



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**ÁCIDO SALICÍLICO E TEMPO DE PRÉ EMBEBIÇÃO NA
SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA E MORFOFISIOLOGIA
DE UMBUZEIRO**

MAXIMO ANTONIO CORREIA

POMBAL/PB

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**ÁCIDO SALICÍLICO E TEMPO DE PRÉ EMBEBIÇÃO NA
SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA E MORFOFISIOLOGIA
DE UMBUZEIRO**

MAXIMO ANTONIO CORREIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito necessário para à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Lauter Silva Souto

POMBAL/PB

2019

C824a Correia, Maximo Antonio.
Ácido salicílico e tempo de pré embebição na superação da dormência e morfofisiologia de umbuzeiro / Maximo Antonio Correia. – Pombal, 2019. 37 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

“Orientação: Prof. Dr. Lauter Silva Souto”.

Coorientação: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

Referências.

1. Umbuzeiro. 2. Dormência de sementes - Métodos de superação. 3. Germinação de sementes. I. Souto, Lauter Silva. II. Lima, Geovani Soares de. III. Título.

CDU 634.442 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

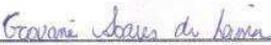
ÁCIDO SALICÍLICO E TEMPO DE PRÉ EMBEBIÇÃO NA SUPERAÇÃO
DA DORMÊNCIA E MORFOFISIOLOGIA
DE UMBUZEIRO

MAXIMO ANTONIO CORREIA

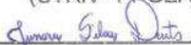
APROVADA EM: 27 / 11 / 2019


Banca Examinadora

Orientador: Prof. Dr. Sc. Lauter Silva Souto
(UAGRA-CCTA-UFCG)


Segunda orientação: Prof. Dr. Sc. Geovani Soares de Lima
(UAGRA-CCTA-UFCG)


Examinador M. Sc. Luderlândio de Andrade Silva
(CTRN - PRGEA)


Examinador Prof. Dr. Sc. Jussara Silva Dantas
(UATA-CCTA-UFCG)

POMBAL/PB
2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha mãe Maria Correia Diniz pelo apoio incondicional que sempre prestou durante todo curso, onde sempre ajudou de todas as formas possíveis, dando sempre força pra seguir em frente e superar todos os obstáculos, além de lutar pra fornecer uma educação de qualidade e uma vida melhor a todos seus filhos. Também agradeço a meu pai Alcides Correia, que junto com minha mãe foram a base pra conseguir alcançar os meus objetivos, sendo os responsáveis por ter proporcionado momentos especiais em minha vida, onde com muito amor, carinho, incentivo e dedicação conseguiram formar seu filho.

Quero agradecer a Instituição pelo ambiente criativo e amigável que sempre proporcionou durante todo curso. E também pela oportunidade oferecida pela Instituição de fazer o curso que tanto almejava, além de ter a oportunidade de trabalhar e adquirir conhecimentos com excelentes profissionais do corpo docente. Agradeço pela paciência e ensinamento do meu orientador Lauter Silva Solto e co-orientador Geovani Soares de lima, além dos amigos e companheiros, Luderlândio Andrade e Rômulo Carantino, que sempre estavam dispostos a ajudar e tirar duvidas quando precisava. Fico agradecido também à todos os meus amigos que sempre ajudaram durante a graduação, e também no projeto de pesquisa do trabalho de conclusão de curso, são eles: Mailson Cordão, Robson Felipe, Charles Macedo, Fagner Dantas, karen Barbosa, Jardel Andrade e Wellington A. Guedes.

RESUMO

O umbuzeiro pertence à família das *Anacardiaceae*, tendo como característica de sobrevivência, a abscisão de folhas na seca, raízes especializadas no armazenamento de água, rápido fechamento estomático em estresse hídrico e tegumento da semente fibroso e resistente que causa dormência. O umbuzeiro destaca-se como uma importante fonte de geração de emprego e renda para os pequenos agricultores em algumas regiões do semiárido, por meio da extração dos frutos. O presente estudo avaliou a superação da dormência de sementes de umbuzeiro submetidas a interação entre os fatores tempo de pré-embebição e concentrações de ácido salicílico. O experimento foi em delineamento de blocos casualizados, com fatorial 5x5, formando 25 tratamentos, com 100 parcelas dividida em 4 blocos, sendo 12 repetições e 300 unidades experimentais. O tempo de 32 horas proporcionou um aumento para EiUA, com uma superioridade de 16,54%, isso, ao ser comparado com o menor tempo. Com o aumento da concentração a partir de 40g/L, ocorreu redução da concentração interna de CO₂ (Ci) e condutância estomática (gs). Também houve redução da transpiração (E), porém a partir da concentração de 80g/L. O maior tempo (32 horas) e concentração (160g/L), foi o responsável pela maior porcentagem (PE) e velocidade (IVE) de emergência e aumento da fitomassa seca da raiz (FSR) e total (FST).

Palavras-chave: umbuzeiro, dormência, tempo e concentração

ABSTRACT

Umbuzeiro belongs to Anacardiaceae family, having as survival characteristic, the abscission of leaves in drought, roots specialized in water storage, fast stomatal closure in water stress and fibrous seed integument that causes dormancy. Umbuzeiro stands out as an important generation source of job and income for small farmers in some semiarid regions, through the extraction of fruits. The present study evaluated the dormancy overcoming of umbuzeiro seeds submitted to interaction between pre-soaking time factors and salicylic acid concentrations. The experiment was in a randomized block design, with 5x5 factorial, forming 25 treatments, with 100 installments divided in 4 blocks, being 12 replications and 300 experimental units. Time of 32 hours provided an increase to EiUA, with a superiority of 16.54%, that when compared in the shortest time. With increasing concentration as from 40g/L, there was a reduction in internal concentration of CO₂ (C_i) and stomatal conductance (g_s). There was also reduction sweating (E), but from the concentration of 80g/L. The longest time (32 hours) and concentration (160g/L) it was responsible for the highest percentage (PE) and emergence speed (LVI) and increased root dry mass phyto (FSR) and total (FST).

Keywords: umbuzeiro, dormancy, time and concentration

Sumário

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
1. Introdução	1
2. Revisão de literatura	2
2.1. Aspectos da cultura do umbuzeiro.....	2
2.2. Germinação e mecanismo de dormência das sementes	4
2.3. Alternativas para quebra de dormência em sementes de umbuzeiro.....	6
2.4. Ácido salicílico e seus efeitos na germinação.....	7
3. Material e métodos	8
3.1. Localização da área experimental e obtenção das sementes.....	8
3.2. Delineamento experimental e tratamentos	8
3.3. Instalação e condução do experimento	9
3.4. Manejo de irrigação.....	10
3.5. Variáveis avaliadas de germinação	10
3.5.1. Velocidade e emergência	10
3.5.2. Porcentagem de emergência	11
3.6. Variáveis morfológicas.....	11
3.7. Variáveis fisiológicas.....	11
3.7.1. Trocas gasosas.....	11
3.8. Fitomassa seca da planta	11
4. Resultado e discussão	12
6. Conclusão.....	22
7. Referencia:.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disposição das plantas em cada parcela experimental.....	11
Figura 2. Inserção das sementes nos copos durante a semeadura.....	11
Figura 3 – Percentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE).....	13
Figura 4 – Altura de planta (ALTP) e número de folha (NF).....	15
Figura 5 – taxa de assimilação de CO ₂ (A).....	17
Figura 6 - Concentração interna de CO ₂ (C _i), condutância estomática (g _s), transpiração (E).....	18
Figura 7 - Eficiência intrínseca no uso da água (EIUA).....	19
Figura 8 – Fitomassa seca de folhas (A), fitomassa seca do caule (FSC).....	20
Figura 9 - Fitomassa seca da raiz FSR e fitomassa seca total FST.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características químicas do substrato utilizado no experimento.....	12
Tabela 2. Resumo da análise de variância para percentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE).....	15
Tabela 3. Resumo da análise de variância altura de planta (ALTP) e número de folhas (NF).....	17
Tabela 4: Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO ₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO ₂ (A), eficiência no uso da água (EiUA) e eficiência instantânea da carboxilação (EiCi).....	19
Tabela 5: Resumo da análise de variância para a fitomassa seca de folhas (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca da raiz (FSR) e fitomassa seca total (MST).....	22

1. Introdução

O umbuzeiro espécie *Spondias tuberosa* A. Câmara é endêmica do semiárido brasileiro pertencendo ao bioma caatinga e a família das *Anacardiaceae* (PRADO; GIBBS, 1993), tendo como característica, o aspecto arbóreo, chegando a uma altura de 4 a 6 metros e copa com circunferência variando de 10 a 15 metros (CARVALHO, 1986). O caule é retorcido, podendo alcançar uma altura de até 1 m desde o solo e com coloração cinza (PIRES, 1990); folhas compostas e dispostas de forma alterna (GOMES, 1990; PIRES, 1990); flores de coloração branca e paniculadas; frutos do tipo drupa, com diferentes tipos de forma, sendo as mais comuns arredondados, ablogos e ovoides (NEVES E CARVALHO, 2005); raízes com estruturas especializadas no armazenamento de água em épocas de chuvas, para disponibilizar as plantas a mesma água armazenada na época de seca (DUQUE, 1980; EPSTEIN, 1998; MENDES, 1990, 2001); o caroço do umbu pode ser chamado de endocarpo ou pirênio e, é dentro dele que encontra-se a sementes, a estrutura que forma o caroço é bastante fibrosa e resistente, sendo justamente essa característica da semente do umbuzeiro responsável pela dormência, que causa redução na germinação das sementes (LOPES et al. 2009).

