

SUELI DA SILVA SANTOS-MOURA

**MORFOLOGIA DE FRUTOS, DIÁSPOROS, PLÂNTULAS, MUDAS E
CULTIVO *IN VITRO* DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS DE *Syagrus coronata* (Mart.)
Becc**

GARANHUNS,
PERNAMBUCO - BRASIL
FEVEREIRO – 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

**MORFOLOGIA DE FRUTOS, DIÁSPOROS, PLÂNTULAS, MUDAS E
CULTIVO *IN VITRO* DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS DE *Syagrus coronata* (Mart.)
Becc**

SUELI DA SILVA SANTOS-MOURA

SOB ORIENTAÇÃO DA Profa. Dra
EDILMA PEREIRA GONÇALVES

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção agrícola, para obtenção do título de *Mestre*.

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
FEVEREIRO – 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

**MORFOLOGIA DE FRUTOS, DIÁSPOROS, PLÂNTULAS, MUDAS E
CULTIVO *IN VITRO* DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS DE *Syagrus coronata* (Mart.)**

Becc

SUELI DA SILVA SANTOS-MOURA

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
FEVEREIRO - 2013

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

S237a Santos-Moura, Sueli da Silva
Morfologia de frutos, diásporos, plântulas,
mudas e cultivo *in vitro* de embriões zigóticos de *Syagrus*
coronata (Mart.) Becc/ Sueli da Silva Santos-Moura._
Garanhuns, 2013.

73 f.

Orientador: Edilma Pereira Gonçalves
Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) -
Universidade Federal Rural de Pernambuco –
Unidade Acadêmica de Garanhuns, 2013.

Inclui anexo e bibliografia

CDD: 631.521

1. Germinação
 2. *Syagrus coronata*
 3. Oleaginosa perene
 4. Licuri
- I. Gonçalves, Edilma Pereira
II. Título

**MORFOLOGIA DE FRUTOS, DIÁSPOROS, PLÂNTULAS, MUDAS, CULTIVO
IN VITRO DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS DE *Syagrus coronata* (Mart.) Becc**

SUELI DA SILVA SANTOS-MOURA

APROVADO EM: 21 DE FEVEREIRO DE 2013



Edilma Pereira Gonçalves
Profa. Dra. Universidade Federal Rural
de Pernambuco UFRPE/UAG



Mailson Monteiro do Rêgo
Prof. Dr. Universidade Federal da
Paraíba UFPB/CCA



Edna Ursulino Alves
Profa. Dra. Universidade Federal da
Paraíba UFPB/CCA



Luciana Maia Nogueira de Oliveira
Profa. Dra. Universidade Federal Rural
de Pernambuco UFRPE/UAG

DEDICATÓRIA

Dedico ao meu Senhor JESUS CRISTO, a fonte da minha inspiração!

À minha MÃE, exemplo de caráter e dedicação!

Ao meu MARIDO, meu eterno amor!

Aos meus PARENTES E AMIGOS!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Deus, pela realização deste trabalho e pela concretização de muitos dos meus sonhos.

A minha mãe e toda a minha família, por contribuírem direta ou indiretamente para esta conquista.

Ao meu esposo Mácio Farias de Moura, que sempre esteve disponível para me ajudar em todos os momentos que precisei, pelo seu cuidado, amor e dedicação, pela paciência e compreensão.

A minha orientadora, Edilma Pereira Gonçalves, pela orientação, competência, seriedade, confiança, amizade, disponibilidade, acessividade e contribuições feitas ao longo deste trabalho. Ao professor Jeandson Silva Viana, pela amizade e disponibilidade na coleta dos frutos.

Ao Laboratório de Biotecnologia da UFPB-CCA, em especial aos professores Mailson Monteiro do Rêgo e Elizanilda Ramalho do Rêgo pela disponibilidade de espaço, material e pelos ensinamentos para a realização de parte desta dissertação.

Aos membros da banca avaliadora, aos professores Edna Ursulino Alves, Luciana Maia Nogueira de Oliveira e Mailson Monteiro do Rêgo pela disponibilidade e contribuições feitas para melhoria deste trabalho.

A todos que fazem o Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da UFRPE/UAG, Sheylla Cristini Silva, Larissa Guimarães Paiva, Priscila Souto, Luan Danilo Melo, Lidiane Raph, Amanda Lima, Tatiana Silva, Abraão Silva, Adrielle Naiana e aos demais membros pela amizade e disponibilidade na realização deste trabalho.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG), Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola pela oportunidade que me foi concedida de fazer parte deste programa. Aos professores pelos ensinamentos e a Capes pela concessão da bolsa.

Aos alunos de graduação Mardônio por disponibilizar o seu sítio para coleta dos frutos e ao Allan Almeida pela realização dos desenhos.

Obrigada!!!

BIOGRAFIA

Sueli da Silva Santos-Moura, filha de José Batista dos Santos e Francisca da Silva, nasceu em Areia Paraíba, em 17 de junho de 1980.

Em 2005 ingressou no Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB e graduou-se em 2010.

Em 2011 ingressou no Programa de Pós-graduação em Produção Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns UFRPE/UAG em Garanhuns–PE, sob a orientação da professora doutora Edilma Pereira Gonçalves, defendendo a dissertação em 21 de fevereiro de 2013.

Durante o período em que foi aluna do Mestrado publicou 40 resumos simples, 32 resumos expandidos e 6 artigos em periódicos especializados. Também participou de 3 bancas examinadoras de trabalho de conclusão de curso de graduação em Agronomia.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	1
GENERAL SUMMARY.....	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	6

CAPÍTULO I

MORFOLOGIA E DIVERSIDADE GENÉTICA DE FRUTOS E DIÁSPOROS, DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS E MUDAS *Syagrus coronata* (Mart.) Becc

RESUMO.....	10
SUMMARY.....	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1. Local do experimento e coleta dos frutos.....	14
2.2. Características avaliadas.....	14
2.3. Análises estatísticas.....	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
3.1 Características do cacho e peso de cem frutos.....	17
3.2 Biometria e peso médio de fruto e diásporo.....	21
3.3. Morfologia do fruto, diásporo e semente.....	25
3.4. Morfologia da germinação.....	29
3.5. Morfologia da muda.....	33

4. CONCLUSÕES.....	36
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE FERRO E SACAROSE NO CULTIVO *IN VITRO* DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS DE *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.

RESUMO.....	44
SUMMARY.....	45
1. INTRODUÇÃO.....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	49
2.1. Local do experimento e coleta dos frutos.....	49
2.2. Extração e desinfestação dos embriões.....	49
2.3. Formulação dos tratamentos.....	50
2.4. Meio de cultura utilizado e inoculação dos embriões.....	50
2.5. Avaliações.....	51
2.6. Delineamento experimental.....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4. CONCLUSÕES.....	68
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

RESUMO GERAL

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes - (LAS) da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE e no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias CCA - UFPB, em Areia Paraíba. Os frutos de *S. coronata* foram coletados de 10 plantas matrizes localizadas na zona rural pertencente ao Município de Caetés/Pernambuco, com o objetivo de caracterizar e descrever a morfologia de frutos, diásporos, plântula e mudas, bem como estudar a germinação *in vitro* de embriões zigóticos desta espécie. No primeiro experimento foi realizada a biometria nos cachos e a morfologia e ilustrações de frutos, diásporos, sementes, plântulas, mudas e peso médio de 100 frutos e diásporos de *S. coronata*. O segundo experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado com dez repetições em esquema fatorial 2x5 (doses de ferro e de sacarose), com embriões extraídos das sementes da referida espécie, os quais foram colocados em dois meios de cultura (líquido e semi-sólido) por um período de 60 dias. Nos dois meios de cultura utilizados foram avaliados a porcentagem dos embriões germinados, não germinados, germinados e necrosados, normais, contaminados, além do comprimento e espessura do pecíolo cotiledonar. Os frutos de licuri têm formas variando de ovóides a elipsóides, coloração verde quando imaturo, e, amarelada ou alaranjada, quando maduros, com perianto e estigma persistentes. As sementes são oleaginosas, amarronzada, com rafe visível e formato variando de ovóide a elipsóide. A germinação é hipógea, criptocotiledonar do tipo remota tubular, lenta e desuniforme, iniciando-se aos 15 dias com o aparecimento do pecíolo cotiledonar e estendendo-se aos 60 dias com a emissão do primeiro eófilo. As mudas têm crescimento lento, raiz primária persistente e sistema radicular fasciculado diferenciado aos 300 dias. O meio de cultura líquido proporcionou uma germinação de 42 % quando se utilizou 13,9 mg L⁻¹ de ferro, o meio semi-sólido contribuiu para o aumento da porcentagem de germinação e a formação de plântulas, todavia, ainda não foi possível determinar um protocolo eficiente de germinação para a propagação *in vitro* de embriões zigóticos desta espécie, necessitando de maiores estudos para o aperfeiçoamento desta técnica.

Palavras-chave: germinação, licuri, oleaginosa perene.

GENERAL SUMMARY

The experiments were carried out at the Laboratory of Seed Analysis - (LSA) of the Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE and Laboratory of Biotechnology of the Universidade Federal da Paraíba – Center of Agricultural Sciences CCA-UFPB in Areia/Paraíba. The licuri fruits were collected from 10 plants located in rural areas belonging to the Municipality of Caetés/Pernambuco State, in order to characterize and describe the morphology of fruits, diaspores, plantlet, and seedlings, as well as, study the *in vitro* germination of zygotic embryos of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.. In the first experiment were carried out the biometric in bunches licuri, morphology and illustrations of fruits, diaspores, plantlet, and seedlings, and average weight of 100 fruits and diaspores. The second experiment was conducted in a completely randomized design with ten repetitions in a factorial arrangement 2x5 (iron doses and sucrose doses), with embryos extracted from mature physiologically licuri seeds, which were placed in two culture media (liquid and semi-solid) for a period of 60 days. In the liquid and semi-solid culture media were evaluated the germination of embryos, number of embryos ungerminated, germinated and necrotic embryos, and germinated embryos with normal development, contamination, length and thickness of the embryos developed. ‘The licuri fruits have forms ranging from ovoid to ellipsoid, green color when immature, and yellowish to orange when ripe, with persistent perianth and stigma. The germination is hypogeal, cryptocotyledonary of type tubular remote, slow and uneven, starting at 15 days with the emergence of the cotyledon petiole and extending to 60 days the issuance of the first eophyll. The seedlings have slow growth, persistent primary and fasciculated root differentiated at 300 days. The liquid culture media is inappropriate for germination *in vitro* of the licuri embryos and semi-solid culture media increases percentage of germination and plantlet development, however, could not determine a protocol for *in vitro* propagation of zygotic embryos of this species, requiring further studies to improve this technique.

