aborda avaliação de qualidade e eficácia para produção de medicamentos. Estes tipos de análises térmicas são amplamente utilizadas na área industrial, permitindo um controle na qualidade dos materiais, utilizados em diversas áreas, inclusive na área farmacêutica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIZAGA, R. L.; MELLO, V. D. C.; SANTOS, D. S. B.; IRIGON, D. L. **Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo.** Revista Brasileira de Sementes, v.12, n.2, p.44-58, 1990.

ALMEIDA, C. F. C. B. **Plantas medicinais da Caatinga e Floresta Atlântica nordestina: aspectos químicos, ecológicos e culturais.** 2009. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife

ALVES, E. D.; ANDRADE, L. A.; BARROS, H. H. A.; GONÇALVES, E. P.; ALVES, A. U.; GONÇALVES, G. S.; OLIVEIRA, L. S. B.; CARDOS, E. A. **Substratos para testes de emergência de plântulas e vigor de sementes de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae.** Londrina, v. 29, n.1, p. 69-82. Jan./mar.2008.

ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. **Degradação da caatinga uma investigação ecogeográfica.** Revista Caatinga – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Mossoró: v.22, n3, p 126-135, julho/setembro 2009.

BECKER, C. T.; MELO, M. M. M. S.; COSTA, COSTA, M. N. M.; RIBEIRO, R. E. P. **Caracterização climática das regiões pluviometricamente homogêneas do estado da Paraíba.** Revista Brasileira de Geografia Física. 286-299. 2011.

BENTO, S. R. S. O. et al. **Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Mulungu (*Erythrina velutina* Willd).** Revista Brasileira de Sementes, vol. 32, nº 4 p. 111-117, 2010.

BEZERRA, F. T. C.; ANDRADE, L. A.; BEZERRA, M. A. F.; PEREIRA, W. E.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, L. S. B., FEITOSA, R. C. **Biometria de frutos e sementes e tratamentos pré-germinativos em *Cassia grandis* L.f. (Fabaceae).** Semana: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2863 – 2876, 2012.

BINOTTO, A. F.; **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill exMaid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* – Engelm.** Dissertação de mestrado. Santa Maria, RS, 2007.

BRASILEIRO, R. B.; **Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação.** Departamento de Ciências Geográficas. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

CALIXTO, JB. **Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytoterapeutic agents).** Braz. J. Med. Biol. 2000; 33(2): 179-89.

CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. & MÜLLER, C. H. **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia.** Boletim de Pesquisa 203. EMBRAPA-CPATU. Belém, 1998.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, P. E. R. **Circular técnica - EMBRAPA: Mulungu (*Erythrina velutina*)**. Colombo, PR. Dezembro, 2008.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F.de.O& CARVALHO, J.E.U.de. **Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curubá (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinioideae)**. *Revista Brasileira de Biologia*, v.24, n.2, p.161-165, 2001.

DAHANUKAR, S. A.; KULKARNI, R. A.; REGE, N. N. **Pharmacology of medicinal plants and natural products**. *Indian Journal of Pharmacology*, [Mubai], p. 82, 2000

DANTAS M.C.; OLIVEIRA F.S.; BANDEIRA S.M.; BATISTA JS, SILVA JUNIOR C.D.; ALVES P.B.; ANTONIOLLI A.R.; MARCHIORO M. 2004. **Central nervous system effects of the crude extract of *Erythrina velutina* on rodents**. *J Ethnopharmacol* 94: 129-133.

DEMUNER, V. G.; ADAMI, C.; MAURI, J.; DALCOMO, S.; HEBLING, S. A. **Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Erythrina verna* (Leguminosae, Papilionoideae)**. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, v24, p. 101-110, 2008.

DRUMOND, M. C. **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do Bioma Caatinga**. Petrolina, 2000. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Erythrina velutina* – Mulungu; Circular técnica nº 160. Carvalho, P. E. Colombo, PR. 2008.

FLAUSINO Jr. O. A. 2006 – **Análise fitoquímica e estudo biomonitorado da atividade ansiolítica de *Erythrina Velutina* (Leguminosae – Papilionaceae) em camundongos submetidos a diferentes modelos animais de ansiedade**. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

FOGLIO, M. A. et al. **Plantas Medicinais como Fonte de Recursos Terapêuticos: Um Modelo Multidisciplinar**. *Revista MultiCiência*, São Paulo, n. 7. out. 2006

GOMES, A. C.; SOUTO, J. S.; LACERDA, A. V.; LOPES, I. A. P. **Riqueza e Distribuição de Macroartropodes Edáficos em Clareiras de Caatinga no Semiárido da Paraíba, Brasil**. In: García, M.; SEABRA, G. (Org.). *Conferencia de latierra – paisajes, suelos y biodiversidad: desafíos para unbuenvivir*. Santiago de Chile: EdicionesUniversidad Central de Chile, 2016. 1746 p.

GONÇALVES, L.O.; PINHEIRO, J. B.; ZUCCHI, M.A.; SILVA-MANN, R. **Caracterização genética de Mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) em áreas de baixa ocorrência**. *Revista Ciência Agronômica*. v. 45, n. 2, p. 290-298. Fortaleza, CE: abr-jun, 2014.

HARGREAVES, R. T.; JOHNSON, R. D.; MILLINGTON, D. S.; MONDAL, M. H.; BEAVERS, W.; BECKER, L.; YOUNG, C. e RINEHART, K. L.; **Alkaloids of American species of *Erythrina***. *Lloydia*, v. 37, p. 569-580, 1974

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga: Uma introdução ao desafio**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003.

LIANG, X. T.; FANG, W. S. **Medicinal chemistry of bioactive natural products**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. p. xiii

LOPES, C. R. F. R.; *Erythrina velutina* Willd: **Avaliação fitoquímica, farmacológica e biológica**. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências farmacêuticas). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. 2002. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 512p.

MAHADY, G. B.; **Global harmonization of herbal health claim**. J. Nutr. Bethesda. 2001;131: 1120-1123.

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

MATOS, F.J.A. **Plantas da Medicina Popular do Nordeste: propriedades atribuídas e confirmadas**. Fortaleza: UFC, 1999. 78p.

MIGUEL, M. D.; MIGUEL, G. O. **Desenvolvimento de fitoterápicos**. São Paulo: Robe, 1999.

OLIVEIRA-BENTO, S. R. S. **Biometria de frutos e sementes, germinação e armazenamento de sementes de flor-de-seda [*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton]**. Tese apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró – RN, 2012.