O umbuzeiro é encontrado na região semiárida do nordeste brasileiro, mais precisamente nos estados da Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará, Pernambuco, Alagoas e no norte do estado de Minas Gerais. O umbuzeiro representando uma importante fonte de renda para os agricultores de algumas regiões do semiárida. Os frutos podem ser comercializados *in natura* ou ainda, a partir dele, serem produzidos diversos derivados, como, doce, polpa, suco, xarope, licor, pasta concentrada, mousse, umbuzada, picles, batida e entre outros, lembrando que seus derivados são obtidos na forma processada (BATISTA et. al. 2015). Em ordem decrescente, temos na sequência os estados de maior produção de umbu do Brasil, são eles: Bahia; Pernambuco; Minas Gerais; e Rio Grande do Norte. Em 2010 a produção do umbu obtida por meio do extrativismo alcançou 1804 toneladas, resultando em uma renda de R\$ 7.499.000,00 (IBGE, 2010).

De acordo com Sousa et. al. (2005), uma das causas que impede a propagação do umbuzeiro é justamente a dormência encontrado nas sementes. A busca por alternativas capazes de superar a dormência em sementes de umbu é de extrema importância pois, pode tornar possível no futura a formação de pomares com plantas

de umbuzeiro, possibilitando a ampliação da produtividade. O presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade do ácido salicílico em superar a dormência em sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara), isso sob diferentes intervalos de tempo de pré embebição e distintos concentrações do ácido salicílico.

2. Revisão de literatura

2.1. Aspectos da cultura do umbuzeiro

O umbuzeiro está presente desde o norte de Minas Gerais até o Ceará, tendo como característica a capacidade de sobreviver em condições onde a precipitação anual varia de 400 a 800 milímetro, a luminosidade é de 2000 a 3000 horas ao ano e a temperatura variando de 12 a 38 °C (DUQUE, 1980). Além disso, a cultura do umbuzeiro é capaz de resistir sob condições de aridez igual ou inferior a 0,50, conforme o índice de Thorntwait, e a um déficit hídrico diário inferior ou superior a 60% (BRASIL, 2017). De acordo com Lima Filho (2011), o umbuzeiro conseguiu sobreviver na maior parte dos solos do Nordeste, em especial, aqueles localizados na depressão sertaneja, onde ocorre o predomínio de solos Brunos não-cálcios, Podzólicos Distróficos e Euróficos.

Pertence a ordem Sapindales, família Anacardiaceae, gênero *Spondias* e espécie *Spondias tuberosa* Arruda Câmara (PRADO; GIBBS, 1993). É uma planta arbórea encontrada no bioma caatinga, podendo a mesma atingir uma altura de 4 a 6 metros de comprimento com a copa variando de 10 a 15 metros de diâmetro (CARVALHO, 1986). O caule é retorcido, podendo alcançar uma altura de até 1 m desde o solo, com 3 a 5 ramificações principais e com coloração cinza (PIRES, 1990), as folhas são composta distribuídas de forma alterna, pecioladas, com folíolos oblongo ovalados, imparipenadas, ápice agudo ou obtuso, com base obtusa ou cordada, 2-3 cm de largura e margens serrilhadas ou inteiras lisas (GOMES, 1990; PIRES, 1990), além disso, elas podem apresentar pilosidade (LIMA, 1994). No período da seca as folhas do umbuzeiro caem para evitar à perda excessiva de água para o ambiente, (sendo importante para manter a sobrevivência da planta durante a estiagem) fazendo com que a planta entre em processo de dormência vegetativa até a volta das chuvas (Lima Filho & Silva, 1988; Lima Filho, 2001).

As flores são de coloração branca ordenadas em panículas terminais de 10 a 15 cm, sendo actinomorfas com 7 a 8 cm de diâmetro, possuindo cálice com 4 a 5 sépalas e uma corola com 4 a 5 pétalas valvadas (LIMA, 1989). As flores abrem

durante a madrugada, entre 00 e 04 horas, sendo o ápice de abertura as 02 horas (PIRES; OLIVEIRA, 1986). O fruto é uma drupa com tamanho variando de 12 a 15 mm e pesando de 10 a 20 g (SILVA; SILVA, 1974). De acordo com Maia (2004), o fruto do umbu possui um caroço de comprimento aproximado de 2 cm, no seu interior é encontrado uma semente propriamente dita. O umbuzeiro possui frutos com variação no formato da circunferência, podendo ser ovoides ou ablogos e coberto ou não por pelos (NEVES e CARVALHO 2005). O fruto possui alto teor de vitamina C, tendo uma concentração de 50 mg de vitamina C por 100 g de polpa. Ele também possui compostos bioativos importantes que contribuem para uma alimentação saudável, sendo os principais a clorofila, flavonoides, carotenoides e entre outras substâncias fenólicas. Também é definido como um fruto de alto potencial, capaz de fornecer excelentes antioxidantes naturais, com funções de proteção ou inibição de oxidação de 87,74%, isso, ao ser comparado com antioxidantes sintético Trolox (DANTAS JUNIOR, 2008).

O umbu é considerado um fruto climatérico, atingindo a maturação mesmo depois da colheita, diante disso, é recomendado que a colheita seja manual com a fase de maturação do fruto intermediária, mais conhecida como “de vez”, onde os frutos não estão nem verdes e nem maduros, sendo sua coloração variando entre verde claro brilhante a ligeiramente amarelada (NEVES E CARVALHO, 2005). O volume de frutos colhidos não chega a todos os mercados consumidores, sendo a demanda pelo fruto bastante elevado em toda a região do Nordeste Brasileiro, porém, não é encontrado pomar de umbuzeiro, sendo toda sua produção obtida por meio do extrativismo (BATISTA et. al. 2015).

A média de produção de frutos do umbu na caatinga sofre influência de diversos fatores, entre eles vale destacar os fatores genéticos, que consiste na capacidade de algumas plantas produzirem mais em número e tamanho que outras. Outro fator importante é a fase fenológica da planta, pois plantas adultas e em fase de crescimento conseguem produzir em maior quantidade, ao ser comparada as plantas com maior idade. Um fator determinante para o aumento da produção está relacionado a frequência de chuvas, pois em anos com maior precipitação a produção de frutos de umbu atinge seu ápice (BATISTA et. al. 2015).

O umbuzeiro possui um sistema radicular pouco extenso alcançando até 1,5 metros de comprimento situado principalmente na projeção da copa. As raízes do

umbuzeiro produzem uma estrutura chamada de xilopódios, mas essa estrutura é popularmente conhecida como tubérculos ou batata, sendo caracterizada por ter uma consistência esponjosa que facilita o acúmulo de água e nutrientes, o que é responsável pela sobrevivência da planta no período de seca (DUQUE, 1980; EPSTEIN, 1998; MENDES, 1990, 2001; LIMA et al., 2000).

2.2. Germinação e mecanismo de dormência das sementes

O caroço do umbu é definido como endocarpo ou pirênio, onde pode ser utilizado como semente. Possui a forma oval com uma extremidade mais alargada que outra. A semente localizada dentro do endocarpo, que nada mais é que uma estrutura que protege a semente, sendo essa estrutura constituída por uma camada lignificada que lhe confere firmeza e resistência. Essa camada rígida possibilita uma frequência de germinação diferente durante o tempo entre as sementes, com isso, a planta assegura sua sobrevivência e diminui sua competitividade. O endocarpo é tão resistente que consegue manter a semente viável mesmo após ela passar pelo trato intestinal dos animais (LOPES et al. 2009).

A obtenção de mudas de umbuzeiro por meio de sementes é um processo lento, no qual ocorre desuniformidade de tamanho entre as plantas, causado em razão da dormência das sementes, destacando-se o umbu pela dormência primária (CAVALCANTI e RESENDE, 2006). Suas sementes são distribuídas com dormência pela planta mãe, ou seja, a dormência desenvolve a partir do início do processo de maturação quando as sementes ainda estão associadas com a sua progenitora (COSTA, 2009). No entanto, pode ser superada através do armazenamento (CAVALCANTI e RESENDE, 2006).

De acordo com Cavalcante et. al. (2006), após ter armazenado sementes não tratadas de umbuzeiro em diferentes tempos para avaliar a porcentagem de germinação, comprovou que o maior percentual de germinação ocorreu aos 60 dias, quando as sementes foram armazenadas durante 24 a 36 meses. Porém aos 48 e 60 meses de armazenamento houve baixo percentual de germinação, provocado principalmente pelo o envelhecimento e redução da viabilidade das sementes.

Há várias definições para conceituar o processo de germinação, mas se levarmos em conta baseado em conceitos bioquímicos e fisiológicos, a germinação nada mais é que uma sucessão de eventos morfogênicos, que gera a retomada do crescimento do embrião, que se transforma em uma plântula devido ao aumento da

atividade metabólica do mesmo. De acordo com a visão botânica, a germinação tem início a partir da emissão da radícula (BORGHETTI, 2004).

De acordo, com Araújo et. al. (2006), diversos fatores podem influenciar nos padrões de germinação, entre eles destaca-se os fatores internos e externos. A influência de fatores internos é dada em função da presença de hormônios, que podem ser de diversos tipos, como, citocininas, ácido abscísico, giberilinas, além disso, devem-se levar em consideração as características químicas e físicas da semente, que está associado ao vigor, teor de umidade, número de dias após a dispersão, estado fisiológico e constituição química.