Key words: germination, licuri, perennial oilseed .

INTRODUÇÃO GERAL

A utilização do biodiesel como combustível vem se destacando como um potencial promissor no mundo inteiro, sendo um mercado que cresce aceleradamente devido a sua enorme contribuição ao meio ambiente, com redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, principalmente nos grandes centros urbanos (TRZECIAK et al., 2008).

Neste contexto, os óleos vegetais surgem como uma alternativa para substituição do óleo diesel cujo uso foi testado com resultados satisfatórios no próprio motor diesel (FERRARI et al., 2005). De acordo com Osaki e Batalha (2011) o interesse nos óleos vegetais é atribuído às vantagens que esses biocombustíveis têm em reduzir as emissões de gases responsáveis pelo aquecimento global e, promover o desenvolvimento rural, contribuindo para a segurança energética.

A busca por novas fontes de energia, renováveis e ecologicamente corretas é de suma importância considerando os impactos sociais e econômicos proporcionados pela inserção desta nova cadeia, a qual pode levar à geração de emprego e renda no meio rural, nas regiões com maior potencial para produção das oleaginosas perenes, especialmente Norte e Nordeste (TRZECIAK et al., 2008), o que irá contribuir para o desenvolvimento local e melhoria da qualidade de vida dos brasileiros.

Dentre as espécies com potencialidade para a produção de biodiesel no Nordeste destaca-se o licurizeiro (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.), palmeira nativa ornamental do Brasil, da família Arecaceae, cuja ocorrência foi registrada nos Estados da Bahia, Norte de Minas Gerais, Sergipe, Alagoas e Pernambuco (LORENZI et al., 2006), com grande potencial de utilização: os frutos e amêndoas são consumidos *in natura*, constituindo alimento para humano e animais, as amêndoas ainda fornecem matéria-prima para fabricação de cocadas, licores, farofa e ração para aves, bovino, caprino e suíno (CARVALHO et al., 2006).

As sementes desta palmeira possuem um alto teor de óleo de excelente qualidade (49,2%), sendo aproveitado para a culinária e na produção de biodiesel, suas folhas fornecem matéria-prima para confecção de chapéus, vassouras, cordas, esteiras, cestos, bolsas, espanadores, abanadores, isolador térmico, e com o pecíolo podem ser confeccionadas as gaiolas (CREPALDI et al., 2001; PIVETTA et al., 2007).

As informações disponíveis na literatura sobre as características de frutos e sementes, bem como o processo germinativo para sementes de muitas espécies de palmeiras nativas do Brasil são escassas, a exemplo de *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. As diferenças entre plantas, assim como as mudanças que possam ter em comum, são passíveis de avaliação pelas características morfológicas manifestadas por mudanças estruturais das plantas (CUNHA e FERREIRA, 2003). O conhecimento das estruturas morfológicas de frutos, sementes e plântulas são importantes no estudo de comunidades vegetais, na identificação e diferenciação de espécies, no reconhecimento da planta no campo, na taxonomia, entre outros.

O estudo da morfologia externa e interna de frutos e sementes é fundamental para identificar os tipos de dormência, tanto tegumentar como a embrionária e assim, contribuir com informações para indicar espécies com potencial de utilização na recuperação de áreas degradadas (ARAÚJO-NETO et al., 2002). Nos frutos e sementes também são encontradas características básicas que permitem a separação de famílias, gêneros ou espécies (PAOLI e BIANCONI, 2008), enquanto que a caracterização morfológica das plântulas na fase inicial de desenvolvimento permite a observação de estruturas que podem desaparecer com o desenvolvimento da plântula.

A propagação do licurizeiro é feita atualmente de forma sexuada, ou seja, por sementes e, como a maioria das espécies de *Arecaceae*, esta tem dificuldades para germinar, mesmo em condições adequadas, e algumas vezes está relacionada a obstáculos mecânicos como a espessura do endocarpo (TOMLINSON, 1990), ou ainda a imaturidade do embrião.

A dormência é o fenômeno pelo qual sementes de determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais favoráveis para tanto, não germinam (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), podendo estar relacionada a vários fatores e dentre eles, a barreiras fisiológicas impostas pela presença de substâncias inibidoras da germinação, as quais precisam ser eliminadas para que a germinação ocorra de forma satisfatória.

A utilização de tratamentos pré-germinativos tais como: escarificação do tegumento, retirada de envoltórios da semente, alternância de temperatura, imersão em água quente, uso de hormônios, entre outros, são utilizados objetivando eliminar tanto a dormência tegumentar como a fisiológica, a fim de potencializar a germinação das

sementes (MURAKAMI et al., 2011). No entanto, os resultados de alguns trabalhos visando a superação da dormência de sementes de muitas palmeiras não têm sido satisfatórios, pois os valores de germinação são inferiores a 50%, como foi verificado por Martins et al. (1996) e Lopes et al. (2011).

A germinação *in vitro* de embriões zigóticos representa uma alternativa para contornar obstáculos que limitam a propagação convencional desta espécie, a fim de maximizar e acelerar a germinação, oferecendo maior eficiência na produção de mudas. Assim, o cultivo de embriões é, portanto, uma técnica que consiste no isolamento e crescimento de um embrião imaturo ou maturo em meio de cultura composto de componentes essenciais como: fitoreguladores, substâncias orgânicas e nutrientes minerais (BORSOI, 2009).

As exigências nutricionais requeridas em condições *in vitro* variam de acordo com a espécie, necessitando-se, portanto, aperfeiçoar os meios de cultura para a micropropagação. Desta forma, estudos realizados para identificar os meios de cultura que favoreçam a germinação *in vitro* são de suma importância, pois quando adequados permitem a obtenção de um número elevado de plântulas com qualidade genética e fitossanitária elevada (PINHEIRO et al., 2001). Neste sentido, tem se realizado várias pesquisas com o intuito de desenvolver protocolos eficientes de micropropagação para as mais variadas espécies (LÉDO et al., 2007; SANTOS et al., 2010; SOUZA et al., 2011).

Diante dos aspectos abordados, objetivou-se estudar e descrever as características morfológicas de frutos, diásporos, plântulas e mudas, bem como, a germinação *in vitro* de embriões zigóticos de *S. coronata* visando contribuir com conhecimento técnico e científico para a implantação de novas áreas dessa oleaginosa no Estado de Pernambuco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO-NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; PAULA, R.C. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.203-211, 2002.

BORSOI, N.L. **Desinfestação de explantes e cultivo *in vitro* de Piretro da Dalmácia (*Chrysanthemum cinerariaefolium* cv. *Vacaria*)**. 2009. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz,” Piracicaba, 2009.

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

CARVALHO, N.O.S.; PELACANI, C.R.; RODRIGUES, M.O.S.; CREPALDI, I.C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.351-357, 2006.

CREPALDI, I.C.; MURADIAN, L.B.A.; RIOS, M.D.G.; CAMARGO PENTEADO, M.V.C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.155-159, 2001.

CUNHA, M.C.L.; FERREIRA, R.A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith - cumaru - Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.2, p.89-96, 2003.

FERRARI, R.A.; OLIVEIRA, V.S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, São Paulo, v.28, n.1, p.19-23, 2005.

LÉDO, A.S.; GOMES, K.K.P.; BARBOZA, S.B.S.C.; VIEIRA, G.S.S.; TUPINAMBÁ, E.A.; ARAGÃO, W.M. Cultivo *in vitro* de embriões zigóticos e aclimação de

plântulas de coqueiro-anão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.147-154, 2007.

LOPES, P.S.N.; AQUINO, C.F.; MAGALHÃES, H.M.; BRANDÃO JÚNIOR, D.S. Tratamentos físicos e químicos para superação de dormência em sementes de *Butia capitata* (Martius) Beccari. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.1, p.120-125, 2011.

LORENZI, H; SARTORI, S.F; BACHER, L.B; LACERDA, M.T.C. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**: de consumo *in natura*. Instituto Plantarum de Estudo da Flora, São Paulo: Nova Odessa, 2006. 640p.

MARTINS, C.C.; SILVA, W.R.; BOVI, M.L.A. Tratamentos pré-germinativos de sementes da palmeira-inajá. **Bragantia**, Campinas, v.55, n.1, p.123-128, 1996.

MURAKAMI, D.M.; BIZÃO, N.; VIEIRA, R.D. Quebra de dormência de semente de murici. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.1257-1265, 2011.

OSAKI, M.; BATALHA, M.O. Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: Realidade e desafio. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v.13, n.2, p.227-242, 2011.

PAOLI, A.A.S.; BIANCONI, A. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.30, n.2, p.146-155, 2008.

PINHEIRO, C.S.R.; MEDEIROS, D.N.; MACÊDO, C.E.C.; ALLOUFA, M.A.I. Germinação *in vitro* de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez) em diferentes meios de cultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.413-416, 2001.

PIVETTA, K.F.L.; BARBOSA, J.G.; ARAÚJO, E.F.; DEMATTÊ, M.E.P. Propagação de palmeiras e estrelízias. In: BARBOSA, J.G.; LOPES, L.C. (Editores). **Propagação de plantas ornamentais**, Viçosa, ed. UFV, 2007. p.43-70.

SANTOS, F.C.; RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; REZENDE, J.C.; SANTOS, F.C.; VILLA, F. Micropropagação do maracujazeiro-do-sono. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.1, p.112-117, 2010.

SOUZA, A.V.; BERTONI, B.W.; FRANÇA, S.C.; PEREIRA, A.M.S. Micropropagação de *Dioscorea multiflora* Grised. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.1, p. 92-98, 2011.

TOMLINSON, P.B. **The structural biology of palms**. Oxford, Clarendon Press, 477p. 1990.

TRZECIAK, M.B.; NEVES, M.B.; VINHOLES, P.S.; VILLELA, F.A. Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. **Informativos Abrates**, Londrina, v.18, n.1,2,3, p.30-38, 2008.