OLIVEIRA, R. R. C.; FÉRRER, J. A. C.; FIGUEIREDO, C. A. **Educação em saúde e o uso de plantas medicinais como estratégias de enfrentamento das doenças mais comuns em uma comunidade carente**. X Encontro de Extensão. Paraíba: PRAC/UFPB, 2008. 6 p

OZAWA, M.; HONDA, K.; NAKAI, I.; KISHIDA, A.; OHSAKI, A. **Hypaphorine, an indole alkaloid from *Erythrina velutina*, induced sleep on normal mice**. Bioorg. Bioorganic Medical Chemical Letters. v. 18, p. 3992-3994, 2008.

PRADO, E. C. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Universitária da UEPE, 2003. 804p.

REBOUÇAS, E.R.; GENTIL, D.F.O.; FERREIRA, S.A.N. **Caracterização física de frutos e sementes de goiaba da Costa-rica, produzidos em Manaus, Amazonas**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.30, n.2, p.546-548, 2008.

REIS, A. C. 1976. **Clima da caatinga**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 48: 325-335.

REDDY, S. J. **Climatic classification: the semi-arid tropics and its environment – a review.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1983.

RAUPP, I.M.; SERENIKI, A.; VIRTUOSO, S.; GHISLANDI, C.; CAVALCANTE E SILVA, EL.; TREBIEN, HÁ.; MIGUEL, O. G.; ANDREATINI, R. **Anxiolytic-like effect of chronic treatment with Erythrina velutina extract in the plus-maze test.** J. Ethnopharmacol. 2008; 118: 295-299.

SAMPAIO, E. V. S. B. **Caracterização da caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas.** In: Sales (Ed.) Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação. Fortaleza, 2003.

SANTOS, F. S.; PAULA, R. C.; SABONARO, D. Z.; VALADARES, J. **Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl.** Sci for., Piracicaba, v. 37, n.82, p. 163-173, jun. 2009.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; SILVA, R. C. P.; CANDIDO, W. S.; SILVA, A. C.; **Armazenamento e métodos para a superação da dormência de sementes de mulungu.** V. 34, n.1, p. 171-176, jan./ fev. 2013.

SILVA JÚNIOR, V. T. S.; **Biometria, germinação e crescimento inicial de *Erythrina velutina* WILLD. (Leguminosae - pilonoideae) ocorrente em Caatinga e Brejo de altitude (Pe).** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2005.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; BRAZ, M. S. S.; VIANA, J. S. **Quebra de dormência em sementes de *Erythrina velutina* Willd.** Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl.2 , p. 180-182, jul. 2007.

SILVA, M.M.B.; **Estudo farmacognóstico de *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae).** Dissertação de pós-graduação em ciências farmacêuticas: 23 ed. Recife, 2012.

SILVA, L. W. da; COELHO, M. D. F.B.; MAIA, S. S. S.; SILVA, R. C. P. da; CÂNDIDO, W. dos S.; SILVA, A. C. da. **Armazenamento e métodos para superação da dormência de sementes de mulungu.** Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 1, p. 171-178, 2013.

SOTO-HERNANDEZ, M.; JACKSON, A. H. **Studies of alkaloids in foliage of *Erythrina bertereana* and *Erythrina poeppigiana*: Detection of beta-erythroidine in goats milk.** Phytochemical Analysis, v.4, p. 97-9, 1993.

SUASSUNA, J. **Semiárido: proposta de convivência com a seca.** Fundação Joaquim Nabuco. Recife, 2002.

VIRTUOSO, S.; DAVET, A.; DIAS, J.F.G.; CUNICO, M.M.; MIGUEL, M.D.; OLIVEIRA, A.B.; MIGUEL, O.G. **Estudo preliminar da atividade antibacteriana das cascas de *Erythrina velutina* Willd, Fabaceae (Leguminosae).** Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 15, n. 2, p. 137-142, 2005.

WHITE, J. W. et al. **Effects of seed size and photoperiod response on crop growth and yield of common bean.** Field CropResearch, v.28, p.295-307, 1992.

APÊNDICES

- Apêndice 1 – Tabelas com características biométricas das Sementes;
- Apêndice 2 – Dados da Curva de Teor de Umidade;
- Apêndice 3 – Dados da Curva de Teor de Cinzas;
- Apêndice 4 – Dados de monitoramento por matriz;
- Apêndice 5 – Dados das análises Termogravimétrica (TG) de Ar sintético e Nitrogênio;

APÊNDICE 1 – Tabelas com características biométricas das sementes

Dados Biométricos das sementes de *Erythrina velutina* – MATRIZ 1

	Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa
1	15.22	8.41	0.5323	26	14.13	8.24	0.5093	51	13.90	8.48	0.5023	76	15.01	8.78	0.5161
2	14.92	9.04	0.5668	27	15.00	8.28	0.5070	52	15.39	8.85	0.5595	77	14.69	8.81	0.5692
3	14.22	8.23	0.5116	28	14.42	8.70	0.5277	53	14.64	8.37	0.4950	78	14.42	8.47	0.4819
4	14.98	8.30	0.5116	29	14.69	8.16	0.4873	54	14.08	8.75	0.5671	79	14.56	8.51	0.5256
5	14.94	8.88	0.5370	30	15.51	8.31	0.5904	55	14.30	8.71	0.5195	80	15.88	8.89	0.6052
6	14.61	8.57	0.5331	31	14.78	8.11	0.4712	56	14.20	8.91	0.5551	81	13.83	8.68	0.5182
7	14.06	8.11	0.5041	32	15.05	9.66	0.6095	57	14.52	8.25	0.5111	82	15.03	8.80	0.6078
8	14.98	8.79	0.6134	33	13.09	8.84	0.5630	58	13.99	7.89	0.4598	83	14.60	8.34	0.4581
9	14.75	8.25	0.5224	34	15.60	9.22	0.5921	59	15.26	8.12	0.5211	84	14.73	8.85	0.5243
10	14.84	8.72	0.5182	35	14.81	8.36	0.5118	60	14.52	8.29	0.5054	85	14.74	8.66	0.5587
11	14.47	8.47	0.5399	36	14.94	8.62	0.5410	61	14.94	8.90	0.5353	86	14.49	9.07	0.5850
12	14.95	8.77	0.5330	37	14.76	8.89	0.5684	62	13.97	8.04	0.4802	87	14.93	8.63	0.5760
13	15.57	9.07	0.5664	38	14.24	8.25	0.5278	63	13.97	8.32	0.4812	88	13.91	9.47	0.5811
14	14.81	8.75	0.5451	39	14.78	8.92	0.5704	64	15.05	8.67	0.5699	89	13.74	8.54	0.5087
15	15.38	9.07	0.6107	40	13.62	8.71	0.4785	65	13.91	8.42	0.5162	90	13.95	8.32	0.4829
16	14.48	8.78	0.5573	41	15.55	8.60	0.5764	66	14.97	8.78	0.5592	91	14.88	8.74	0.5346
17	15.22	8.90	0.5730	42	14.05	8.39	0.5089	67	14.16	8.65	0.5497	92	14.88	8.85	0.5228
18	13.82	8.76	0.5208	43	14.17	8.79	0.5083	68	15.40	8.51	0.5532	93	14.79	8.48	0.5046
19	14.13	8.60	0.4616	44	14.58	8.61	0.5360	69	14.50	8.84	0.5748	94	14.59	8.67	0.5032
20	13.79	9.14	0.5940	45	14.96	8.64	0.5612	70	14.94	8.07	0.4828	95	14.63	8.53	0.5241
21	13.87	8.52	0.4465	46	14.63	8.80	0.5280	71	13.43	8.43	0.5064	96	14.41	8.45	0.4922
22	15.33	8.85	0.5634	47	14.46	8.48	0.5436	72	14.56	8.91	0.5931	97	13.14	8.35	0.5149
23	14.33	8.44	0.5277	48	14.35	8.39	0.4708	73	15.14	8.75	0.5672	98	14.63	8.50	0.4984
24	14.83	8.98	0.5560	49	14.22	8.33	0.5225	74	15.50	8.63	0.5573	99	14.53	8.60	0.5644
25	14.88	8.80	0.5310	50	14.35	8.35	0.5000	75	14.46	8.86	0.5095	100	14.39	8.21	0.5133
MÉDIA													14.6	8.61	0.5329
DESVIO P.													0.5378	0.3063	0.0379