Os fatores externos referem-se à presença de água no ambiente, diferentes classes de solos, acesso ao oxigênio pelas sementes, temperatura, espécie de planta e quantidade de luminosidade que atinge as sementes ou o solo, sendo a estrutura que envolve as sementes (chamada de tegumento) o principal responsável pela dificuldade na germinação após o início da atividade do embrião (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993). A dormência é uma das principais características das sementes de plantas silvestre e consiste na capacidade das mesmas em não germinar mesmo em condições favoráveis (AZANIA et. al., 2009).

É possível identificar dois grupos de dormência, são os seguintes, endógena e exógena. Na dormência endógena há interrupção da germinação do embrião, onde esse processo é classificado em fisiológica, morfológica e morfofisiológica. Na dormência morfológica o embrião não consegue completar sua formação, a fisiológica é causada por processos metabólicos que estimulam mecanismos inibitórios e morfofisiológicos é quando possuem os dois grupos de dormência citados anteriormente. Para a dormência exógena, podemos definir que pode ser causado pelo tegumento, endocarpo ou órgãos extraflorais (CARDOSO, 2004).

Podemos encontrar diversos fatores que contribuem para este tipo de dormência, entre eles os principais são: processos mecânicos, presença de compostos inibitórios nos tecidos e impermeabilidade. A dormência exógena se divide em mecânica, física e química. A impermeabilidade das sementes e dos frutos inibe a infiltração de água para o embrião causando assim a dormência física. A formação de substância tanto dentro como fora da semente pode interromper a germinação o que podemos chamar de dormência química. Existência de endocarpo rígido que inibe o

crescimento do embrião e conseqüentemente a germinação é caracterizado como dormência mecânica (CARDOSO, 2004).

2.3. Alternativas para quebra de dormência em sementes de umbuzeiro

Normalmente a germinação das sementes de umbu tem início aos 9 dias após o semeio. Diversos estudos já foram realizados com o objetivo de superar a dormência de sementes de umbuzeiro, contribuindo assim para a busca de meios que possa maximizar o processo de germinação, e ao mesmo tempo, facilitar a obtenção de mudas. Com isso, diversos procedimentos obtiveram sucesso e podem ser utilizados na quebra de dormência das sementes de umbu, entre eles estão a escarificação química e mecânica, imersão em água, embebição com reguladores de crescimento e entre outros. Também pode ser usado alternativas para que a superação da dormência seja alcançada, uma delas consiste no armazenamento das sementes por um certo período de tempo (MARCOS FILHO, 2005).

Conforme Nobre et. al. (2018), após a realização de um experimento para avaliar a eficiência de 4 tratamentos, sendo as sementes obtidas de frutos colhidos no chão em plena maturação. Na avaliação dos resultados, foi possível observar que os tratamentos não proporcionaram elevação na emergência de plântulas de umbuzeiro. Tendo os tratamentos com as sementes que passaram pelo trato intestinal dos animais e as sementes pré-embebidas em água destilada por 24 horas diminuição no potencial de emergência.

De acordo com Lopes et. al. (2009), num experimento testando a eficiência de 5 diferentes tratamentos na superação de dormência em sementes de umbu, foi possível verificar de acordo com os resultados, que a escarificação mecânica foi a que obteve maior eficiência para quebra de dormência das sementes de umbu, com a imersão em ácido giberélico obtendo a segunda melhor eficiência. Conforme Marcos Filho (2005), um dos motivos pelo qual a escarificação mecânica foi melhor que os demais pode estar relacionado ao fato desse processo ter possibilitado uma maior expansão do embrião, além de favorecer a saída de água com produtos inibidores solúveis onde se encontra dentro do endocarpo. No caso do ácido giberélico sua ação pode estar ligada a regulação de substâncias que promovem a inibição da germinação, podendo agir no controle de hidrólise de reservas pelo estímulo da α amilase, principal enzima que participa da hidrólise do amido.

2.4. Ácido salicílico e seus efeitos na germinação

O ácido salicílico encontra-se distribuído em todas as partes da planta, desde as folhas até o sistema reprodutivo. Uma das consequências mais notáveis do ácido salicílico é a termogênese de plantas, onde exerce a função de sinalizador químico. O nome ácido salicílico vem do latim *Salix*, definido como árvore do salgueiro, porque foi no salgueiro isolado pela primeira vez (NORMAN et al., 2004). O ácido salicílico é incluído no grupo dos fenóis (SÁNCHEZ et al., 2010), sendo considerado um fitohormônio, o ácido salicílico é usado para regulação de diversos mecanismos fisiológicos, entre eles está a fotossíntese, crescimento e floração (HAYAT et al., 2010) , atua no início da formação das raízes adventícias, desenvolvimento do caule e estimula a produção de flores em várias espécies, porém, seu papel fundamentais diz respeito a sua capacidade de agir no sistema de defesa da planta, proporcionando uma maior tolerância aos estresses bióticos e abióticos (MUNNÉ-BOSCH et al., 2007).

O uso de ácido salicílico em plantas de forma exógena pode promover o crescimento da planta, interromper a germinação, provocar a senescência de folhas, diminuir a transpiração, modifica o movimento de íons, estimulando uma acelerada despolarização das membranas, causando assim um colapso no potencial eletroquímico. Porém, tudo isso vai ocorrer em função do tipo de espécie, sua sensibilidade, das condições ambientais, do manejo da cultura e da concentração de ácido silicífico aplicado (KERBAUY, 2008). O ácido salicílico participa de vários processos fisiológicos e é produzido a partir da síntese do aminoácido fenilalanina e pode ser encontrado em regiões da planta danificadas por patógenos, folhas e inflorescência de plantas termogênicas (CASTRO e VIEIRA, 2001).

A aplicação de ácido salicílico tem como finalidade induzir o aumento de síntese de proteínas tolerantes a diferentes tipos de estresse, como também aumentar ou controlar a atividade de enzimas participantes da desintoxicação celular. As enzimas produzidas são peroxidases e superóxido-dismutases, em que participam da degradação de radicais ativos oxigenados (CARVALHO et al., 2007). O ácido salicílico por ser um importante gerador de resistência contra pragas e doenças e por agir na qualidade e rendimento das sementes, torna uma opção conveniente e propicia para o setor sementeiro (TAVARES et. Al, 2014). Os estudos voltados para avaliar o desempenho do ácido salicílico como provedor de crescimento nos vegetais tem aumentado muito com participação de diversas culturas nas pesquisas, entre estes

estudos, podemos citar: Manfro (2016) e Trevisan et. al. (2017) e entre outros, isso se deve a capacidade desse ácido atuar em vários mecanismos fisiológicos e bioquímicos nas plantas (JÚNIOR, 2013).

O ácido salicílico atua preferencialmente na composição da parede celular, agindo na defesa da planta contra os fatores abióticos e bióticos (JÚNIOR, 2013). De acordo com Nivedithadevi et al. (2012), em pesquisa sobre as consequências de distintas substâncias nas características fisiológicas das plantas de Thuthuvalai (*Solanum trilobatum* L.), sendo as substâncias composta dos seguintes nutrientes 500 $\mu\text{g L}^{-1}$ de AS, 10 mg L^{-1} de Paclobutrazol e 10 $\mu\text{g L}^{-1}$ de ácido abscísico, diante desse estudo, foi observado que o ácido salicílico conseguiu aumentar os teores de clorofila *a* e *b*, total e carotenoides nas plantas de Thuthuvalai, obtendo-se aumento do sistema fotossintético das plantas, fortalecendo os pigmentos responsáveis por atuarem contra o estresse causado através da elevação da temperatura e radiação solar.

3. Material e métodos

3.1. Localização da área experimental e obtenção das sementes

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W, a uma altitude de 194 m. As sementes utilizadas nesse estudo foram provenientes das plantas localizada nas várzeas do município de Juazeirinho no cariri paraibano. Os frutos foram colhidos em estado "de vez", ou seja, fase intermediária entre verde e maduro.

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos (Figura 1), em esquema fatorial, 5 x 5 relativo a cinco concentrações de ácido salicílico (00, 40, 80, 120 e 160 mg/L) e quatro tempos de embebição (0, 8, 16, 24 e 32 horas) unindo-se os fatores, tem-se 25 tratamentos, com 100 parcelas distribuídas em 4 blocos, sendo 12 repetições, totalizando 300 unidades experimentais com 3 unidades de cada tratamento por bloco.

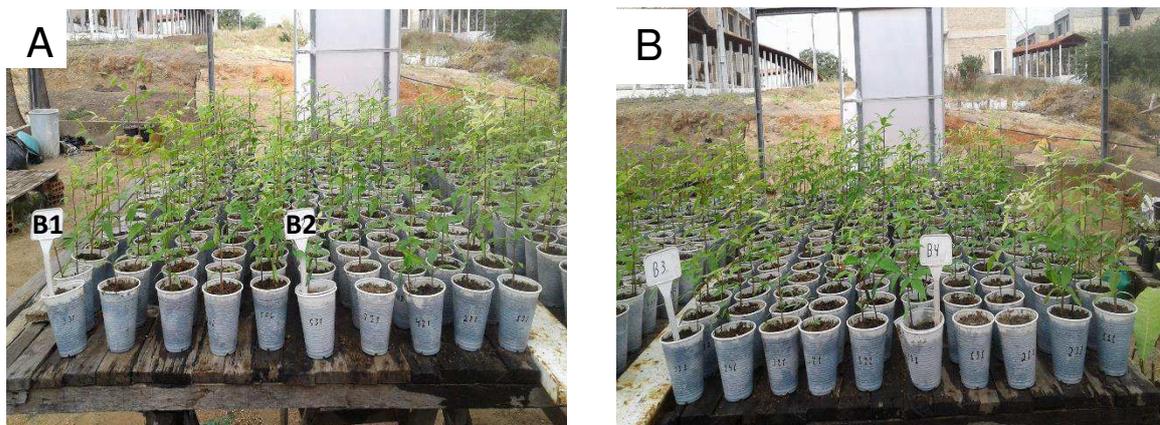


Figura 1. Disposição das plantas em cada parcela experimental.