CAPÍTULO I

MORFOLOGIA E DIVERSIDADE GENÉTICA DE FRUTOS, DIÁSPOROS E, DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS E MUDAS *Syagrus coronata* (Mart.)

Becc

MORFOLOGIA E DIVERSIDADE GENÉTICA DE FRUTOS, DIÁSPOROS E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS E MUDAS *Syagrus coronata* (Mart.)

Becc

RESUMO

A espécie *S. coronata*, mais conhecida como licuri, é uma palmeira ornamental, nativa do Brasil, de grande importância econômica, pois fornece matéria prima para confecção de alimentos, folhas e caules para construção de casas, da amêndoa se extrai um óleo de boa qualidade com potencial para síntese de biodiesel. O conhecimento das estruturas morfológicas de frutos, sementes, plântulas e mudas são importantes na identificação, diferenciação de espécies e no reconhecimento da planta no campo. Diante disso objetivou-se estudar a morfologia de frutos, diásporos, sementes, plântulas e mudas de *S. coronata*. O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes - (LAS) da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE, com frutos de licuri coletados na zona rural de Caetés-PE. As avaliações realizadas foram: número de frutos por cacho e por ráquias, número de ráquias por cacho, peso de frutos e diásporos e morfologia de frutos, diásporos, sementes, plântulas e mudas. Os frutos de licuri têm formas variando de ovóides a elipsóide com perianto e estigma persistentes e quando maduro sua coloração pode ser amarelada ou alaranjada. As sementes são oleaginosas, com tegumento amarronzado, rafe visível e formato variando de ovóide a elipsóide. A germinação se inicia aos 15 dias após a sementeira com a protrusão do pecíolo cotiledonar, sendo considerada hipógea, criptocotiledonar do tipo remota tubular, lenta e desuniforme, estendendo-se até os 60 dias quando ocorre a emissão do primeiro eófilo. A muda possui folhas alternas, com limbo inteiro, glabras, coloração verde intenso e nervuras paralelas, pinadas, com bainha invaginante, a raiz primária é persistente, as raízes secundárias surgem a partir do nó caulinar radicular na lateral da raiz primária e o sistema radicular fasciculado só foi evidenciado quando a muda estava com aproximadamente 300 dias. O tempo de permanência das mudas de licuri no viveiro deve ser no mínimo de 360 dias após a germinação antes de levá-la ao campo, em função do lento desenvolvimento da espécie.

Palavras-chave: germinação, biometria, licuri, oleaginosa.

SUMMARY

Species *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. is known as licuri, ornamental palm is a native of Brazil, of great economic importance because it provides feedstock for production of food, leaves and stems for building houses. From the kernel is extracted oil of good quality with potential for the synthesis of biodiesel. The Knowledge of morphological structures of fruits, seeds, plantlets and seedlings is important in the identification and differentiation of species and the recognition of the plant in the field. The aim of this research was to study the morphology of fruits, diaspores, plantlets and seedlings of *S. coronata*. The work was carried out at the Laboratory of Seed Analysis - (LSA) of the Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE, with licuri fruits collected in rural area from Municipality of Caetés-PE. We have evaluated: the number of fruit per bunch and rachilles, rachilles number per bunch, fruit weight and diaspores, and morphology of fruits, diaspores, plantlets and seedlings. The licuri fruits have forms ranging from ovoid to ellipsoid with persistent perianth and stigma and when mature its color varies from yellowish to orange. The germination begins at 15 days after sowing with the protrusion of the cotyledon petiole, considered hypogeal, cryptocotyledonary of type tubular remote, slow and uneven, extending up to 60 days when the issuance of the first eophyll. The seedling has alternate leaves with entire limb, glabrous, intense green color and parallel and pinnate nervures, with sheath invaginating, the primary root is persistent, the secondary roots arise from the stem root node in the lateral of primary root and the fasciculated roots were only evidenced when the seedlings were with approximately 300 days. The stay time of the licuri seedlings in the nursery must be at least 360 days after germination before taking it to the field, due to the slow development of the species.

Key words: germination, biometrics, licuri, oilseed.

1. INTRODUÇÃO

As palmeiras são plantas monocotiledôneas da família Arecaceae (Palmae), representadas por cerca de 2.600 espécies reunidas em mais de 240 gêneros, sendo o Brasil o terceiro país do mundo em diversidade das mesmas, com aproximadamente 387 espécies e 37 gêneros de palmeiras nativas, as quais possuem várias utilidades (COSTA e MARCHI, 2008). São amplamente exploradas pelas comunidades residentes nas regiões de ocorrência, sendo utilizadas as partes vegetativas e reprodutivas, destacando-se a importância destas espécies na nutrição, economia e ecologia, além do valor social que muitas representam para diversas comunidades (OLIVEIRA et al., 2010).

A espécie *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., conhecida popularmente como aricurí, licuri, licurizeiro, ouricurí, entre outros, é uma palmeira nativa do Brasil, de grande importância econômica, cujos frutos podem ser utilizados na alimentação humana, sendo consumidos *in natura* ou como fonte de matéria-prima na fabricação de sorvetes, sucos, entre outros. As amêndoas são usadas na fabricação de cocadas, granola e na confecção de ração para alimentação animal, enquanto que, com os endocarpos é produzido carvão de boa qualidade, reduzindo dessa forma o extrativismo das espécies brasileiras ameaçadas extinção (CARVALHO et al., 2006; LORENZI et al., 2006).

A planta do licuri se desenvolve bem em regiões secas e áridas das caatingas, distribuídas no Norte de Minas Gerais, ocupando toda a porção oriental e central da Bahia, Sul de Pernambuco e os Estados de Sergipe e Alagoas (LORENZI et al., 2006), sendo seu manejo de grande importância para essas regiões, principalmente para aquelas com limitações na agricultura.

Estudos científicos com a família Arecaceae vêm sendo desenvolvidos nas diferentes linhas de pesquisas, tais como, morfologia, germinação e produção de mudas, entre outros (CARVALHO e AOYAMA, 2007; PIVETTA et al. 2008; REIS et al., 2010; LUZ et al. 2011). Também existem na literatura referências sobre o peso e biometria dos cachos e frutos e a produção de frutos por cacho de algumas espécies de palmeiras, a exemplo de *Euterpe oleracea* Mart. (OLIVEIRA e FERNANDES, 2001), de *Euterpe precatoria* Mart. (ROCHA, 2004) e *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude, (CARVALHO et al., 2007) com a finalidade de indicar a viabilidade do cultivo dessas espécies.

As avaliações para determinar o peso dos frutos são úteis porque permitem separar frutos com maior quantidade de polpa, sendo mais valorizados para indústria de sulcos, licores, sorvetes, entre outros (MOURA et al., 2010), enquanto que a classificação do peso ou tamanho das sementes é uma estratégia que pode ser adotada para uniformizar a emergência e o crescimento inicial das plântulas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012) e para a obtenção de mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor.

A caracterização biométrica de frutos e sementes é relevante e fornece subsídios para a área de melhoramento genético de populações, informações para a melhoria das condições de armazenamento de sementes e produção de mudas (CRUZ et al., 2001), além de diferenciar a intensidade de variação das espécies relacionada a fatores ambientais, como as reações das populações quando estabelecidas em outro ambiente (RODRIGUES et al., 2006).

As sementes possuem uma diversidade enorme em relação aos aspectos externos e internos devido às estratégias de dispersão e o estudo de sua morfologia constitui uma importante ferramenta para a identificação das espécies (GROTH e LIBERAL, 1988), ainda auxiliam nas pesquisas sobre o processo germinativo das sementes proporcionando uma correta interpretação dos testes de germinação (ARAÚJO e MATOS, 1991; ARAÚJO-NETO et al., 2002; ABUD et al., 2012).

O conhecimento das características morfológicas das plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento propicia a identificação das plantas na fase jovem, permitindo a separação de espécies muito semelhantes e contribui para os estudos de regeneração natural, auxiliando na compreensão da dinâmica de populações vegetais e no reconhecimento da fase sucessional em que a floresta se encontra (DONADIO e DEMATTÊ, 2000; FERREIRA et al., 2001).

A diversidade de espécies de palmeiras encontradas no país, aliada ao potencial de muitas delas para produção de agroenergia e a falta de conhecimento sobre a morfologia, germinação e produção de mudas dessas espécies evidenciam a necessidade do desenvolvimento e/ou o aprimoramento de técnicas que facilitem sua propagação em larga escala.

Diante do exposto, objetivou-se estudar as características biométricas e morfológicas de frutos, diásporos, sementes, plântulas e mudas de *S. coronata*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento e coleta dos frutos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes-(LAS) da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE, com frutos de licuri coletados de 10 plantas matrizes, sadias, vigorosas e com boa produção de frutos, na zona rural pertencente ao Município de Caetés/Pernambuco.

A coleta dos cachos foi realizada no mês de janeiro de 2011 e os mesmos se encontravam em fase de maturação, caracterizada pela mudança de coloração dos frutos de verde intenso para amarelada ou alaranjada, sendo retirado um cacho por planta com o auxílio de um podão, colocados em sacos de náilon e levados para o LAS onde foram feitas avaliações descritas a seguir. Devido à grande dificuldade em separar o endocarpo da amêndoa, considerou-se a semente o conjunto (endocarpo + amêndoa), que juntos formam a unidade de dispersão do licuri, o diásporo.

2.2 Características avaliadas

Caracterização do cacho - foram realizadas avaliações individuais para cada cacho, computando-se o número de ráquulas por cacho (NRC), número de frutos por ráquulas (NFR) e o número de frutos por cacho (NFC). Após estas, todos os frutos dos dez cachos com coloração amarela ou laranja foram retirados e misturados formando um único lote.

Peso médio de 100 frutos e diásporos - os frutos foram divididos em oito repetições de 100, as quais foram pesadas em balança com capacidade para 20 kg e posteriormente foi removido manualmente todo o epicarpo e mesocarpo dos frutos com o auxílio de uma faca, obtendo-se o diásporo, os quais foram pesados com o mesmo número de repetições e os resultados expressos em gramas.

Peso médio de frutos e diásporos - foram separados 400 frutos e diásporos e os mesmos foram individualmente pesados em balança analítica com precisão de 0,1g e os resultados expressos em gramas.