Dados Biométricos das sementes de *Erytrina velutina* Willd. – Matriz 2

.	Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa
1	12.75	8.71	0.4428	26	13.03	8.46	0.4007	51	12.68	8.61	0.4097	76	13.11	8.52	0.4615
2	12.25	8.54	0.4976	27	12.50	8.40	0.4096	52	13.28	8.82	0.4745	77	13.16	9.01	0.4864
3	13.48	8.82	0.4824	28	13.68	8.58	0.4885	53	13.44	8.80	0.4714	78	13.49	8.56	0.4683
4	12.93	8.21	0.4414	29	12.67	8.57	0.4774	54	13.23	8.24	0.4486	79	13.44	8.61	0.4867
5	12.78	8.65	0.4446	30	12.76	7.97	0.4190	55	13.39	8.70	0.4561	80	12.97	8.61	0.4826
6	13.22	8.66	0.4759	31	13.34	8.24	0.4594	56	12.90	8.89	0.4711	81	13.17	8.48	0.4644
7	13.73	8.32	0.4644	32	12.21	8.66	0.4181	57	13.33	8.80	0.4554	82	13.79	8.75	0.4832
8	13.28	8.23	0.4063	33	13.80	9.15	0.5181	58	13.38	8.39	0.4476	83	13.96	8.70	0.5168
9	13.16	8.82	0.4676	34	12.58	8.70	0.4507	59	12.70	8.39	0.4538	84	12.87	8.56	0.4241
10	12.58	8.22	0.4159	35	13.63	8.94	0.5323	60	13.27	8.85	0.4058	85	12.87	8.40	0.4454
11	13.34	8.56	0.4656	36	12.82	8.56	0.4383	61	13.07	8.22	0.4246	86	13.34	8.63	0.4793
12	12.71	8.50	0.4294	37	13.15	8.50	0.4575	62	12.91	8.42	0.4781	87	13.14	8.51	0.4562
13	12.81	8.11	0.4144	38	12.96	8.91	0.4538	63	12.88	8.28	0.4180	88	13.14	8.64	0.4546
14	13.61	8.41	0.5061	39	13.28	7.83	0.4667	64	12.30	8.46	0.3988	89	12.86	8.53	0.4563
15	13.11	8.70	0.4883	40	13.02	8.55	0.4593	65	13.53	8.14	0.4457	90	13.19	8.38	0.4510
16	13.47	8.41	0.4785	41	13.63	8.85	0.5012	66	13.32	8.06	0.4477	91	12.68	8.28	0.4441
17	13.46	8.73	0.4620	42	13.22	8.61	0.4808	67	13.38	8.43	0.4769	92	12.14	8.35	0.4127
18	13.41	8.77	0.4701	43	12.58	8.69	0.4490	68	12.49	7.82	0.3956	93	12.94	8.68	0.3983
19	13.53	8.96	0.4892	44	13.27	8.46	0.4645	69	13.22	8.78	0.4972	94	13.29	8.37	0.4553
20	13.35	8.71	0.4650	45	13.56	8.80	0.4733	70	12.44	8.78	0.4536	95	13.17	8.36	0.4650
21	13.34	8.40	0.4432	46	13.13	8.65	0.4410	71	12.96	8.20	0.4779	96	13.74	8.69	0.5006
22	13.34	8.76	0.4782	47	13.73	8.53	0.4955	72	12.87	8.49	0.4351	97	13.16	8.14	0.4541
23	13.03	8.53	0.4359	48	14.13	8.16	0.4819	73	13.45	8.39	0.4709	98	13.04	8.16	0.4384
24	13.05	8.01	0.4127	49	13.09	8.41	0.4282	74	12.76	8.29	0.4289	99	13.22	8.49	0.4395
25	12.86	8.93	0.4743	50	13.20	8.31	0.4703	75	12.96	8.63	0.4733	100	13.25	8.35	0.4796
												MÉDIA	13.11	8.52	0.4571
												DESVIO P.	0.3859	0.2582	0.0289