3.3. Instalação e condução do experimento

Após a colheita dos frutos foi realizado o despulpamento no laboratório de pós colheita, que tem como princípio separar as sementes da polpa. Logo em seguida as sementes foram expostas para secar à sombra até ficarem totalmente secas e na sequência ser realizado o semeio.

Após a secagem, e antes do semeio as sementes foram submetidas à embebição em solução contendo ácido salicílico e a testemunha (sem o ácido salicílico), em função de diferentes intervalos de tempo de pré embebição, sendo esse processo realizado no laboratório de Irrigação e Drenagem (CCTA/UFCG). O substrato utilizado foi preparado nas proporções de 2:1:1, tendo, duas partes de solo de barranco, coletado a uma profundidade de 1 m, uma parte de esterco bovino e uma parte de areia lavada, as características químicas do substrato será observada na (Tabela 1). Após a formação do substrato, houve adição do mesmo em copos descartáveis de 200 ml (Figura 2), onde na sequência, depois de ocorrer a drenagem dos copinhos, foi realizado o semeio, com as sementes embebidas em ácido salicílico e testemunha sem ácido.



Figura 2. Inserção das sementes nos copos durante a semeadura.

As características químicas do substrato utilizado nesse estudo (Tabela 2) foram avaliadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande – CCTA/UFCG, conforme metodologia estabelecida por Claessen (1997).

Tabela 1: Características químicas do substrato utilizado no experimento.

pH 1:2,5	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al
-----cmol _c /dm ³ -----						
7,41	0,75	0,28	3,91	3,31	0	0
C.E	P	N	SB	(t)	MO	
-----dS m ⁻¹ -----	mg dm ³	%	-----cmol _c /dm ³ -----		g kg ⁻¹	
1,41	19	0,48	8,25	7,92	10,8	

3.4. Manejo de irrigação

A irrigação foi realizada procurando deixar as mudas sempre próxima a capacidade de campo, sendo usado um copo descartável de 50 ml, com a irrigação sendo realizada no final da tarde com a adição de 50 ml de água por muda, porém, ao final do experimento foi realizado duas irrigações, sendo a primeira efetuada pela manhã com o mesmo procedimento.

3.5. Variáveis avaliadas de germinação

3.5.1. Velocidade e emergência

Durante a condução do experimento, as plantas foram acompanhadas quanto a emergência, por meio da contagem do número de plântulas emergidas, ou seja, com os cotilédones acima do nível do solo, as quais foram realizadas diariamente, obtendo-se, portanto, um valor acumulativo. Dessa forma, com o número de plântulas emergidas referente a cada leitura obtido em casa de vegetação, foi calculado a velocidade de emergência (VE) (dias), empregando-se a seguinte formula descrita por Schnab et al. (2006):

$$VE = \frac{(N1G1) + (N2G2) + \dots + (NnGn)}{G1 + G2 + \dots + Gn}$$

Sendo o VE: velocidade de emergência em dias: VE/dia

G: número de plântulas emergidas observadas em cada dia;

N: número de dias da semeadura a cada contagem

3.5.2. Porcentagem de emergência

Aos 45 dias, com a estabilização da germinação, foi determinada a porcentagem de emergência (PE), obtido pela relação entre o número de plântulas germinadas e o número de sementes plantadas.

$$PG = \frac{NG \cdot 100}{NST}$$

Onde PG: porcentagem de germinação: PLA/dia

NG: número de sementes germinadas;

NST: número de sementes totais de cada tratamento por bloco;

3.6. Variáveis morfológicas

Para avaliar os aspectos morfológicos da cultura, foi realizada a análise de crescimento das plântulas aos 60 dias após a sementeira, através da altura de plântula (AP) em cm, medida com o uso de uma régua graduada, pela distância entre o solo e a inserção do meristema apical; diâmetro do caule, aferido com o auxílio de um paquímetro digital, a um centímetro do colo da muda; e número de folhas (NF), a partir da contagem das folhas já formadas.

3.7. Variáveis fisiológicas

3.7.1. Trocas gasosas

Para medir as trocas gasosas das plantas foram utilizando um equipamento portátil de medição de fotossíntese "LCPro+" da ADC BioScientific Ltda, operando com controle de temperatura a 25°C, irradiação de 1200 μmol fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e CO_2 proveniente do ambiente à uma altura de 3 m da superfície do solo, obtendo-se as seguintes variáveis: Taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) (mol de $\text{H}_2\text{O} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) (mol de $\text{H}_2\text{O} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a pinça foi colocada na terceira folha contada a partir do ápice. De posse desses dados, serão quantificadas a eficiência intrínseca no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol} \text{H}_2\text{O} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi)(A/Ci).

3.8. Fitomassa seca da planta

Para determinação da matéria seca das plantas (g), foi realizado a separação das folhas, caules e raízes logo após a remoção das mudas. Após isso, o material vegetal foi submetido em estufa de circulação de ar forçado, a 65 °C durante 72 horas.

Assim, foi possível obter a fitomassa seca das folhas (FSF), caule (FSC) e raiz (FSR). Depois da secagem, o material foi pesado em balança analítica de precisão 0,0001g.

4. Resultado e discussão

Conforme resumo da análise de variância (Tabela 2), houve efeito significativo da interação entre os fatores (Concentrações de ácido salicílico e tempos de embebição) e dos fatores isolados para todas as variáveis analisadas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para percentagem de emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de umbu, aos 45 dias após a semeadura cultivado sob diferentes concentrações de ácido salicílico e tempo de embebição.

Variáveis resposta	Quadrado Médio						
	Tempo de embebição (T)	Concentrações de ácido salicílico (D)	T X C	Blocos	Erro	Média	CV (%)
	%	391,737*	1301,686*	315,328*	91,680	55,024	48,16
IVE	0,0098*	0,0099*	0,0051*	0,0047	0,0015	0,121	32,98
GL	4	4	16	3	72	-	-

*, = significante ao nível de 0,05 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Conforme a equação de regressão para porcentagem de emergência (PE) (Figura 3), verifica-se que as concentrações de ácido salicílico 40, 80 e 160g/L comportou-se de forma linear, obtendo-se o valor máximo de 39,1648%; 51,6668%; e 76,668%. Para a concentração de 120g/L houve comportamento quadrático com valor máximo estimado de 50,6645%, no intervalo de tempo igual a 20,48 horas.

Com relação ao índice de velocidade de emergência (IVE), observado na (Figura 3), verifica-se comportamento linear para as concentrações de 40 e 160g/L, alcançando os valores máximos de 0,0903 (pla/dia⁻¹) e 0,2357 (pla/dia⁻¹). A aplicação do ácido salicílico na concentração de 120g/L resultou em um comportamento quadrático, obtendo-se no tempo de 19,84 horas o valor máximo para IVE, de 0,134916 (pla/dia⁻¹).

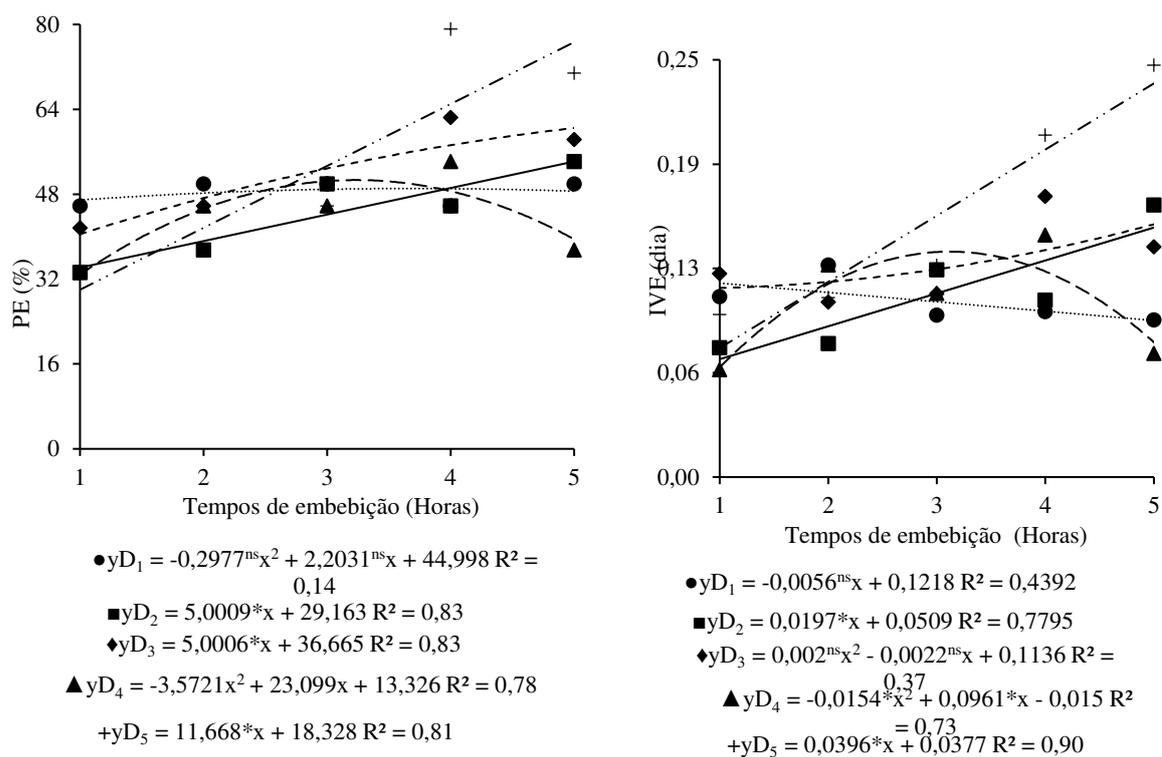


Figura 3 – Percentagem de emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de umbu, em função da interação entre as concentrações de ácido salicílico e tempo de embebição, aos 45 dias da semeadura.