Caracterização biométrica de frutos e diásporos - após o procedimento anterior, aleatoriamente foram separados 1000 unidades, considerando uma média de 100 frutos por cacho para a biometria dos frutos e diásporos, onde foram avaliados:

comprimento e diâmetro (frutos e diásporos), considerando-se o comprimento, a distância entre a base e o ápice e, para diâmetro a porção mediana, sendo essas medições realizadas utilizando um paquímetro digital com precisão de 0,1 mm.

Para descrição morfológica dos frutos, diásporos e sementes foram observadas as características: deiscência, cor, estruturas persistentes, forma, consistência, peso e quantidade de sementes por fruto. Para a obtenção das sementes realizou-se a retirada dos endocarpos com o auxílio de uma pedra e para a extração dos embriões efetuou-se um corte longitudinal nas sementes com o auxílio de uma lâmina.

Morfologia da germinação - foi obtida utilizando 100 diásporos, os quais foram semeados em uma bandeja plástica de dimensões 0,40 x 0,40 x 0,11m, contendo como substrato vermiculita, umedecida com água destilada a 60% da capacidade de retenção de água conforme Brasil (2009), em uma profundidade de 2 cm com o poro germinativo para o lado e colocadas em ambiente de Laboratório.

A umidade do substrato foi mantida durante todo o teste e, as avaliações se iniciaram no 15º dia com a emissão do pecíolo cotiledonar até o surgimento do primeiro eófilo aos 60 dias após a instalação do teste (fase de plântula). Após o início da germinação foram feitas observações diárias e as avaliações realizadas conforme o surgimento de novas estruturas, bem como, o crescimento das plântulas e mudança de coloração de raiz e parte aérea.

Morfologia da muda - após os 60 dias, 12 plântulas foram transplantadas para sacos de polietileno contendo substrato composto por areia, terra vegetal e esterco bovino na proporção 2:3:1, respectivamente e colocadas em uma área de viveiro, sob intensidade luminosa de 50%. As mudas foram regadas diariamente e seu crescimento foi acompanhado todos os dias quando foram feitas descrições e ilustrações, anotando-se todos os detalhes morfológicos externos observados durante o desenvolvimento, assim como as peculiaridades inerentes à forma de crescimento, cessando as avaliações quando a planta se encontrava com quatro folhas totalmente expandidas aos 360 dias. Durante as avaliações foram verificados: número de folhas, disposição das nervuras nas folhas, raiz primária, raízes laterais e raízes secundárias, presença de pelos nas folhas e nas raízes, colo, coloração das raízes e das folhas e altura da muda que foi determinada com uma régua graduada em cm.

As identificações das estruturas e a descrição morfológica dos diásporos, germinação, plântulas e mudas de *S. coronata* foi realizada conforme Damião Filho (2004), Ferreira (2005), Henderson (2006), Lopes (2007), as ilustrações foram obtidas por meio de desenho manual e câmeras fotográficas.

2.3. Análise estatística

Os dados obtidos da caracterização dos cachos (número de frutos por cacho, ráquias e de ráquias por cacho) e da biometria (comprimento e diâmetro) dos frutos e diásporos, bem como, o peso de 100 frutos e diásporo e peso por unidade foram submetidos à análise estatística descritiva utilizando o programa estatístico SISVAR, calculando-se a média, desvio padrão, variância, coeficiente de variância, valores de máximo e mínimo e frequência relativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características dos cachos e peso de cem frutos

Pela distribuição da frequência (Figura 1) pode-se inferir que a mesma é diferenciada para o número de frutos por cacho (NFC), de ráquulas por cacho (NRC) e de frutos por ráquulas (NFR) da espécie *Syagrus coronata*. Com relação ao número de frutos por cacho (Figura 1A) verificou-se uma amplitude de variação de 76 a 646, contudo, 50% dos cachos analisados possuíam um número de frutos entre 304 a 417 e tendência para uma distribuição normal.

Para o número de ráquulas por cacho (Figura 1B) o comportamento foi assimétrico à direita, pois grande parte das ráquulas foram agrupadas em duas classes com os seguintes intervalos: 35,5-40,40 e 40,5-45,5 mm correspondendo a 40 e 30% das amostras avaliadas, respectivamente. A frequência do número de frutos por ráquulas se distribuiu sem tendência definida dos intervalos, não permitindo identificar uma classe que agrupasse maior quantidade de frutos (Figura 1C).

Os resultados encontrados foram muito variados e esta variação ocorre entre e dentro das espécies de palmeiras, como é o caso do licuri, o que provavelmente esteja associado às características genéticas das plantas selecionadas para a coleta dos frutos. Contudo, alguns caracteres podem expressar baixa variabilidade como foi evidenciado para o número de ráquulas por cacho de *S. coronata*. Na espécie *Oenocarpus mapora* H. Karsten as características referentes ao rendimento de frutos e número de ráquulas por cacho se destacaram com os maiores valores de repetibilidade, demonstrando regularidade entre as medições e expressando um bom controle genético dessas variáveis (OLIVEIRA e MOURA, 2010).

De acordo com Piña-Rodrigues e Piratelli (1993) fatores como temperatura, fotoperíodo, umidade do solo, impactos por predadores, influências genéticas e hormonais podem afetar a produção total de frutos e a sincronia de frutificação entre as plantas. Segundo Reis et al. (2010) o ano e local de produção também podem exercer influências sobre estas variáveis analisadas.

A variabilidade elevada para o peso total de frutos por cacho e o número de frutos estimados por cacho da espécie *Euterpe precatoria* Mart. pode está relacionada aos fatores variabilidade interanual, local do indivíduo, variação genética e diferença de

polinização entre inflorescências, além daqueles referentes à queda e dispersão dos frutos (ROCHA, 2004). De forma semelhante, Oliveira e Fernandes (2001) também constataram ocorrência de variabilidade genética entre os genótipos de *Euterpe oleracea* Mart., para o número de frutos por cacho, o número de ráquilas por cacho e o peso médio do fruto.

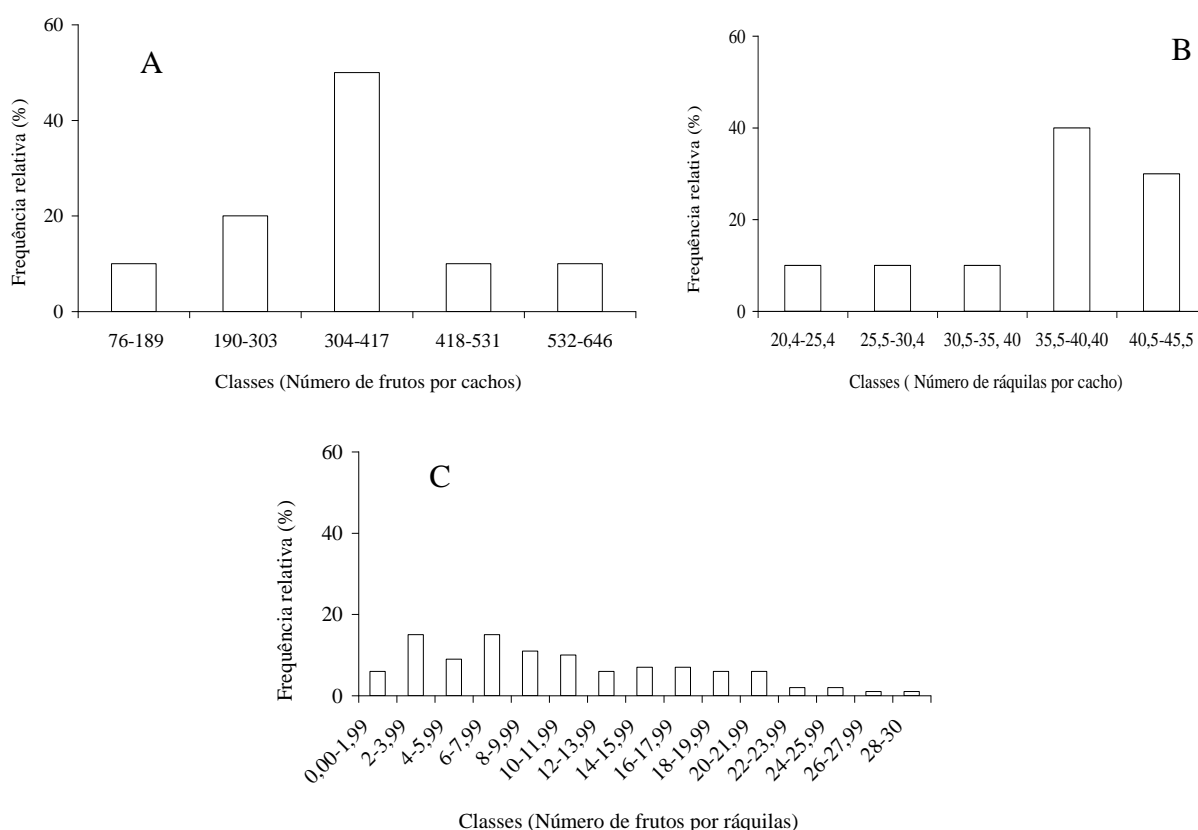


Figura 1. Frequência relativa do número de frutos por cacho (A), ráquilas por cachos (B), e frutos por ráquilas (C) de *S. coronata*.

Pelos dados da Tabela 1, referentes ao número de frutos por cachos, ráquilas por cacho e frutos por ráquila de *S. coronata* constatou-se que um cacho de licuri tem em média 356 frutos, sendo cada cacho composto por aproximadamente 36 ráquilas e 10 frutos por ráquila. Entretanto, a variação é elevada no que se refere ao número de frutos por cacho (NFC) e o número de frutos por ráquilas (NFR), uma vez que os valores de máximo e mínimo são discrepantes (589-133; 29-1) e os coeficientes de variação elevados (37 e 65,63, respectivamente).