Dados Biométricos das sementes de *Erytrina velutina* Willd. – Matriz 3

	Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa
1	12.58	8.47	12.58	26	12.60	8.66	12.60	51	12.05	8.54	12.05	76	12.22	9.10	0.4979
2	12.25	8.90	12.25	27	12.27	8.89	12.27	52	12.42	8.46	12.42	77	12.69	8.97	0.4869
3	12.11	9.31	12.11	28	12.50	8.76	12.50	53	12.12	8.96	12.12	78	12.49	8.43	0.4873
4	11.71	8.90	11.71	29	12.55	8.87	12.55	54	13.02	8.75	13.02	79	11.66	8.84	0.5466
5	12.39	8.57	12.39	30	12.04	9.06	12.04	55	12.37	9.00	12.37	80	12.05	9.08	0.4872
6	12.32	8.54	12.32	31	12.32	8.87	12.32	56	12.28	8.72	12.28	81	12.32	8.74	0.4763
7	11.89	8.42	11.89	32	12.50	8.69	12.50	57	12.94	8.62	12.94	82	12.21	8.48	0.5078
8	12.29	8.86	12.29	33	12.13	8.41	12.13	58	12.24	9.02	12.24	83	12.22	9.16	0.4910
9	12.38	9.00	12.38	34	12.47	8.83	12.47	59	12.22	8.67	12.22	84	12.54	9.04	0.4743
10	11.58	8.89	11.58	35	11.46	8.68	11.46	60	11.13	8.49	11.13	85	12.05	8.56	0.4624
11	11.85	8.41	11.85	36	11.97	8.42	11.97	61	12.15	9.49	12.15	86	12.22	8.56	0.4729
12	12.09	8.84	12.09	37	12.63	9.63	12.63	62	12.75	8.79	12.75	87	12.05	8.83	0.4693
13	11.93	8.50	11.93	38	12.20	9.11	12.20	63	12.68	9.26	12.68	88	12.36	8.76	0.4782
14	12.16	9.00	12.16	39	12.36	9.07	12.36	64	11.90	9.04	11.90	89	11.77	8.23	0.5048
15	12.04	9.10	12.04	40	11.72	8.45	11.72	65	12.39	8.81	12.39	90	12.38	8.35	0.4652
16	11.98	8.97	11.98	41	11.57	8.37	11.57	66	12.93	8.86	12.93	91	12.39	8.69	0.4826
17	12.27	8.48	12.27	42	12.25	8.35	12.25	67	12.73	9.19	12.73	92	11.22	8.49	0.4649
18	12.04	8.82	12.04	43	11.95	9.35	11.95	68	11.99	8.72	11.99	93	12.50	8.25	0.5074
19	12.95	8.87	12.95	44	12.51	8.77	12.51	69	12.13	8.77	12.13	94	12.52	8.79	0.4927
20	13.21	8.86	13.21	45	11.65	8.66	11.65	70	12.28	8.79	12.28	95	11.77	8.03	0.4181
21	12.30	8.45	12.30	46	11.87	8.97	11.87	71	12.03	8.42	12.03	96	12.34	8.76	0.4614
22	11.92	9.08	11.92	47	12.42	8.72	12.42	72	12.82	9.04	12.82	97	12.55	8.89	0.4906
23	12.31	9.07	12.31	48	12.09	8.50	12.09	73	12.38	8.56	12.38	98	12.35	8.73	0.4423
24	12.05	8.18	12.05	49	12.51	8.82	12.51	74	12.55	8.52	12.55	99	12.10	8.48	0.4647
25	12.23	8.25	12.23	50	12.51	8.85	12.51	75	12.70	9.60	12.70	100	11.15	8.49	0.4930
												MÉDIA	12.23	8.76	0.4820
												DESVIO P.	0.3797	0.3036	0.0296

Dados Biométricos das sementes de *Erytrina velutina* Willd. – Matriz 4

	Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa
1	14.05	8.72	0.5612	26	13.84	8.70	0.5409	51	13.52	8.58	0.5410	76	13.59	8.58	0.5051
2	13.19	8.95	0.5101	27	13.58	8.34	0.5102	52	13.57	8.28	0.4951	77	13.90	8.80	0.5545
3	13.94	8.37	0.5644	28	13.85	8.52	0.5674	53	13.53	9.00	0.5135	78	13.24	8.55	0.4776
4	14.24	8.86	0.5414	29	13.58	8.38	0.4688	54	14.25	9.06	0.5613	79	13.94	8.58	0.4697
5	13.88	9.32	0.5395	30	14.06	9.26	0.5525	55	14.06	8.23	0.5123	80	12.63	8.88	0.4856
6	13.88	7.90	0.4904	31	13.37	8.21	0.5101	56	13.13	8.07	0.4630	81	13.11	8.47	0.4722
7	13.62	8.42	0.5072	32	13.48	8.62	0.5050	57	14.74	8.96	0.6449	82	12.86	8.23	0.4693
8	14.33	8.65	0.5667	33	13.60	8.36	0.4880	58	13.68	8.68	0.5398	83	13.28	8.32	0.5052
9	14.06	8.51	0.5042	34	13.73	8.41	0.4828	59	14.12	8.51	0.5057	84	14.31	9.01	0.5905
10	14.06	8.85	0.5725	35	13.98	8.26	0.5162	60	12.99	8.35	0.4763	85	13.61	8.60	0.4997
11	13.47	8.18	0.4728	36	14.39	9.19	0.5865	61	13.43	8.56	0.4940	86	13.40	8.38	0.5170
12	13.90	8.57	0.5227	37	13.71	8.74	0.5377	62	13.28	8.58	0.5034	87	13.58	8.92	0.5950
13	13.50	8.65	0.5163	38	14.14	8.92	0.5706	63	13.65	8.64	0.5229	88	13.99	8.68	0.5651
14	13.19	8.76	0.5176	39	13.73	8.54	0.5361	64	13.54	8.62	0.5347	89	13.93	8.12	0.5012
15	13.85	8.71	0.5371	40	13.65	8.22	0.4860	65	13.57	8.21	0.4976	90	14.05	9.13	0.5651
16	13.73	8.88	0.5500	41	13.66	8.64	0.4960	66	13.26	8.70	0.4779	91	13.69	8.85	0.5317
17	13.53	8.72	0.5337	42	13.97	8.92	0.5560	67	14.00	8.89	0.5589	92	13.20	8.55	0.4726
18	13.49	9.14	0.5156	43	13.36	8.70	0.5250	68	13.60	8.46	0.4989	93	13.73	8.32	0.4855
19	14.16	9.04	0.5366	44	13.82	8.37	0.4998	69	13.05	8.90	0.4724	94	14.04	8.70	0.5494
20	13.19	8.55	0.4940	45	13.60	8.92	0.5141	70	13.84	8.30	0.5130	95	14.12	8.49	0.5229
21	13.69	8.63	0.4968	46	13.60	8.47	0.5245	71	14.14	8.89	0.6009	96	13.45	8.41	0.4685
22	13.56	8.77	0.5657	47	12.53	8.02	0.4265	72	14.28	8.57	0.5474	97	14.04	8.82	0.5522
23	13.63	8.85	0.4839	48	14.29	8.51	0.5870	73	12.72	8.13	0.4280	98	13.68	8.28	0.5446
24	13.41	8.42	0.5147	49	13.48	8.46	0.4605	74	14.01	8.71	0.5691	99	14.06	8.49	0.5491
25	13.41	8.42	0.5287	50	13.44	8.17	0.4792	75	12.80	8.14	0.4795	100	13.29	8.37	0.4646
MÉDIA DESVIO P.												13.67	8.59	0.5194	
												0.4042	0.2911	0.0389	