Para (PE) e (IVE) foi observado que o tratamento com maior tempo de embebição e maior concentração de ácido salicílico conseguiu resultados superiores ao ser comparado com os demais tratamentos. Uma das hipóteses que pode explicar o fato de haver maior (PE) e (IVE) para este tratamento, pode estar relacionado ao maior tempo de exposição das sementes na solução (32 horas), associado a uma alta concentração de ácido salicílico (160g/L), pois, com isso, a água conseguiu maior hidratação nas sementes, levando consigo também o ácido salicílico de maior concentração dissolvido nela. Após a hidratação da semente, conseqüentemente ocorreu a protrusão da radícula, que passa a nutre-se das reservas disponibilizadas pela semente, com isso, possivelmente pode ter havido contato da radícula com o ácido salicílico, que acabou estimulando o processo de germinação das sementes.

De acordo com Lopes et. al. (2009), em um experimento para avaliar a capacidade de quebra de dormência em sementes de umbuzeiro, com os tratamentos em parcelas subdivididas de acordo com o tempo e cinco tratamento na parcela, com quatro subparcela. As épocas de avaliação foram realizadas aos 15; 30; 45 e 60 dias

pós-plantio. A escarificação mecânica dada em sementes de umbuzeiro foi a que permitiu melhor resultado em todas as épocas de avaliação, seguido pelo tratamento com ácido giberélico. Neste caso, como as sementes permaneceram por 24 horas embebidas em solução com água e ácido giberélico, conseqüentemente houve hidratação na semente, facilitando a entrada de ácido giberélico, que possivelmente ficou disponível para a radícula após a sua protrusão, isso pode ter estimulado o processo de germinação das sementes, caso também observado no presente estudo, porém com ácido salicílico.

Em estudo realizado por Gonzaga Neto (1988), utilizando 10 tratamentos e diferentes épocas de avaliação para superação de dormência em sementes de umbuzeiro, onde as épocas foram 35, 91, 145 e 210 dias após o semeio. Ao final do experimento foi observado que o tratamento que resultou numa maior PE aos 210 dias, foi justamente o que submeteu as sementes a imersão em ácido clorídrico a 20% por 5 minutos. Vale destacar que aos 210 dias o tratamento com imersão em ácido clorídrico a 20% por 5 minutos, conseguiu um valor máximo de 76,20% para PE, com tudo, foi observado no presente estudo aos 45 dias uma PE de 76,66%, isso após as sementes de umbuzeiro serem embebidas por 32 horas em solução com ácido salicílico na concentração de 160g/L.

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 3) observa-se que as concentrações de ácido salicílico afetaram de forma significativa apenas a altura de plantas (ALTP) e o número de folhas (NF), aos 45 dias após a semeadura. Com relação aos tempos de embebição, verifica-se diferença significativa apenas para ALTP. Houve efeito significativo da interação para todas as variáveis analisadas.

Tabela 3. Resumo da análise de variância altura de planta (ALTP) e número de folhas (NF), de plantas de umbu, cultivadas sob diferentes concentrações de ácido salicílico e tempo de embebição das sementes, aos 60 dias da semeadura

Variáveis resposta	Quadrado Médio						
	Tempo de embebição	Concentrações de ácido salicílico	T X C	Bloco	Erro	Média	CV (%)
	(T)	(D)					
ALTP	22.411*	17.996*	13.3009*	8,254 ^{ns}	2.357	14.758	10,40
NF	0,2229ns	3,9253*	5,2121*	0,9279 ^{ns}	0,7600	8,37	10,41

GL	4	4	16	3	72	-	-
----	---	---	----	---	----	---	---

*, = significativa ao nível de 0,05 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Conforme equação de regressão para altura de plantas (Figura 4), verificou que a concentração de 80g/L proporcionou efeito linear e decrescente, obtendo o valor de 15,5039. Já as plantas submetidas as concentrações de 40, 120 e 160g/L, tiveram comportamento quadrático, sendo encontrados os valores máximos estimados de ALP igual a: 16,42; 15,95 cm; e 15,65 cm, isso nos intervalos de 23,04; 22,4; e 17,28 horas.

Para número de folhas (Figura 4), observou-se que os tempos 0, 16 e 32 horas, agiu de forma linear, tendo os seguintes valores para os respectivos tempos: 9,1805; 8,5582; e 8,65. No caso dos tempos 8 e 24 horas, verificou-se que ambos se comportaram de maneira quadrática, onde foi observado o valor máximo para os respectivos tempos de 9,125591, no intervalo da dose igual a 92,8g/L e 10,238832, sendo no intervalo de 108g/L.

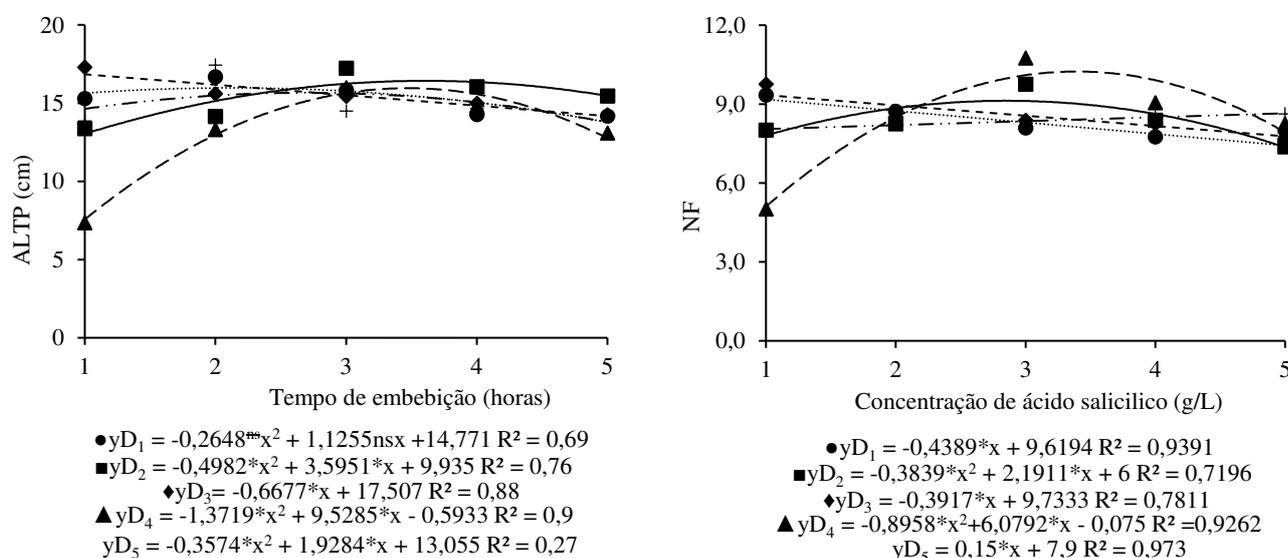


Figura 4 – Altura de planta (ALTP) e número de folha (NF) de umbu, em função de da interação entre concentrações de ácido salicílico e tempos de embebição. aos 60 dias da semeadura

Verifica-se através do resumo da análise de variância (Tabela 4), efeito significativo das concentrações de ácido salicílico sobre a concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO₂ (A) e eficiência no uso da água (EiUA). Os tempos de embebição afetaram

significativamente apenas a taxa de assimilação de CO₂ (A) e eficiência no uso da água (EiUA). A interação entre os fatores afetou de forma significativa apenas a taxa de assimilação de CO₂ das plantas de umbu.

Na taxa de assimilação de CO₂ (A) da (Figura 5), podemos observar que houve um comportamento quadrático nas concentrações de 00g/L e 40g/L, onde em cada concentração obteve um valor máximo para A, sendo esses valores respectivamente igual a 4,093117 e 4,624096, isso dentro do intervalo de tempo equivalente à 18,56 horas e 20,48 horas.

Tabela 4: Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência no uso da água (EiUA) e eficiência instantânea da carboxilação (EiCI), de plantas de umbu, cultivadas sob diferentes concentrações de ácido salicílico e tempo de embebição das sementes, aos 60 dias da semeadura.