O valor médio do número de frutos por cacho de licuri (356) produzidos em Caetés pode ser considerado baixo quando comparado aos resultados de Crepaldi et al. (2001) para a mesma espécie, cujos frutos foram coletados em Mairi (BA) que foi de 1.357 frutos e elevado se relacionado aos obtidos para a espécie *Syagrus vagans*, em que foi constatado uma média de 103,3 frutos por cacho (LOPES, 2007). Para outras espécies de palmeira como *Euterpe oleracea* Mart. Oliveira e Fernandes (2001) também identificaram um valor médio elevado (1.311,7) para o número de frutos por cacho. Da mesma forma, Rocha (2004) verificou uma média de 2.673 frutos por cachos de *Euterpe precatoria* Mart. Esta variação na produção de frutos entre as espécies pode ser atribuída aos fatores genéticos que determinam o potencial produtivo das plantas e variações ambientais que podem influenciar diretamente a quantidade de frutos produzidos.

Pelos parâmetros estatísticos correspondentes ao coeficiente de variação (CV%) de 15,98 e os valores de máximo e mínimo de (43-23) é possível afirmar que o número médio de ráquias por cacho expressou menor variabilidade. Para as espécies de palmeiras *Euterpe oleracea* Mart. (OLIVEIRA e FERNANDES, 2001) e *Oenocarpus mapora* H. Karsten. (OLIVEIRA e MOURA, 2010) também verificaram menor variabilidade nesta característica, com valores médios de ráquias por cacho de 88, 6 e 45,17 e coeficiente de variação de 7,8 e 10,13%, respectivamente.

Com relação ao peso médio de 100 frutos e diásporos constatou-se que os valores de 1.056,25g (frutos) e 472,5g (diásporos) são bastantes confiáveis devido à baixa variabilidade dos dados constatada pelo coeficiente de variação de 2,67 e 4,19 e os valores de máximo e mínimo de (1.090-1.010) e (500-450), respectivamente (Tabela 1), sendo necessários aproximadamente 95 frutos e uma média de 212 diásporos para se obter um quilograma.

Considerando o valor médio do peso de 100 frutos e diásporos de licuri, verificou-se que os mesmos foram bem acima dos valores encontrados por Lopes (2007) para a espécie *Syagrus vagans*, sendo computados 206 frutos e 382,2 diásporos para se obter 1kg. Enquanto Batista et al. (2011) constataram que 1 kg de frutos de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc continha 77 diásporos e acrescentaram que fatores genéticos e climáticos, estágio de maturação dos frutos e teor de água dos diásporos podem interferir na quantidade de sementes/Kg.

Tabela 1. Caracterização do número de frutos, ráquilas por cacho, frutos por ráquilas e peso médio de 100 (frutos e diásporo) de *S. coronata*.

Parâmetros estatísticos	NFC	NRC	NFR	Fruto	Diásporo
Média	356	36	10	1.056,25 g	472,5 g
Desvio padrão	133,77	5,82	6,62	28,25g	19,83g
Variância	17,895	33,82	41,16	798,21	392,86
CV%	37	15,98	65,63	2,67	4,19
Máximo	589	43	29	1.090,0g	500g
Mínimo	133	23	1	1.010,0g	450g

NFC = Número de frutos por cacho; **NRC**= Número de ráquilas por cacho; **NFR**= Número de frutos por ráquila.

Para a espécie *Oenocarpus mapora* H. Karsten, Oliveira e Moura (2010) observaram grande variação no peso total do cacho e de fruto por cacho e sugeriram que a variação de insetos polinizadores pode afetar a taxa de fecundação das flores e, fatores como pluviosidade e luz influenciam tais características, induzindo a uma maior variabilidade.

A determinação da produção de frutos por cacho das espécies de palmeiras é de suma importância, principalmente daquelas cujos frutos possuem diversas utilidades, como é o caso do licuri, pois a produção de frutos influencia diretamente na produção total, determinando assim, a viabilidade do cultivo da espécie.

A produção média anual em um licurizal nativo é de 2.000 Kg/ha de frutos, no entanto, a mesma diminui nos anos de pluviosidade abaixo da média, mas sempre ocorre de maneira estável. Quando o manejo da espécie é adequando (podas das folhas velhas, capinas das plantas daninhas) a produção de frutos pode alcançar até 4.000 Kg/ha (DRUMOND, 2007).

Tendo em vista que os frutos da espécie *S. coronata* foram coletados em área de ocorrência natural na região e, considerando as condições climáticas de Caetés/PE, os valores obtidos referentes à caracterização dos cachos foram satisfatórios e podem ser ainda mais elevados se a espécie for cultivada adequadamente como lavoura regular na região e, como esta espécie já está adaptada às condições climáticas do local pode ser uma fonte de renda para as comunidades rurais.

3.2 Biometria e peso médio de fruto e diásporo

A frequência relativa do comprimento, diâmetro e peso médio de fruto e diásporo de *S. coronata* encontram-se na Figura 2. Para o comprimento dos frutos constatou-se uma variação de 25,88 a 36,54 mm, entretanto, os valores mais frequentes foram encontrados nos intervalos de 27,40; 28,93 e 30,45mm, sendo registrados percentuais de 16, 24, 17 %, respectivamente, totalizando 57,5 % dos dados analisados. Para o diâmetro dos frutos foi verificado pela frequência relativa que não houve uma classe única que expressasse essa característica biométrica da espécie, pois na amostra estudada ocorreram muitas classes com poucos frutos (Figura 2A-B).

O comprimento do diásporo evidenciou uma distribuição semelhante ao observado para o comprimento do fruto, cujos valores mais frequentes foram encontrados em três classes 25,99; 27,43 e 28,86 mm, variando de 14,51 a 34,60 mm, correspondendo a uma amplitude de 20,09 mm, enquanto o seu diâmetro foi menos variável e concentrando a maior parte dos diásporos no intervalo de classe entre 16,04 a 17,70 mm, totalizando 70% dos dados amostrados (Figura 2B-C). Com relação ao peso médio de fruto e diásporos, os valores mais frequentes foram obtidos nos intervalos de 8,53 a 9,10 e 4,35 a 4,61 mm, respectivamente. Porém, constataram-se quantidades consideráveis de frutos e diásporos em classes com valores bem inferiores e superiores aos verificados nas classes acima especificadas (Figura 2D-E).

O número de classes utilizado permitiu identificar a variabilidade nesses caracteres, pois, a distribuição da frequência deve ter um número de classes adequado, ou seja, nem grande nem pequeno para não prejudicar a interpretação do fenômeno em estudo. Desta forma, o agrupamento dos dados em classes tornou visíveis as diferenças existentes entre o comprimento, diâmetro e peso dos frutos e diásporos de licuri colhidos de plantas distanciadas poucos metros entre si e essas diferenças podem ser atribuídas à variabilidade genética existente entre as matrizes escolhidas para coleta dos frutos.

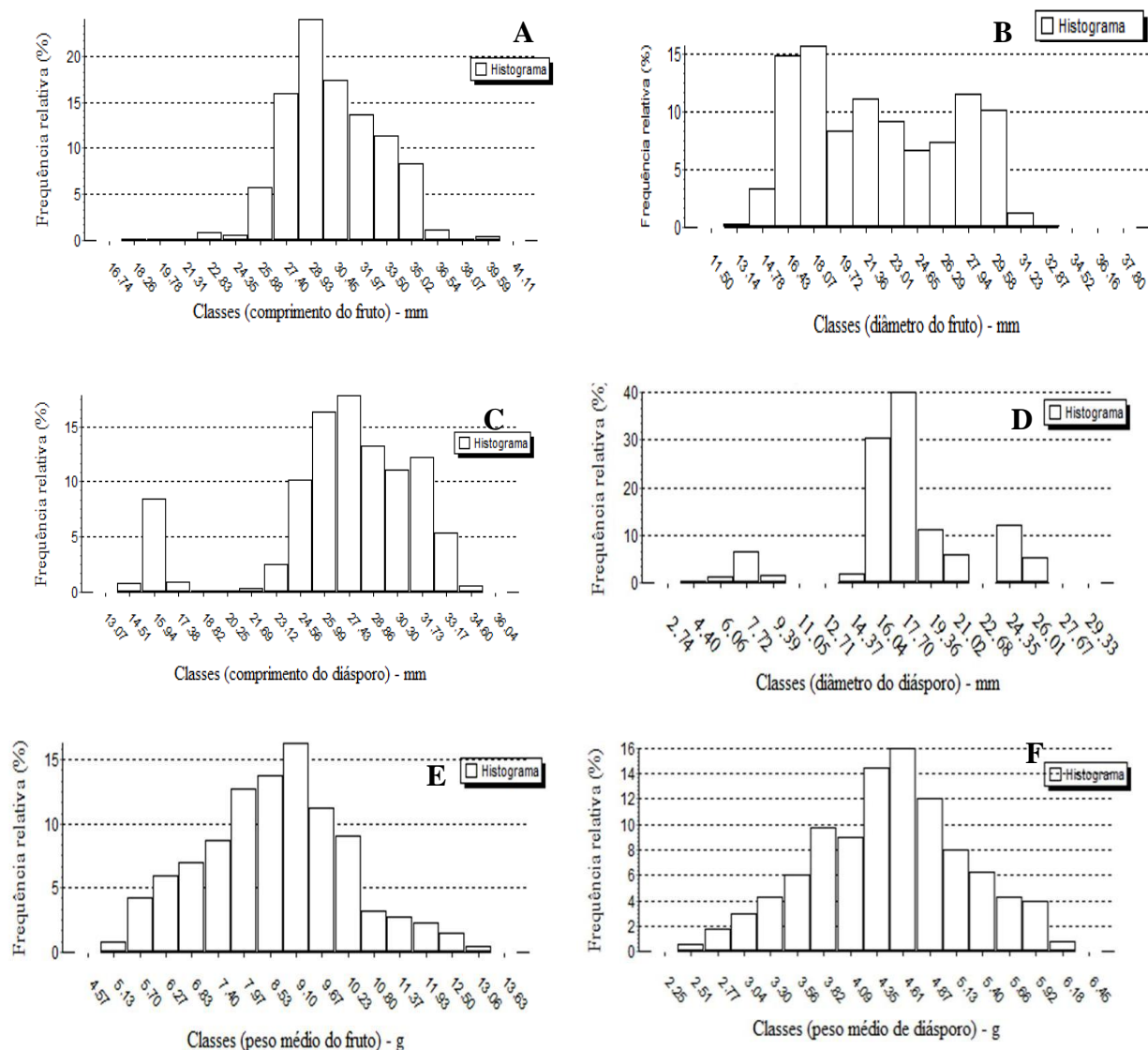


Figura 2. Frequência relativa do comprimento (A) e diâmetro do fruto (B), comprimento (C) e diâmetro do diásporo (D), peso do fruto (E) e diásporo (F) de *S. coronata* (Mart.) Becc.