Dados Biométricos das sementes de *Erytrina velutina* Willd. – Matriz 5

	Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa		Comp.	Larg.	Massa
1	10.91	7.82	0.4020	26	11.91	8.12	0.4709	51	11.51	8.02	0.4474	76	11.66	8.13	0.4281
2	11.19	7.78	0.4043	27	10.91	8.32	0.4239	52	11.28	7.55	0.3955	77	12.09	8.22	0.4849
3	11.21	8.03	0.4237	28	10.67	7.32	0.3489	53	11.10	7.94	0.4079	78	12.10	8.18	0.4617
4	11.39	7.58	0.3835	29	11.97	8.64	0.5003	54	11.62	8.34	0.4741	79	12.10	7.98	0.4325
5	11.21	8.34	0.4423	30	11.35	7.80	0.3734	55	11.50	7.88	0.4217	80	9.87	9.88	0.3106
6	10.84	8.03	0.4096	31	11.01	7.37	0.3209	56	11.26	7.88	0.4278	81	11.42	8.00	0.4294
7	10.94	7.73	0.4167	32	11.33	7.89	0.4186	57	10.95	7.76	0.4174	82	11.25	7.63	0.3756
8	11.17	7.72	0.3715	33	11.05	7.51	0.3645	58	10.87	7.89	0.4207	83	11.09	7.55	0.3454
9	11.53	8.21	0.4430	34	10.86	7.84	0.4085	59	10.65	7.66	0.3751	84	11.34	8.14	0.4080
10	10.85	7.70	0.3778	35	11.12	8.08	0.4359	60	11.09	7.92	0.3964	85	11.79	7.93	0.4270
11	11.00	7.72	0.4015	36	11.20	8.22	0.3992	61	11.23	8.03	0.3973	86	10.80	8.13	0.4178
12	11.04	7.16	0.3737	37	11.00	7.73	0.4042	62	11.81	8.36	0.4645	87	10.48	7.66	0.3569
13	11.90	7.69	0.4387	38	12.23	8.09	0.4974	63	11.47	7.76	0.4392	88	11.23	7.60	0.3878
14	10.79	7.55	0.3771	39	11.07	7.62	0.4106	64	11.20	8.30	0.4358	89	10.84	7.80	0.3878
15	10.68	7.82	0.3896	40	11.17	8.16	0.4224	65	10.66	7.35	0.3482	90	11.75	7.82	0.4065
16	11.16	8.05	0.4005	41	10.68	7.91	0.3881	66	11.10	7.58	0.3949	91	11.84	8.19	0.4234
17	11.33	7.73	0.4085	42	11.67	8.11	0.4299	67	11.61	7.81	0.3966	92	10.64	7.70	0.3747
18	11.53	7.76	0.4052	43	10.81	7.45	0.3683	68	11.25	7.88	0.4014	93	11.64	7.81	0.4147
19	11.55	7.81	0.4125	44	10.83	7.41	0.3808	69	11.96	7.72	0.4281	94	11.05	7.86	0.4046
20	12.06	8.42	0.4639	45	11.27	7.76	0.4083	70	10.80	7.76	0.3854	95	11.82	8.45	0.4477
21	11.21	7.88	0.4241	46	10.90	7.65	0.3816	71	11.55	7.84	0.3956	96	10.46	7.80	0.4015
22	11.59	8.10	0.4052	47	10.53	7.53	0.3533	72	10.96	8.44	0.4056	97	11.36	7.92	0.3790
23	11.07	7.97	0.4455	48	11.60	8.19	0.4641	73	10.72	7.40	0.2915	98	10.99	7.96	0.3996
24	11.70	7.63	0.4152	49	11.20	7.74	0.4302	74	11.13	8.06	0.4105	99	11.26	8.09	0.4129
25	10.75	7.44	0.3441	50	11.60	7.81	0.4165	75	11.93	8.12	0.4598	100	11.14	7.89	0.3987
												MÉDIA			
												DESVIO P.			
												11.24	7.90	0.4076	
												0.4359	0.3443	0.0365	

APÊNDICE 2 - DADOS DA CURVA DE TEOR DE UMIDADE

Determinação do Teor de Umidade						
		Matriz 1	Matriz 2	Matriz 3	Matriz 4	Matriz 5
Peso da Cápsula		63.6648	68.4080	63.5557	58.7810	60.9572
Peso das Sementes		4.4492	4.2925	4.1330	4.5671	3.3674
Peso Inicial(C+S)		68.1140	72.7005	67.6887	63.3481	64.3246
Peso da Cápsula + Sementes	P1	68.0745	72.6502	67.6376	63.2972	64.2937
	P2	68.0478	72.6157	67.6076	63.2647	64.2728
	P3	68.0274	72.5917	67.5850	63.2409	64.2584
	P4	68.0122	72.5752	67.5678	63.2218	64.2473
	P5	68.0002	72.5627	67.5554	63.2106	64.2385
	P6	67.9925	72.5515	67.5465	63.1993	64.2318
	P7	67.9850	72.5445	67.5381	63.1915	64.2253
	P8	67.9785	72.5352	67.5315	63.1827	64.2210
	P9	67.9709	72.5303	67.5263	63.1775	64.2155
	P10	67.9681	72.5257	67.5218	63.1721	64.2130
	P11	67.9636	72.5211	67.5170	63.1687	64.2110
	P12	67.9593	72.5176	67.5150	63.1644	64.2064
	P13	67.9563	72.5137	67.5103	63.1603	64.2057
	P14	67.9539	72.5109	67.5096	63.1586	64.2032
	P15	67.9504	72.5069	67.5056	63.1548	64.2011
	P16	67.9477	72.5045	67.5043	63.1525	64.1990
	P17	67.9452	72.5021	67.5014	63.1509	64.1979
	P18	67.9434	72.4991	67.5000	63.1474	64.1957
	P19	67.9419	72.4990	67.4998	63.1461	64.1943
	P20	67.9398	72.4956	67.4968	63.1453	64.1928
	P21	67.9369	72.4939	67.4954	63.1418	64.1914
	P22	67.9364	72.4901	67.4929	63.1400	64.1886
	P23	67.9330	72.4897	67.4922	63.1384	64.1886
	P24	67.9325	72.4864	67.4909	63.1375	64.1876
	P25	67.9324	72.4844	67.4907	63.1358	64.1860
	P26	67.9289	72.4830	67.4886	63.1338	64.1857
	P27	67.9288	72.4815	67.4880	63.1332	64.1854
	P28	67.9275	72.4787	67.4861	63.1311	64.1846
	P29	67.9263	72.4770	67.4853	63.1291	64.1845
	P30	67.9237	72.4754	67.4840	63.1284	64.1826
	P31	67.9237	72.4754	67.4840	63.1276	64.1823
	P32	67.9237	72.4754	67.4840	63.1272	64.1808
	P33	Estabilizou	Estabilizou	Estabilizou	63.1245	64.1808
	P34				63.1238	64.1808
	P35				63.1218	Estabilizou
	P36				63.1218	
	P37				63.1218	
	P38				Estabilizou	
	P39					
Peso final da Semente		4.2589	4.0674	3.9283	4.3408	3.2236