Variáveis resposta	Quadrado Médio						
	Tempo de embebição (T)	Concentrações de ácido salicílico (D)	T X C	BLOCOS	ERRO	MÉDIA	CV (%)
	Ci	212,235 ^{ns}	2515,260*	513,060 ^{ns}	779,706 ^{ns}	325,9080	234.160
Gs	0,000233 ^{ns}	0,0012*	0,00041 ^{ns}	0,00021 ^{ns}	0,000283	0,0410	41,01
E	0,0691 ^{ns}	0,1966*	0,0681 ^{ns}	0,149*	0,043	0.931	22,28
A	4,735*	6,293*	1,837**	1,316 ^{ns}	1,146	3,966	20,26
EiUA	2,438*	1,8923*	0,372 ^{ns}	0,4145 ^{ns}	0,4849	4,4027	15,82
EiCI	0.000046 ^{ns}	0.000098 ^{ns}	0.00006 ^{ns}	0.000019 ^{ns}	0.00004	0.015	41.87
GL	9	2	18	3	87	-	-

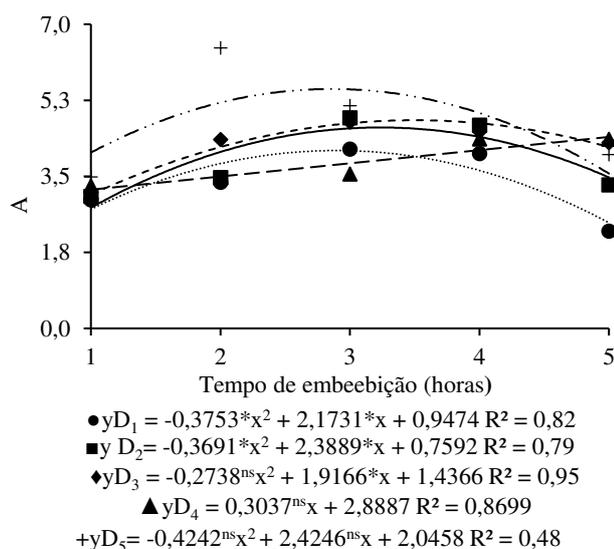


Figura 5 – taxa de assimilação de CO₂ (A), de plantas de umbu, em função da interação entre concentrações de ácido salicílico e tempo de embebição das sementes. aos 60 dias após a semeadura

Para concentração interna de CO₂ (C_i) (Figura 6), notou-se que ocorreu um comportamento quadrático, tendo o valor máximo igual a 242,954 (μmol m⁻² s⁻¹) obtido na concentração de 40 g/L, e no intervalo de tempo igual a 14,08 horas. Um dos motivos que pode explicar o fato de ter havido diminuição da (C_i), pode ser devido ao aumento de clorofila a e b e carotenoides na medida que se aumentou a concentração de ácido salicílico, pois, com mais clorofila pode haver a possibilidade de maior consumo de CO₂, devido a elevação da fotossíntese. Num estudo realizado por Nivedithadevi et al. (2012) com plantas de Thuthuvalai observou-se que o ácido salicílico foi capaz de aumentar os teores de clorofila a e b total e carotenoides, causando o aumento do sistema fotossintético.

Em se tratando de condutância estomática (g_s) (Figura 6), observa-se comportamento quadrático, sendo o maior valor para g_s igual a 0,048 (mol de H₂ O m⁻² s⁻¹) alcançado na concentração de 40g/L e no tempo de embebição de 17,28 horas. Verificou-se ainda que, à medida que houve um incremento na concentração de ácido salicílico acima de 40 g/L e o tempo de 17,08 horas, ocorreu diminuição na g_s.

As concentrações de ácido salicílico proporcionaram comportamento quadrático sobre a transpiração (E) (Figura 6), com o valor máximo estimado na concentração de 80 g/L, resultando no valor de: 1,02443 (mmol de H₂ O m⁻² s⁻¹),

decrecendo a partir desta e alcançando o valor mínimo de 0,871 ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), na concentração de 160 g/L. Ao submeter plantas com excesso de ácido salicílico pode levar a diminuir da transpiração, pois ocorre a modifica do fluxo de íons kerbauy (2008), caso que pode também ter influenciado na redução da condutividade estomática (gs).

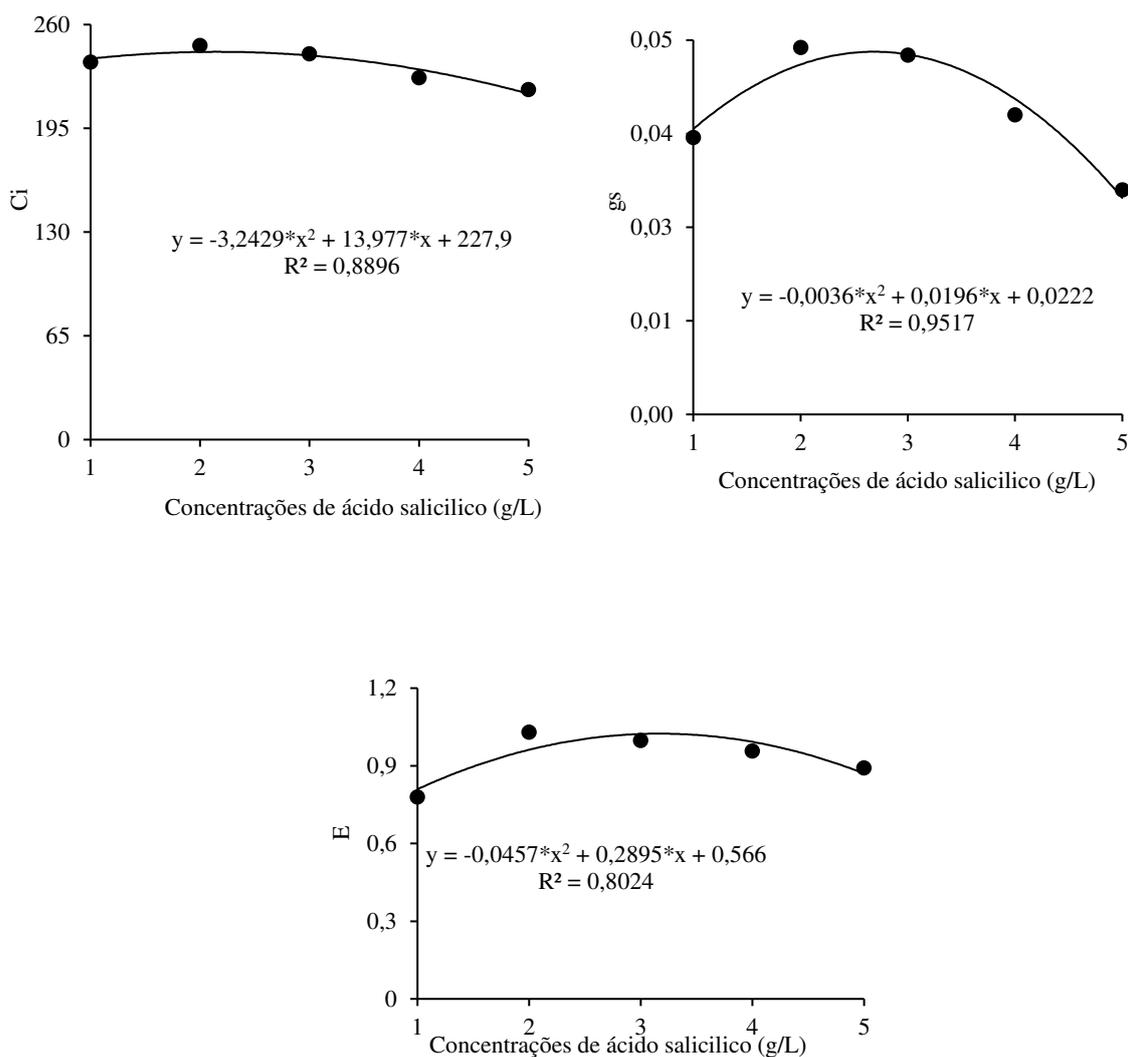


Figura 6 - Concentração interna de CO₂ (Ci), condutância estomática (gs), transpiração (E), de plântula de umbu aos 60 dias da semeadura, em função de níveis de ácido salicílico e tempo de embebição das sementes.

Com relação a eficiência intrínseca no uso da água (EIUA) para o tempo, verifica-se conforme equação de regressão (Figura 7), efeito linear, cujo o valor máximo estimado foi de 4,799 (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$], isso no tempo de 32 horas. Neste caso, ficou evidenciado que a partir do momento que ocorre

aumento no tempo, há elevação de (EIUA), tendo o tempo de 32 horas uma superioridade de 16,54% sobre o menor tempo pertencente a 00 horas. Já para doses de ácido salicílico não foi observado resultado significativo.

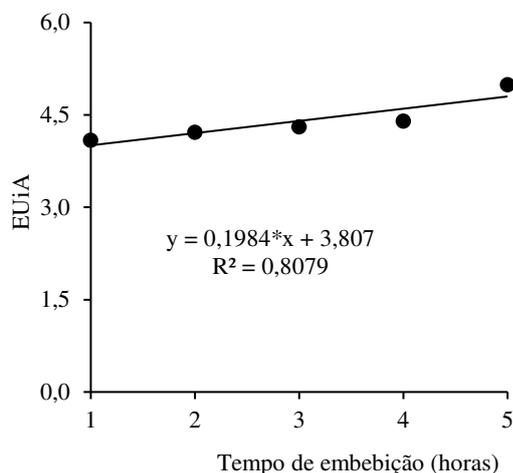


Figura 7 - Eficiência intrínseca no uso da água (EIUA), de plântulas de umbu aos 60 dias da semeadura, em função de níveis de ácido salicílico e tempo de embebição das sementes.