Segundo Hamrick et al. (1992) diversos fatores podem influenciar no nível de diversidade genética nas plantas, como sua biologia reprodutiva que, por sua vez, determina os padrões de cruzamento e dispersão de genes, além da distribuição geográfica que desempenha importante papel na variação genética entre e dentro das populações. Neste sentido, Linhart et al. (1981) mencionaram que a diferenciação genética dentro de uma população ou mesmo entre populações de uma espécie pode

ocorrer a distâncias relativamente pequenas, sendo esse fato confirmado por Buttow et al. (2010) para os genótipos de *Butia capitata*, em que a maior parte da variação molecular (83,68%) ocorreu dentro das populações.

A biometria dos cachos, frutos e sementes de licuri, colhidos em Caetés-PE, permitiu identificar diferenças existentes entre as plantas distanciadas a poucos metros entre si, pois, a descrição biométrica de sementes e frutos é de grande importância para detectar a variação genética dentro de populações de uma mesma espécie ou diferenciar espécies do mesmo gênero, além de fornecer informações para a caracterização dos aspectos ecológicos como o tipo de dispersão, agentes dispersores e o estabelecimento de plântulas (GUSMÃO et al., 2006; MACEDO et al., 2009).

O valor médio do comprimento do fruto (Tabela 2) foi de 30,22 mm, com valores máximo e mínimo de 39,59 e 18,26 mm, respectivamente. Considerando o CV% (9,87) pode-se afirmar que a média obtida se aproxima dos valores reais para o comprimento dos frutos de licuri. Enquanto que em relação ao seu diâmetro, a média de 22,18 mm é pouco confiável, pois o CV% expressou um valor alto (21,6) que demonstra a variabilidade desta característica biométrica, sendo os valores de máximo e mínimo (36,16 e 13,14) bastante discrepantes. Os resultados encontrados foram bem superiores aos de Crepaldi et al. (2001) para os frutos desta mesma espécie colhidos em Mairi (BA), cujo comprimento e diâmetro médios foi de 20 e 14 mm, respectivamente.

Para o comprimento e diâmetro do diásporo, verificaram-se médias de 26,99 e 16,56 mm, CV% (16,68 e 19,98), e valores de máximo e mínimo de 34,60 e 14,51 e 27,67 e 4,40, cuja amplitude foi de 20,09 mm para o comprimento e 23,27 mm para o diâmetro, sendo consideradas pouco confiáveis para representar adequadamente estas características da espécie estudada. De forma semelhante, o peso médio do fruto (8,64g) e endocarpo (4,47g) obtiveram CVs% de 18,3 e 16,77% e valores de máximo e mínimo (13,06 a 5,13 e 4,9 a 2,51, respectivamente), expressando elevada variabilidade dos dados (Tabela 2).

Considerando o peso médio do fruto e do endocarpo, pode-se inferir que aproximadamente 48% corresponde à parte composta pelo epicarpo e mesocarpo em relação ao peso do fruto inteiro, levando a concluir que os frutos de licuri tem elevado rendimento de polpa (4,17g) por fruto. Esse valor é bastante próximo do encontrado por Crepaldi et al. (2001) para o peso médio da polpa de um fruto desta mesma espécie que

foi de 4,26g. Segundo Moura et al. (2010) as avaliações biométricas de frutos são bastante úteis porque permite identificar frutos com maior quantidade de polpa, sendo mais valorizados para indústria de sulcos, licores, entre outros.

Tabela 2. Características biométricas e peso médio de frutos e diásporos de *S. coronata*.

Parâmetros estatísticos	C. fruto	D. fruto	P. fruto	C. diá	D. diá	P. diá
Média	30,22 mm	22,18 mm	8,64g	26,99 mm	16,56 mm	4,47 g
Desvio padrão	2,83	4,79	1,58	4,50	3,31	0,75
Variância	8,01	22,96	2,5	20,25	10,95	0,56
CV%	9,37	21,6	18,3	16,68	19,98	16,77
Máximo	39,59	36,16	13,06	34,60	27,67	4,9
Mínimo	18,26	13,14	5,13	14,51	4,40	2,51

C. fruto= comprimento de frutos, **D. fruto**= diâmetro do fruto, **P. fruto**= peso do fruto, **C. diá**= comprimento do diásporo, **D. diá**= diâmetro do diásporo, **P. diá**= peso do diásporo.

As características biométricas de frutos e diásporos, bem como, seus respectivos pesos são bastante variáveis na família Arecaceae, no próprio gênero *Syagrus* e ainda dentro da própria espécie, como foi observado na espécie estudada. Para os frutos de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc., Batista et al. (2011) identificaram formato elipsóide, comprimento médio do endocarpo de 43,94 mm e diâmetro médio de 25,16 mm, sendo bem superior aos encontrados no presente trabalho (Tabela 2).

Os frutos de *Syagrus vagans* (Bondar) Hawkes avaliados por Lopes (2007) tem peso médio variando de 6 a 8 g, comprimento de 2,88mm e diâmetro de 1,71mm, enquanto o diásporo tem 2,52 e 1,34mm de comprimento e diâmetro, respectivamente. Para outras espécies de palmeiras, pelas características biométricas também foi possível identificar variação para os frutos, a exemplo de *Bactris gasipaes* Kunth (FERREIRA, 2005) e *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. (SANJINEZ-ARGANDOÑA e CHUBA, 2011).

Os frutos de licuri quando localizados na parte inferior do cacho geralmente possuem tamanho reduzido, o que também pode ter contribuído para o aumento dos coeficientes de variação e elevar a diferença entre os comprimentos e diâmetros dos frutos e diásporos, sendo possível afirmar que os frutos da referida espécie, colhidos em

Caetés-PE têm tamanhos e formas variadas, concordando com trabalhos realizados para outras espécies a exemplo de Lopes (2007) com frutos de *Syagrus vagans* (Bondar A.D.Hawkes cujo formato variou de ovóides a elipsóides.

3.3. Morfologia do fruto, diásporo e semente

O fruto de *S. coronata* é uma drupa carnosa, cuja coloração varia de verde claro a escuro quando imaturos, tornando-se amarela ou laranja no amadurecimento, e geralmente essa mudança de coloração inicia-se na base do fruto estendendo-se até o ápice (Figura 3A). Os quais são monospermicos, raramente dispérmico, com tamanhos e formatos variados; a base do fruto pode ser plana, truncada ou arredonda; o ápice é mamiforme, arredondado ou pontiagudo, devido estas variações os frutos podem ter formatos que variam de globosos, ovóides a elipsóides (Figura 3A, Tabela 2). O perianto e estigma são persistentes de cor acinzentada e amarronzada, respectivamente, permanecendo no fruto até a maturação, sendo, portanto uma característica comum ao gênero, conforme observados por Lopes (2007) para *Syagrus vagans*; *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (ARAÚJO et al., 2000); *Bactris gasipaes* Kunth (FERREIRA, 2005); *Oenocarpus minor* Mart. (MENDONÇA et al., 2008) e em *Butia capitata* (Mart.) Beccari (MOURA et al., 2010).

O fruto é dividido em três camadas distintas, epicarpo, mesocarpo e endocarpo, que juntas formam o pericarpo (Figura 3B), o epicarpo é fibroso, externamente liso e desprovido de pelos, com uma mancha ferrugínea na região apical contornando todo ápice do fruto (Figura 3A), sendo uma característica marcante na espécie que surge nos frutos ainda jovens. Araújo et al. (2000) também verificaram indumento ferrugíneo nos frutos de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart., sendo que este se encontrava quase na totalidade do fruto.

O mesocarpo quando maduro tem coloração amarelada ou alaranjada é mucilaginoso, fibroso (Figura 3A), o endocarpo é lignificado, possui coloração amarronzada e tem formato e tamanho variável de acordo com as características morfológicas do fruto, variando de globoso a elipsóide, na sua superfície encontram-se as fibras mesocárpicas distribuídas longitudinalmente, concentrando-se ao redor dos três poros basais (Figura 3B e C). A presença e distribuição longitudinal das fibras no

endocarpo foram identificadas por Lopes (2007) em *Syagrus vagans* e por Araújo et al. (2000) em *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. e *Euterpe precatoria* Mart. (AGUIAR e MENDONÇA, 2003).

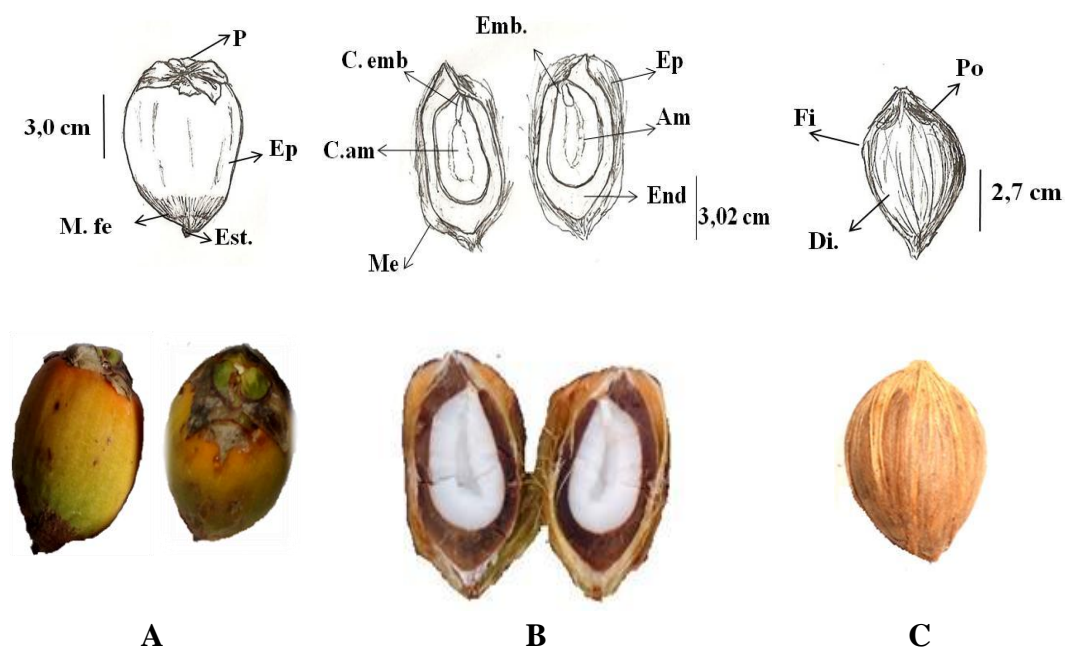


Figura 3. Morfologia do fruto de *S. coronata*. Fruto (A), Corte longitudinal do fruto (B), Diásporo (C). Perianto (p), Mancha ferrugínea (M.fe), Estigma (Est), Epicarpo (Ep), Mesocarpo (Me), Diásporo (Di), Embrião (Emb.), Cavidade do emb. (C. emb.), Amêndoa (Am), Cavidade da amêndoa (C. am), Fibras (Fi), Poro (Po).