APÊNDICE 3 - DADOS DA CURVA DE TEOR DE CINZAS

Determinação do Teor de Cinzas						
		Matriz 1	Matriz 2	Matriz 3	Matriz 4	Matriz 5
Peso da Cápsula		24.6091	27.0022	27.9913	28.3219	28.3610
Peso das Sementes		0.5809	0.6873	0.4049	0.7057	0.5163
Peso Inicial(C+S)		25.1900	27.6895	28.3962	29.0276	28.8773
Peso da Cápsula + Sementes	P1	24.8536	27.3203	28.1895	28.6692	28.5645
	P2	24.8025	27.2011	28.1874	28.5278	28.5193
	P3	24.8011	27.2003	28.1872	28.5271	28.5187
	P4	24.8027	27.2013	28.1880	28.5272	28.5185
	P5	24.8026	27.2012	28.1890	28.5267	28.5178
	P6	24.7989	27.1979	28.1856	28.5237	28.5159
	P7	24.7986	27.1979	28.1855	28.5233	28.5147
	P8	24.7986	27.1972	28.1849	28.5236	28.5150
	P9	24.7986	27.1962	28.1840	28.5229	28.5145
	P10	24.7886	27.1955	28.1834	28.5232	28.5133
	P11	Estabilizou	27.1948	28.1822	28.5225	28.5132
	P12		27.1857	28.1662	28.5129	28.5041
			Estabilizou	Estabilizou	Estabilizou	Estabilizou
Peso final da Semente		0.1795	0.1835	0.1749	0.1910	0.1431

APÊNDICE 4 - DADOS DE MONITORAMENTO POR MATRIZ;

MATRIZ 1 – TABELA DE MONITORAMENTO								
Implantação		02.11.2017		Início da germinação		08/11/2017		
Total de sementes semeadas								96
Total de sementes germinadas:								33
Mortalidade total:								2
Balde	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula
	Posição 1		Posição 2		Posição 3		Posição 4	
1	12/11/17	R60	N	N	14/11/17	R120	N	N
2	N	N	15/11/17	R60	N	N	N	N
3	21/01/18	PV	N	N	N	N	N	N
4	20/12/17	PV	22/01/2018	PV	06/01/18	PV	N	N
5	N	N	06/01/2018	PV	N	N	N	N
6	N	N	N	N	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N	N	N	N
8	N	N	N	N	N	N	01/03/18	PV
9	N	N	N	N	16/01/18	PV	12/11/17	R120
10	02/02/18	PV	N	N	N	N	N	N
11	12/12/17	PV	N	N	N	N	08/11/17	PV
12	N	N	N	N	N	N	N	N
13	N	N	N	N	N	N	01/03/18	PV
14	N	N	26/12/17	PV	N	N	N	N
15	22/12/17	PV	N	N	N	N	N	N
16	N	N	N	N	16/02/18	PV	N	N
17	26/11/17	PV	24/03/18	PV	N	N	N	N
18	24/11/17	PV	17/02/18	PV	N	N	N	N
19	02/02/18	PV	16/01/18	PV	06/01/18	PV	17/11/17	R60
20	N	N	N	N	N	N	N	N
21	N	N	11/11/17	R120	24/03/18	PV	13/02/18	PV
22	N	N	17/01/18	PV	N	N	N	N
23	N	N	N	N	N	N	09/11/17	M
24	N	N	08/11/17	M	N	N	24/01/18	PV

Legenda: N = Não Germinou

M = Morte

R60 = Retirada em 60 dias

R120 = Retirada em 120 dias

PV = Permaneceu viva

MATRIZ 2 – TABELA DE MONITORAMENTO								
Implantação		02.11.2017		Início da germinação		08/11/2017		
Total de sementes semeadas								96
Total de sementes germinadas:								68
Mortalidade total:								10
Balde	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula
	Posição 1		Posição 2		Posição 3		Posição 4	
25	N	N	20/11/17	PV	18/12/17	PV	13/11/17	PV
26	12/01/18	PV	11/11/17	PV	29/11/17	M	N	N
27	12/01/18	PV	12/11/17	R120	N	N	N	N
28	29/11/17	PV	17/11/17	M	29/01/18	PV	N	N
29	09/11/17	PV	21/11/17	PV	N	N	09/12/17	PV
30	13/11/17	PV	17/11/17	PV	N	N	22/12/17	PV
31	11/11/17	PV	19/11/17	PV	16/11/17	R120	N	N
32	16/11/17	R120	04/01/18	M	26/11/2017	PV	N	N
33	N	N	N	N	20/11/17	PV	18/02/18	PV
34	24/11/17	PV	15/12/17	PV	N	N	16/11/17	PV
35	N	N	N	N	11/11/17	PV	10/11/17	M
36	06/01/18	PV	N	N	12/11/17	PV	20/11/17	M
37	19/01/18	PV	24/12/17	PV	24/03/18	PV	24/11/17	PV
38	N	N	11/11/17	R60	11/11/17	PV	19/11/17	PV
39	18/11/17	PV	24/12/17	PV	24/11/17	PV	21/11/17	PV
40	16/11/17	PV	09/11/17	PV	15/12/17	M	15/11/17	R60
41	26/11/17	PV	13/11/17	PV	18/11/17	M	16/11/17	PV
42	20/11/17	M	N	N	N	N	24/11/17	PV
43	29/01/18	PV	N	N	N	N	24/11/17	PV
44	N	N	N	N	N	N	N	N
45	N	N	N	N	13/02/18	M	20/11/17	M
46	N	N	13/11/17	PV	13/02/18	PV	15/12/17	PV
47	14/11/17	PV	17/11/17	PV	12/11/17	R60	N	N
48	26/11/17	PV	17/11/17	PV	26/11/17	PV	15/11/17	PV