Conforme resumo da análise de variância (Tabela 5), constata-se que as concentrações de ácido salicílico afetaram de forma significativa a FSC, FSR e a FST. Os tempos de embebição e a interação entre os fatores proporcionaram influência significativa sobre todas as variáveis avaliadas, aos 60 dias após a semeadura.

Tabela 5: Resumo da análise de variância para a fitomassa seca de folhas (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca da raiz (FSR) e fitomassa seca total (MST) de plantas de umbu, cultivado sob diferentes concentrações de ácido salicílico e tempos de embebição de sementes, aos 60 após a semeadura

Variáveis resposta	Quadrado Médio						CV (%)
	Tempo de embebição (T)	Concentrações de ácido salicílico (D)	T X C	BLOCO	ERRO	MÉDIA	
MSF	0,0114*	0,0098ns	0,0108*	0,0003 ^{ns}	0,0030	0,216	25,51
MSC	0,0101*	0,0107*	0,0088*	0,0008 ^{ns}	0,0007	0,141	19,19
MSR	0,144*	0,0935*	0,0693*	0,0050 ^{ns}	0,00319	0,388	14,54

MST	4,735*	6,293*	1,837*	1,316 ^{ns}	1,146	3,966	20,26
GL	9	2	18	3	87	-	-

*, = significativa ao nível de 0,5 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

A fitomassa seca de folhas foi influenciada pela interação entre os tempos de pré embebição e as concentrações de ácido salicílico e, através das equações de regressão (Figura 8) é possível, verifica-se que a aplicação das concentrações 0 g/L e 160 g/L resultou em comportamento linear, cujos os valores máximo foram de 0,2735 g e 0,2853 g. Respectivamente, na dose de 120g/L houve comportamento quadrática, onde foi atingido o resultado máximo de 0,2534 g para MSF, isso no intervalo de tempo de 19,84 horas.

Com relação a fitomassa seca do caule (Figura 8), verifica-se que a aplicação das concentrações de ácido salicílico de 0,00, 80 e 160g/L proporcionou efeito linear, onde elas apresentaram os respectivos resultados: 0,201 g; 0,1557 g; e 0,2029 g. Já as concentrações de 40 e 120g/L se expressaram de modo quadrático, alcançando o resultado máximo de 0,1767 g e 0,16592 g, no intervalo de tempo igual à 19,2 e 21,12 horas respectivamente.

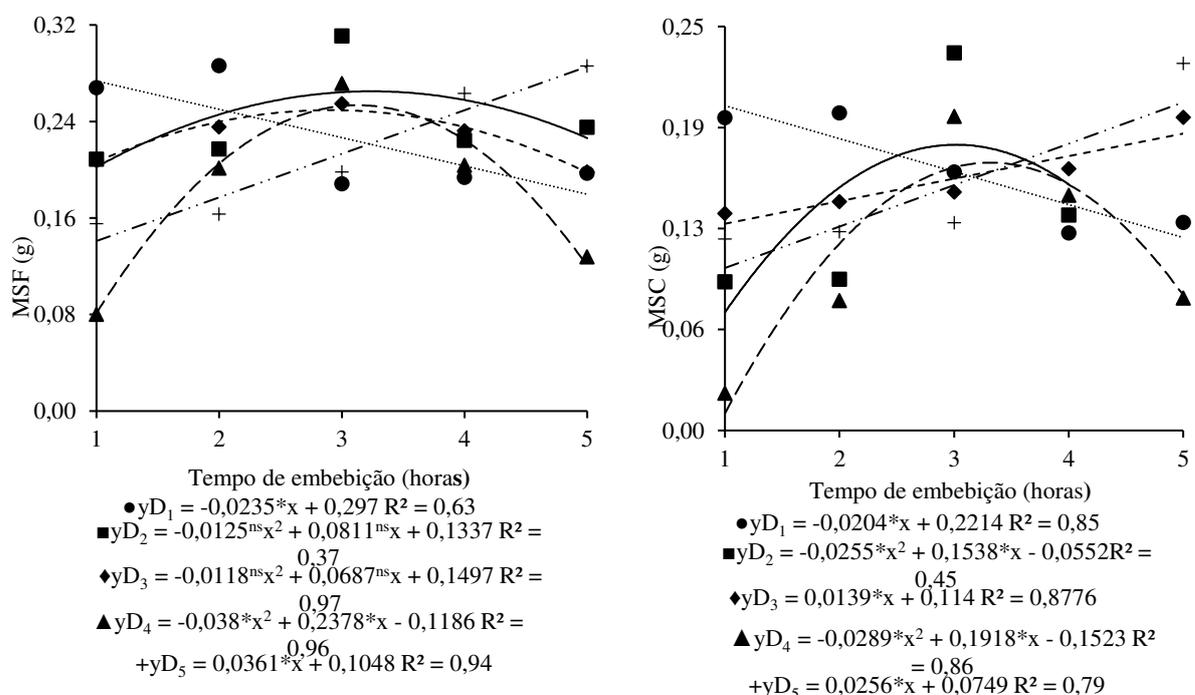


Figura 8 – Fitomassa seca de folhas (A), fitomassa seca do caule (FSC), de plantas de umbu, em função da interação entre as concentrações de ácido salicílico e tempo de embebição das sementes, aos 60 dias da semeadura

De acordo com a fitomassa seca da raiz (MSR) (Figura 9), notamos que houve comportamento linear para a concentrações de 0,00g/L, resultando no valor de 0,4988 g. Já as concentrações de 40g/L; 120g/L; e 160g/L, reagiu de forma quadrática, com os valores de 0,45563 g; 0,45974 g; e 0,63557 g, obtidos nos seguintes intervalos de tempo: 21,12 horas; 19,84 horas; e 29,44 horas. Foi constatado que a concentração 160g/L foi a responsável pelo maior peso de MSR, isso no intervalo de 29,44 horas, portanto, a partir do momento que ocorreu o aumento no tempo de embebição das sementes de umbuzeiro dentro da maior concentração, é observado também aumento na MSR.

Segundo Munné-bosch et al., (2007), o ácido salicílico é responsável por ajudar no início da formação das raízes adventícias, com isso, no trabalho em questão foi verificado que à medida que aumentava o tempo de embebição dentro da maior concentração, ocorreu aumento na MSR, sendo assim, a dose com maior concentração de ácido salicílico quando submetida ao intervalo de tempo maior, pode ter favorecido o desenvolvimento das raízes adventícias. Outra hipótese que pode esclarecer o fato do tratamento com maior tempo e concentração ter ocasionado um maior resultado para MSR, pode estar relacionado ao fato de que, nesse tratamento também ter havido maior PE, com isso, as plantas desse tratamento passaram a emitir à radícula primeiro que as demais, e com isso podem ter conseguido produzir mais raízes que as dos outros tratamentos.

Para matéria seca total (MST) (Figura 9), houve um comportamento linear para a concentração de 160g/L, apresentando o valor de 1,1867 g. Nas concentrações de 40g/L e 120g/L, ocorreu um comportamento quadrático, com peso máximo igual a 0,89389 g para concentração de 40g/L, com o intervalo de tempo igual à 21,12 horas e, já para 120g/L o intervalo de tempo foi de 19,84 horas, sendo o peso máximo de 0,87769 g. Portanto, de acordo com os resultados para MST, podemos destacar que houve um aumento crescente da MST, a partir do tratamento com maior tempo de embebição e concentração de ácido salicílico. Logo, uma das explicações para ter havido uma alta MST seria o fato de que no tratamento com maior tempo de embebição e maior concentração de ácido salicílico, também ter existido um crescente aumento da PE e IVE,, desse modo, as plantas conseguiram desenvolver e produzir mais folhas, isso ao ser comparado com os demais tratamentos. Tudo isso pode ter implicado numa maior fotossíntese e conseqüentemente, em uma maior produção de

fotoassimilados, que contribuí para uma maior produção de biomassa, o que resultou em um aumento da variável MST.

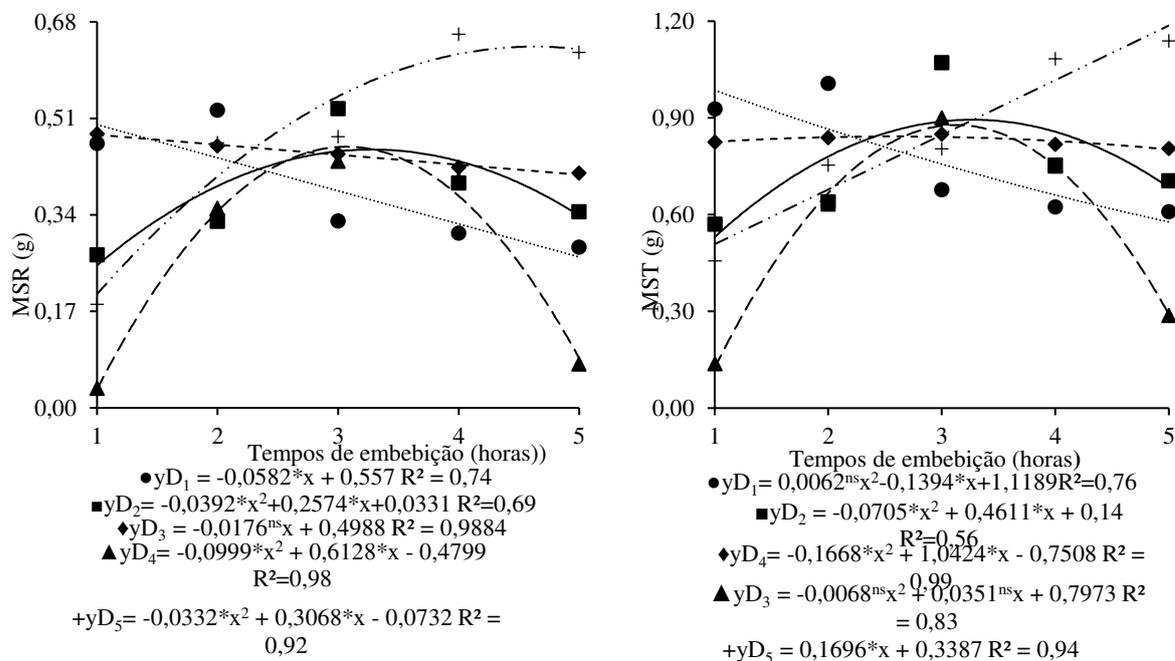


Figura 9 - Fitomassa seca da raiz FSR e fitomassa seca total FST, de plantas de umbu, em função da interação entre as concentrações de ácido salicílico e tempos de embebição das sementes, aos 60 dias da semeadura

6. Conclusão

O tempo de embebição de 32 horas proporcionou aumento para EiUA, tendo uma superioridade de 16,54 % sobre o menor tempo.