A semente, sem aderência ao endocarpo, mede aproximadamente 1,5 cm de comprimento com formato variando de redondo a ovóide, de coloração externa amarronzada, textura fina a rugosa com ranhuras marcantes e estreitas que correspondem à ramificação da rafe, sendo esta visível, disposta longitudinalmente do ápice até a base onde se encontra a micrópila (Figura 4A). Araújo et al. (2000) também identificaram a presença de ranhuras, rafe e opérculo na semente da espécie *Attalea maripa* (Aubl.) Mart., porém, esta se encontrava fortemente aderida ao endocarpo.

Internamente a semente é sólida, espessa, rica em óleo, de consistência dura e coloração branca, tornando-se prateada quando envelhecida, ocupa grande espaço no endocarpo, nela, é visível uma cavidade interna bem saliente (Figura 4B), quando comparada com a cavidade da semente de *Syagrus vagans* observado por (LOPES, 2007) e de *Euterpe precatória* Mart, constatado por Aguiar e Mendonça, (2003).

O embrião é pequeno, com aproximadamente 0,3 cm de comprimento e 0,10 cm de diâmetro e está inserido na base no endosperma, logo abaixo da micrópila, direcionado para um dos poros presentes na parte basal do endocarpo com coloração branca na parte apical e amarelada na parte basal, verificando-se duas regiões distintas, uma proximal voltada para micrópila a qual se desenvolverá o pecíolo cotiledonar para fora da semente durante a germinação e outra distal, que por sua vez, corresponde futuramente ao haustório que se desenvolve a medida que o eixo vai crescendo (Figura 4A-C), estas duas regiões também foram verificadas por Ferreira (2005) durante a germinação das sementes de *Bactris gasipaes* Kunth. e por Oliveira et al. (2010) quando estudaram o aspecto anatômico do embrião de *Oenocarpus minor* Mart..

A diferença entre estas duas regiões no embrião das sementes de licuri são claramente visíveis devido ao leve estreitamento na sua parte mediana, contudo, o mesmo tem forma indefinida, uma vez que, a parte proximal é cilíndrica e a distal mais arredondada (Figura 4C). De forma geral, Magalhães (2011) afirmou que o embrião das sementes de palmeiras possui formato cônico, cilíndrico ou ovóide, sendo indiviso e pequeno, principalmente quando comparado ao tamanho da semente.

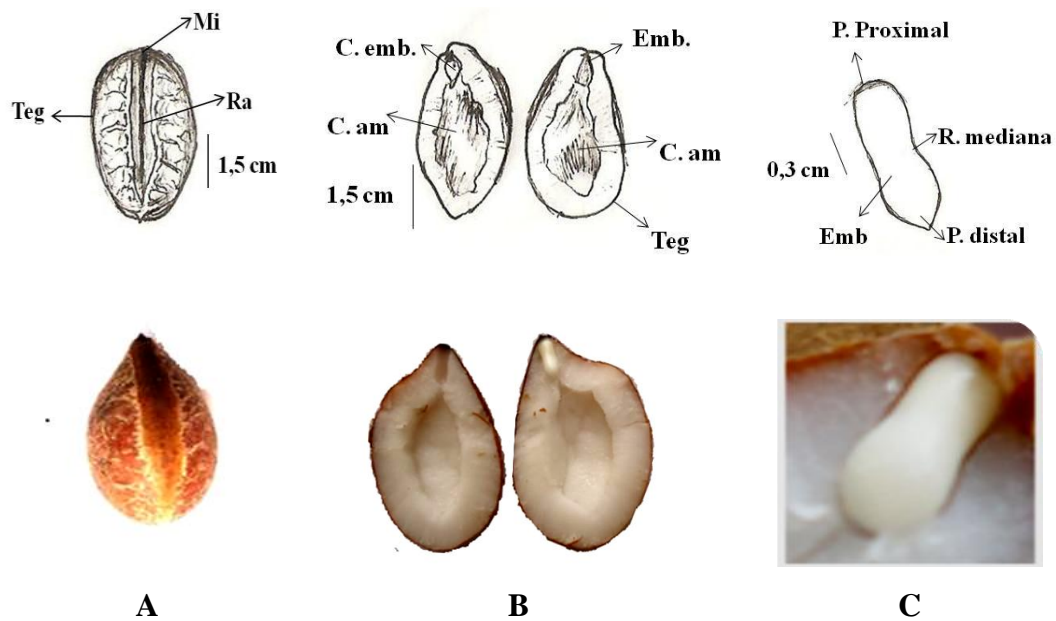


Figura 4. Morfologia da semente de *S. coronata* (Mart.) Becc., Semente (**A**), Corte longitudinal da semente (**B**), Embrião (**C**). Micrópila (**Mi**), Tegumento (**Teg**), Rafe (**Ra**), Cavidade de embrião (**C. emb.**), Embrião (**Emb.**) Cavidade da semente (**C. am**), Parte proximal (**P. proximal**), Região mediana (**R. mediana**), Parte distal (**P. distal**).

A forma e o tamanho do embrião, bem como, a posição que ocupa no endosperma são bastante variados nas sementes de palmeiras. O embrião de *Oenocarpus minor* Mart. localiza-se na posição central da região basal da semente, medindo em média 9 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro (OLIVEIRA et al., 2010). O embrião de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. foi descrito por Batista et al. (2011) como lateral, periférico, reto e pouco diferenciado, com aproximadamente 2,76 mm de comprimento, com uma elevação central por onde emergirá a raiz primária.

3.5. Morfologia da germinação

A germinação de *S. coronata* iniciou-se aos 15 dias após a sementeira e é marcada pelo crescimento do pecíolo cotiledonar, uma estrutura cilíndrica que se assemelha a uma raiz primária, de coloração amarela esbranquiçada que traz no seu interior o eixo embrionário (Figura 5 A-C), sendo denominada por Damião Filho (2005) como o embrióforo. O processo germinativo é lento e desuniforme, uma vez que o desenvolvimento do pecíolo cotiledonar é diferenciado e a porcentagem de germinação é baixa (10% aos 15 dias) atingindo 30% aos 60 dias.

Aos trinta dias após a germinação, o pecíolo cotiledonar torna-se mais alongado, com aproximadamente 7 cm de comprimento e cor amarelada, neste estágio são verificados pequenos pontos na parte inferior do pecíolo cotiledonar na mesma tonalidade da raiz, marcando a diferenciação inicial da raiz primária e de raízes laterais (Figura 5C). Aos quarenta e cinco dias verifica-se a diferenciação da raiz primária, crescimento de raízes laterais e a presença do nó plumular-radicular de cor semelhante ao da raiz, sendo caracterizado pelo estreitamento na base da raiz, separando a plântula em duas partes, raiz e parte aérea. Acima deste, surge uma fenda longitudinal e em seguida emerge o primeiro catáfilo de coloração branca-amarelada, alongado e com ápice pontiagudo (Figura 5D-E), neste, ocorre uma abertura apical, para protrusão do segundo catáfilo, na mesma tonalidade do primeiro, quando atinge a superfície do solo torna-se verde, tem forma mais alongada que o primeiro e o ápice pontiagudo (Figura 5F). Os dois primeiros catáfilos são folhas modificadas, desprovidas de limbo, que em seu interior se encontra o primeiro eófilo e nesta etapa, o pecíolo cotiledonar juntamente com a raiz medem aproximadamente 10 cm, e as raízes laterais de cor semelhante ao da raiz primária se encontram em um estágio mais desenvolvido, no entanto, ainda muito pequenas.