Legenda: N = Não Germinou

M = Morte

R60 = Retirada em 60 dias

R120 = Retirada em 120 dias

PV = Permaneceu viva

MATRIZ 3 – TABELA DE MONITORAMENTO								
Implantação		02.11.2017		Início da germinação			08/11/2017	
Total de sementes semeadas								96
Total de sementes germinadas:								45
Mortalidade total:								0
Balde	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula
	Posição 1		Posição 2		Posição 3		Posição 4	
49	N	N	N	N	08/11/17	R120	17/11/17	PV
50	18/11/17	PV	N	N	N	N	N	N
51	13/02/18	PV	24/01/18	PV	09/11/17	PV	12/11/17	PV
52	26/12/17	PV	10/01/18	PV	05/02/18	PV	N	N
53	09/12/17	PV	26/12/17	PV	N	N	N	PV
54	10/01/18	PV	24/01/18	PV	29/01/18	PV	26/11/17	PV
55	N	N	N	N	09/11/17	PV	N	N
56	N	N	N	N	N	N	02/02/18	PV
57	26/11/17	PV	24/12/17	PV	09/11/17	PV	N	N
58	N	N	N	N	N	N	20/02/18	PV
59	N	N	20/02/18	PV	N	N	N	N
60	N	N	18/03/18	PV	N	N	13/11/17	PV
61	12/11/17	PV	26/11/17	PV	N	N	N	N
62	N	N	01/03/18	PV	N	N	N	N
63	11/11/17	R60	08/11/17	R120	N	N	24/11/17	PV
64	14/11/17	PV	N	N	N	N	12/11/17	PV
65	24/12/17	PV	N	N	15/11/17	R60	N	N
66	N	N	N	N	N	N	12/11/17	PV
67	29/01/18	PV	29/11/17	PV	N	N	N	N
68	N	N	29/11/17	PV	29/01/18	PV	N	N
69	N	N	N	N	10/02/18	PV	N	N
70	14/11/17	N	N	N	04/01/18	PV	N	N
71	N	N	11/11/17	PV	09/11/17	R60	N	N
72	N	N	N	N	N	N	N	N

Legenda: N = Não Germinou

M = Morte

R60 = Retirada em 60 dias

R120 = Retirada em 120 dias

PV = Permaneceu viva

MATRIZ 4 – TABELA DE MONITORAMENTO								
Implantação		02.11.2017		Início da germinação			08/11/2017	
Total de sementes semeadas								96
Total de sementes germinadas:								68
Mortalidade total:								0
Balde	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula
	Posição 1		Posição 2		Posição 3		Posição 4	
73	N	N	26/11/2017	PV	06/01/2018	PV	N	N
74	N	N	N	N	N	N	N	N
75	12/11/17	PV	20/02/18	PV	12/11/17	PV	N	N
76	08/11/17	R120	11/11/17	PV	20/11/17	PV	N	N
77	N	N	10/11/17	PV	29/01/18	PV	12/11/17	PV
78	10/02/18	PV	26/12/17	PV	N	N	27/11/17	PV
79	08/11/17	PV	16/11/17	PV	N	N	N	N
80	12/11/17	PV	24/11/17	PV	27/11/17	PV	12/11/17	PV
81	N	N	11/11/17	R60	N	N	14/11/17	PV
82	12/11/17	PV	17/12/17	PV	04/01/18	PV	24/12/17	PV
83	08/11/17	R120	17/11/17	PV	N	N	12/11/17	PV
84	04/01/18	PV	N	N	N	N	10/01/18	PV
85	26/11/17	PV	26/01/18	PV	N	N	24/11/17	PV
86	10/02/18	PV	08/11/17	R60	09/11/17	PV	09/11/17	PV
87	10/02/18	PV	14/11/17	PV	28/11/17	PV	14/11/17	PV
88	20/11/17	PV	N	N	N	N	N	N
89	08/11/17	PV	24/11/17	PV	N	N	02/04/18	PV
90	N	N	N	N	09/03/18	PV	11/11/17	PV
91	12/11/17	PV	N	N	11/11/17	PV	15/11/17	PV
92	12/11/17	PV	N	N	19/01/18	PV	N	N
93	19/11/17	PV	22/12/17	PV	16/11/17	R120	N	N
94	11/11/17	PV	26/11/17	PV	12/11/17	PV	09/11/17	PV
95	20/11/17	PV	19/11/17	PV	08/11/17	R60	08/11/17	PV
96	18/02/18	PV	18/11/17	PV	08/11/17	PV	12/12/17	PV

Legenda: N = Não Germinou

M = Morte

R60 = Retirada em 60 dias

R120 = Retirada em 120 dias

PV = Permaneceu viva

MATRIZ 5 – TABELA DE MONITORAMENTO								
Implantação		02.11.2017		Início da germinação		08/11/2017		
Total de sementes semeadas								96
Total de sementes germinadas:								50
Mortalidade total:								0
Balde	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula	Data de Germ.	Situação da plântula
	Posição 1		Posição 2		Posição 3		Posição 4	
97	N	N	20/02/18	PV	08/11/17	PV	N	N
98	24/11/17	PV	09/11/17	PV	13/11/17	PV	N	N
99	06/01/18	PV	09/11/17	R60	N	N	09/11/17	PV
100	24/11/17	PV	19/11/17	PV	N	N	12/11/17	PV
101	N	N	N	N	19/01/18	PV	N	N
102	26/11/17	PV	N	N	06/01/18	PV	N	N
103	N	N	24/01/18	PV	N	N	N	N
103	N	N	N	N	N	N	08/11/17	PV
105	11/12/17	PV	N	N	N	N	N	N
106	12/11/17	PV	11/11/17	PV	N	N	N	N
107	09/12/17	PV	02/04/18	PV	08/11/17	R120	N	N
108	N	N	N	N	N	N	22/02/18	PV
109	14/11/17	PV	15/12/17	PV	12/11/17	R60	10/11/17	PV
110	04/01/18	PV	N	N	20/11/17	R120	29/01/18	PV
111	N	N	12/01/18	PV	11/11/17	PV	12/11/17	R120
112	N	N	02/04/18	PV	09/11/17	PV	12/01/18	PV
113	N	N	10/11/17	PV	N	N	12/11/17	PV
114	26/11/17	PV	N	N	N	N	17/11/17	R60
115	N	N	N	N	N	N	20/12/17	PV
116	16/03/2018	PV	N	N	N	N	N	N
117	N	N	N	N	N	N	09/12/17	PV
118	12/11/17	PV	10/11/17	PV	N	N	18/11/17	PV
119	19/11/17	PV	N	N	22/12/17	PV	06/03/18	PV
120	08/11/17	PV	N	N	N	N	N	N