À medida que aumentava a concentração de ácido salicílico a partir da concentração de 40 g/L, houve uma redução de (Ci) e (gs). Também ocorreu redução para (E), porém a partir da concentração de 80 g/L.

A maior tempo de embebição das sementes (32 horas) e a maior concentração de ácido salicílico (160 g/L), foi o responsável pela maior (PE); (IVE); (MSR); e (MST)

7. Referencia:

ARAÚJO, E. L.; et al. **Germinação e protocolo de quebra de dormência de plantas do semi-árido nordestino**. In: GIULIETTI, A.M. (Ed.). Recursos genéticos do Semi-Árido Nordeste. Recife: IMSEAR. v. 5. p. 73-110. 2006.

AZANIA, C.A.M. et al. **Superação da dormência de sementes de corda-de-viola (*Ipomoea quamoclit* e *I. hederifolia*)**. Planta daninha, v.27, n.1, p.23-27, 2009. Disponível em: Acesso em: 19 sete. 2019. doi: 10.1590/S0100-83582009000100004.

BATISTA F. R. da C. et. al. **O umbuzeiro e o semiárido brasileiro**. Campina Grande – PB; Instituto Nacional do Semiárido; p. 1-76. 2015.

BORGHETTI, F. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Dormência embrionária**. Germinação: do básico ao aplicado. Artmed. São Paulo. p. 109-124. 2004.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. **Interpretação de resultados de germinação**. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, p. 209-222, 2004.

BRASIL. **Ministério de integração nacional**. Resolução nº107 de 27 de julho de 2017. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Brasília, 27 de julho de 2017.

CARDOSO, V.J.M. **Dormência: estabelecimento do processo**. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. São Paulo: Artmed. p. 96-108. 2004.

CARVALHO, P. R. et. al.; **Ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) sob diferentes estresses**. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina – PR, v. 29, n. 1, p. 114-124, abril/2007.

CARVALHO, V. C. de. **Structure et dynamique de la végétation en milieu tropical Semi-aride: la Caatinga de Quixaba (Pernambuco, Brésil) du terrain a l'analyse des donnees MSS/Landsat**. 332 f. These (Doctoract) – Université de Toulouse – Le Mirail, Toulouse. 1986.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária. 132 p. 2001.

CAVALCANTI, N.B. et. al.; **Período de dormência de sementes de imbuzeiro**. **Revista Caatinga** v. 19, n. 2, p. 135-139, 2006.

CAVALCANTI, N.B.; RESENDE, G.M. **Ocorrência de xilopódios em plantas nativas de imbuzeiro**. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 3, p. 287-293, 2006.

DANTAS JUNIOR, O.R. **Qualidade e capacidade antioxidante total de frutos de genótipos de umbuzeiro oriundos do semi-árido nordestino**. Areia: UFPB, Tese de doutorado. 90p. 2008.

DUQUE, G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 3. ed. Mossoró: Fundação Guimarães Duque, (Fundação Guimarães Duque. Coleção Mossoroense, 142). p. 316. 1980.

DUQUE, J. G. O imbuzeiro. In: O Nordeste e as lavouras xerófilas. Mossoró: ESAM/ Fundação Guimarães Duque. (ESAM. Coleção Mossoroense, 143). 3. ed. p. 283-286. 1980.

GENELICIO JÚNIOR S. C. **Aplicações isoladas e conjuntas de ácido giberélico e ácido salicílico na mamoneira, cultivar brs energia**. UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA. Campina Grande-PB. p. 1-61. 28 de fevereiro de 2013.

GOMES, R. P. **O umbuzeiro**. In: GOMES, P. Fruticultura brasileira. 11. ed. São Paulo: Nobel, p. 426-428. 1990.

GONZAGA NETO, L., et. al.; Métodos de indução de germinação de sementes de umbu. **In Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. Anais... Campinas: SBF, 1988.

HAYAT, Q.; HAYAT, S. et. al.; **Salicylic acid mediated changes in growth, photosynthesis, nitrogen metabolism and antioxidant defense system in *Cicer arietinum* L.** Plant, Soil Environment. v. 58, n. 9, p. 417-423, 2010.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2010/default.shtm>>. Acesso em: 4 sete. 2019.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
LIMA FILHO, J. M. P. Avaliações fenotípicas e fisiológicas de espécies de spondias tendo como porta enxerto o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Cam.). **Revista Caatinga (Mossoró)**, v. 22, n. 1, p. 59-63, janeiro/março de 2009.

LIMA FILHO, J. M. P. **Ecofisiologia do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.)**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

LIMA FILHO, J. M. P. Internal water relations of the umbu tree under semi-arid conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 518-521, 2001.

LIMA S, C, ALOUFA M, A, I, SOUSA E, M, SILVA B, S,. A influência de técnicas de quebra de Dormência na germinação de semente de umbuzeiro (*spondias tuberosas Arruda*). **Revista Brasileira de Botânica**. p. 0-18, 2009.

LIMA, D. de A. **Imbuzeiro: plantas da Caatinga**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p. 166-169. 1989.

LIMA, R. S. de. **Estudo morfo-anatômico do sistema radicular de cinco espécies arbóreas de uma área de Caatinga do Município de Alagoinha- PE.** 103 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1994.

LOPES, P. S. N. et al. Superação da dormência de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câm.) utilizando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 872-880, 2009.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora. p. 413; 1. ed. 2004.

MANFRON A. C. A. et. al.; **Efeito da aplicação de ácido salicílico no crescimento de plântulas de milho.** XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Bento Gonçalves, RS, p. 663-665, 2016.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** in: JULHO, M.F. Dormência de sementes. Piracicaba: Fealq, p.253-287. 2005.

MUNNÉ-BOSCH, S. et. al. **A deficiency in salicylic acid alters isoprenoid accumulation in water-stressed nahg transgenic Arabidopsis plants.** Plant Science, v. 172, n. 4, p. 756-762, 2007.

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G. **Tecnologia da produção do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.).** Lavras: UFLA, 101p. 2005.

NIVEDITHADEVI, D. et. al.; **Effect of abscisic acid, paclobutrazol and salicylic acid on the growth and pigment variation in Solanum Trilobatum.** International Journal of Drug Development e Research, n. 3, v. 4, p. 236-246, 2012.

NOBRE D. A. C. et. al.; **Qualidade física, fisiológica e superação de dormência de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* arr. câmara).** Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brasil. p.1-6, 2018.

NORMAN, C. et. al.; **Salicylic acid is an uncoupler and inhibitor of mitochondrial electrons transport.** Plant physiology, v. 134, n. 1, p. 492-501, 2004.

PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; I.B., AGUIAR. **Maturação e dispersão de sementes.** In: AGUIAR, I.B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. E FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). Sementes Florestais Tropicais. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. Brasília. p. 215-274. 1993.

PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R. de. Estrutura floral e sistema reprodutivo do umbuzeiro. Petrolina: **Embrapa.** 2 p. (EMBRAPA-CPATSA. Pesquisa em Andamento, 50). 1986.

PIRES, M. G. M. **Estudo taxonômico e área de ocorrência de *Spondias tuberosa* Arr. Cam.** (umbuzeiro) no estado de Pernambuco - Brasil. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. p. 290 1990.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. **Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South America.** Annals of Missouri Botanical Garden, St. Louis, n. 80, p. 902-927, 1993.

SÁNCHEZ, G. R. et. al.; El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. **Revista de las Ciencias Biológicas Agropecuarias**, v. 12, n. 2, p. 90-95, 2010.

SOUZA, A. A. de; et. al.; Semillas de *Spondias tuberosa* oriundos de frutos cosechados en cuatro estadios de maduración y almacenadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n. 3, p. 372-378, 2005.

TAVARES, L. C. et. al.; **Treatment of rice seeds with salicylic acid: seed physiological quality and yield.** Journal of Seed Science, v.36, n.3, p.352-356, 2014.

TREVISAN F. et. al.; Ácido Salicílico no desenvolvimento de plantas e nas características físico-químicas de frutas de morango "Milsei-Tudla". **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, vol. 18, núm. 2, 2017.