Legenda: N = Não Germinou

M = Morte

R60 = Retirada em 60 dias

R120 = Retirada em 120 dias

PV = Permaneceu viva

APÊNDICE 5 - DADOS DAS ANÁLISES TERMOGRAVIMÉTRICA (TG) DE AR SINTÉTICO E NITROGÊNIO

Análise Termogravimétrica (TG) – Atmosfera Inerte																		
Amostra			Eventos															
			Evento 1			Evento 2			Evento 3			Evento 4			Evento 5			%cinzas (TG)
Espécie	Matrizes	Razão de aquecimento (°C/min)	Ti	Tf	Perda de massa (%)	Ti	Tf	Perda de massa (%)	Ti	Tf	Perda de massa (%)	Ti	Tf	Perda de massa (%)	Ti	Tf	Perda de massa (%)	
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Matriz 1	10	31,51	138.48	4.61	138.48	236.80	2.72	236.80	385.35	36.11	385.35	503.59	16.45	503.59	627.45	19.57	20.54
		20	30.12	125.96	3.92	125.96	245.21	3.10	245.21	403.92	38.39	403.92	515.37	13.50	515.37	658.91	20.82	20.28
		40	32.53	154.53	3.23	154.53	271.34	3.47	271.34	410.64	36.00	410.64	550.37	18.05	550.37	701.35	17.46	21.80
	Matriz 2	10	30.60	144.19	5.74	144.19	23.03	2.47	230.03	377.00	33.11	377.00	492.75	15.29	492.75	628.02	22.38	21.01
		20	32.24	169.17	5.37	169.17	283.14	8.15	283.14	414.14	32.05	414.88	525.38	13.50	525.38	666.21	20.07	20.87
		40	32.38	171.87	4.11	171.87	280.60	4.25	280.60	421.39	37.29	421.39	539.65	13.55	539.65	658.34	18.24	22.57
	Matriz 3	10	32.82	125.81	4.47	125.81	239.55	3.88	239.55	377.51	36.22	377.51	488.66	15.91	488.66	568.67	16.79	22.73
		20	30.68	165.49	5.08	165.49	247.85	2.35	247.85	400.87	36.48	400.87	512.28	15.60	512.28	621.95	18.90	21.58
		40	33.17	185.01	4.40	185.01	285.37	4.52	285.37	446.30	39.75	446.30	552.28	12.72	552.28	688.12	17.20	21.41
	Matriz 4	10	30.74	173.22	5.19	173.22	265.04	6.47	265.04	390.63	32.49	390.63	499.33	13.88	499.33	610.64	19.54	22.44
		20	30.40	160.93	4.60	160.93	246.79	1.89	246.79	433.26	42.11	433.26	520.86	9.45	520.86	666.99	19.61	22.35
		40	29.62	150.13	4.01	150.13	267.60	3.30	267.60	427.12	38.05	427.12	553.69	15.06	553.69	721.88	18.04	21.55
	Matriz 5	10	32.61	143.08	4.58	143.08	234.92	2.43	234.92	376.59	33.77	376.59	499.19	17.66	499.19	591.03	18.86	22.70
		20	31.00	159.22	4.24	159.22	252.35	2.85	252.35	388.38	32.10	388.38	507.94	16.69	507.94	649.15	21.47	22.64
		40	31.03	169.04	4.55	169.04	263.36	2.98	263.36	394.88	29.44	394.88	521.22	19.55	521.22	675.67	20.38	23.10

Análise Termogravimétrica (TG) – Atmosfera Oxidante																		
Amostra			Eventos															
			Evento 1			Evento 2			Evento 3			Evento 4			Evento 5			
Espécie	Matrizes	Razão de aquecimento (°C/min)	Ti	Tf	Perda de massa (%)	Ti	Tf	Perda de massa (%)	Ti	Tf	Perda de massa (%)	Ti	Tf	Perda de massa (%)	Ti	Tf	Perda de massa (%)	%cinzas (TG)
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Matriz 1	5	35.06	198.94	6.03	198.94	247.06	5.91	247.06	378.43	39.14	378.43	478.58	15.65	478.58	592.16	24.08	9.19
		10	35.23	222.28	6.89	222.28	390.72	44.80	390.72	508.49	18.70	508.49	542.26	9.00	542.26	620.20	11.17	9.44
		20	34.13	222.03	6.27	222.03	269.66	4.65	269.66	394.78	42.50	394.78	506.48	16.11	506.48	619.05	23.07	7.40
		40	33.95	241.36	6.63	241.36	297.22	7.59	297.22	418.46	42.36	418.46	511.55	11.78	511.55	688.65	24.54	7.09
	Matriz 2	5	32.42	199.66	7.10	199.66	250.92	6.46	250.92	376.46	36.36	376.46	490.27	18.11	490.27	594.96	23.55	8.41
		10	30.31	200.41	6.18	200.41	257.40	6.40	257.40	390.95	38.81	390.95	510.14	18.41	510.14	613.24	22.03	8.18
		20	32.41	216.81	6.55	216.81	269.31	6.63	269.31	402.51	38.96	402.51	550.89	22.13	550.89	645.05	16.34	9.39
		40	33.12	146.83	4.45	146.83	247.96	2.89	247.96	432.85	50.45	432.85	532.24	10.62	532.24	673.74	21.90	9.70
	Matriz 3	5	34.22	151.27	5.81	151.27	213.26	1.52	213.26	367.59	40.17	367.59	476.83	19.00	476.83	558.76	24.12	9.39
		10	33.71	214.57	6.85	214.57	252.74	5.13	252.74	389.8	40.67	389.80	502.56	17.53	502.56	582.37	19.83	10.00
		20	33.53	232.16	19.98	232.16	343.37	19.98	343.37	435.98	29.09	435.98	530.75	14.12	530.75	635.91	21.68	10.00
		40	31.01	228.46	5.97	228.46	288.05	7.33	288.05	403.74	32.99	403.74	531.17	22.16	531.17	698.61	22.46	16.43
	Matriz 4	5	30.27	193.35	5.98	193.35	251.04	6.75	251.04	372.93	36.79	372.93	486.57	19.09	486.57	589.9	22.60	8.79
		10	32.00	199.49	5.75	199.49	269.53	7.69	269.53	388.29	37.01	388.29	510.97	20.97	510.97	608.86	19.21	9.37
		20	34.63	216.31	6.49	216.31	276.14	7.59	276.14	404.48	37.69	404.48	524.59	17.07	524.59	651.2	21.39	9.76
		40	30.66	221.2	5.74	221.2	287.46	7.55	287.46	464.14	47.09	464.14	589.72	13.57	589.72	712.27	16.02	10.03
	Matriz 5	5	29.4	187.24	5.49	187.24	252.74	7.00	252.74	368.56	34.83	368.56	468.76	16.06	468.76	550.31	26.38	10.25
		10	28.51	197.85	5.67	197.85	274.27	9.26	274.27	396.29	34.32	396.29	487.04	14.87	487.04	590.38	25.92	9.96
		20	29.53	221.62	5.58	221.62	313.97	15.59	313.07	388.99	25.72	388.99	499.55	18.13	499.55	600.58	24.25	10.73
		40	32.17	231.01	5.54	231.01	288.19	7.55	288.19	433.31	40.68	433.31	535.98	14.19	535.98	665.07	20.57	11.46