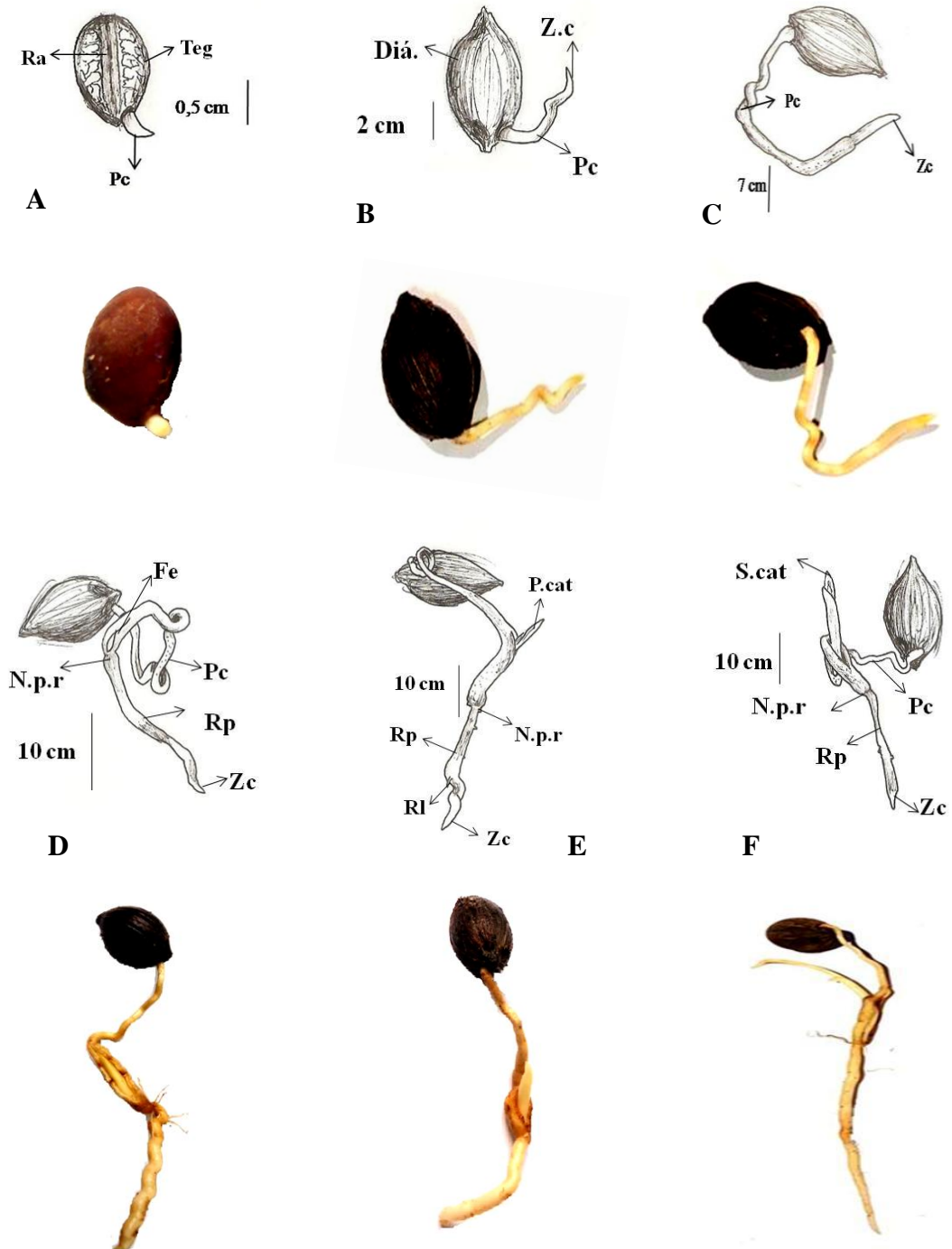


Figura 5. Fases da germinação e formação da plântula de *S. coronata* (Mart.) Becc., aos 15 (A e B), 30 (C) e aos 45 dias (D-F). Rafe (**Ra**), Tegumento (**Tg**), Diásporo (**Diá.**), Pecíolo cotiledonar (**Pc**), Fenda (**Fe**), Raiz primária (**Rp**), Nó plumular-radicular (**N.p.r**), Primeiro catáfilo (**P.cat**), Segundo catáfilo (**S.cat.**), Raiz lateral (Rl), Zona de crescimento (**Zc**).

Aos sessenta dias surge o primeiro eófilo desenvolvido e devido à germinação lenta e desuniforme das sementes dessa espécie, as plântulas se encontram em fases diferentes de desenvolvimento, em algumas, o eófilo ainda está fechado, em outras, expandido, além daquelas, cuja folha jovem (eófilo) permanece dentro dos catáfilos pelo fato dos mesmos ainda permanecerem fechados (Figura 6A-C). O primeiro eófilo é inteiro, linear, lanceolado, com ápice agudo e coloração verde escura, a raiz primária tem cor amarelada, é forte e persistente e as raízes laterais são simples e curtas com coloração semelhante a da raiz primária (Figura 6D). Nesta fase, as plântulas medem aproximadamente de 11 a 13 cm de comprimento, as raízes laterais estão mais desenvolvidas, com a presença de pelos absorventes e, o pecíolo cotiledonar juntamente com o endocarpo continuam aderidos à plântula, pois esta, ainda depende das reservas da semente.

A germinação é do tipo remota tubular, assim designada pelo fato do eixo embrionário se desenvolver a uma certa distância da semente, além da presença de uma bainha cotiledonar aberta na base do caule, também é considerada como criptocotiledonar, pois o limbo cotiledonar permanece dentro da semente e é hipógea, devido o pecíolo cotiledonar e a semente permanecerem abaixo do substrato durante o processo de germinação (Figura 6 A-D). Nos estudos realizados por Henderson (2006) a germinação das sementes de palmeiras foi classificada em três tipos; remota tubular, remota ligular e adjacente ligular, enquanto que Costa e Marchi (2008) mencionaram apenas dois tipos: germinação adjacente e remota.

A germinação das sementes de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (BATISTA et al., 2011), de *Phoenix dactylifera* (DAMIÃO FILHO, 2005; HENDERSON, 2006), *Caryota mitis* Lour (CARVALHO e AOYAMA, 2007) e de *Syagrus vagans* (Bondar) (LOPES, 2007) também foi descrita como remota tubular e, para a espécie *Archontophoenix cunninghamii* H. Wendl., Luz et al. (2012) classificaram a germinação das sementes como adjacente ligular. Assim, torna-se imprescindível o estudo das características morfológicas das plântulas na sua fase inicial de desenvolvimento, uma vez que a germinação e as mudanças morfológicas que ocorrem nas mesmas são bastante diferentes e muitas vezes, específica de uma determinada espécie, ou podem ser comum entre as espécies de uma mesma família, conforme observado nestes trabalhos.

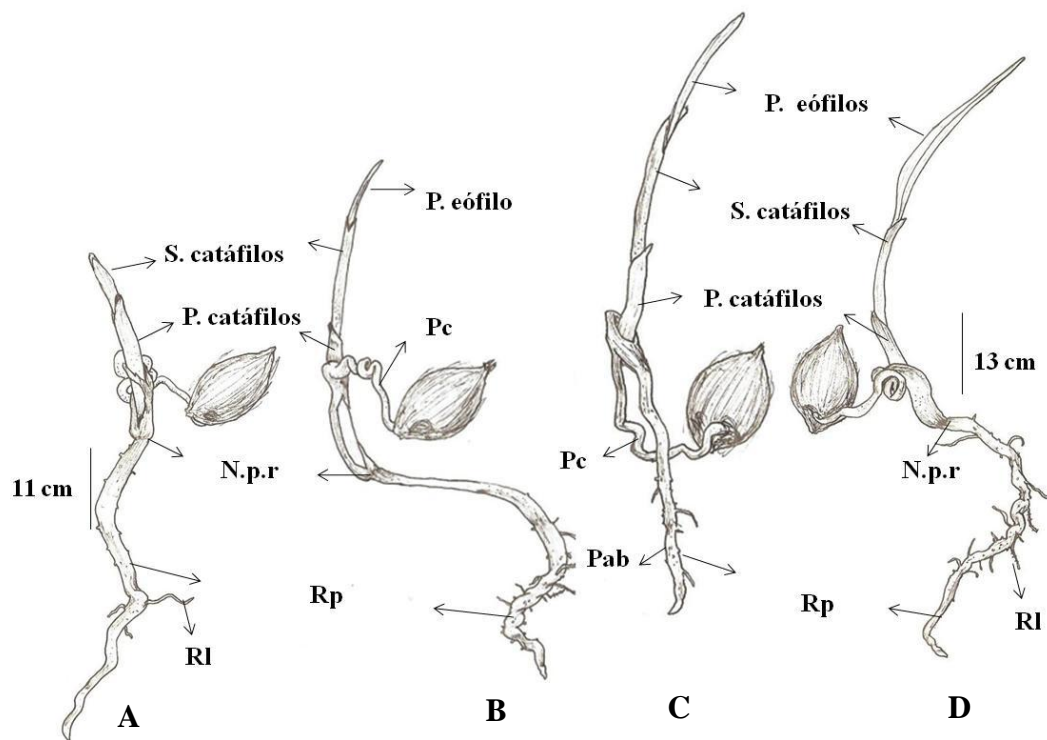


Figura 6. Morfologia da germinação de *S. coronata* (Mart.) Becc, aos 60 dias. Primeiros catáfilos (**P.catáfilos**), Segunda catáfilo (**S.catáfilos**), Nó plumular-radicular (**N.p.r**), Raiz primária (**Rp**), Raízes laterais (**Rl**), Pecíolo cotiledonar (**Pc**), Pelos absorventes (**Pab**), Primeiro eófilo (**Pf**), Raízes laterais (**Rl**). Catáfilos fechados (**A**), Eófilos fechados (**B** e **C**), Eófilo expandido (**D**).

3.6. Morfologia da muda

Na figura 7 estão descritas as características morfológicas das mudas de licuri desenvolvidas durante 360 dias após a germinação. O crescimento das plantas é bastante lento e aos 180 dias medem aproximadamente 18 cm de altura, neste estágio as duas folhas estão completamente expandidas, glabras, de cor verde escuro. A primeira tem características morfológicas diferente da segunda, pois a mesma é fina, lanceolada, pontiaguda, com nervuras finas e paralelas, enquanto a segunda folha possui o limbo mais largo na parte basal e a medida que se aproxima do ápice se verifica um estreitamento, conferindo-lhe uma característica pinada, as nervuras são finas e paralelas, o pecíolo cotiledonar, diásporo e os dois catáfilos se encontram secos, mas ainda permanecem aderidos à planta (Figura 7A).

Aos 180 dias a raiz primária se encontra bastante desenvolvida, com raízes laterais finas, alongadas e o sistema radicular, que antes era de cor amarelo creme nesta fase tem uma coloração marrom claro, tanto na raiz primária como nas laterais, sendo visível uma quantidade elevada de pelos absorventes pequenos, na mesma tonalidade das raízes, distribuídos de forma aleatória tanto nas raízes velhas como naquelas em desenvolvimento (Figura 7A-B).

A muda de licuri com um ano de permanência no viveiro se encontra com uma altura média de 25 cm, quatro folhas desenvolvidas e nesta etapa, a planta evidencia maior crescimento e desenvolvimento em relação à etapa anterior com o surgimento de novas estruturas (Figura 7B). Neste estágio, o sistema radicular fasciculado se encontra bastante desenvolvido e as raízes secundárias crescem lateralmente à raiz primária, surgindo do nó plumular-radicular com coloração amarelada e quando mais velhas se tornam amarronzadas, grossas, resistentes e cilíndricas com a região de crescimento pontiaguda (Figura 7B). Estas são bem mais desenvolvidas que a raiz primária, que por sua vez, tem o seu crescimento reduzido e evidencia-se um aumento do desenvolvimento das raízes laterais e pelos absorventes, como pode ser constatado na Figura 7B.

As folhas têm filotaxia alternada, limbo largo, inteiro, ápice pontiagudo, cor verde intensa e nervuras largas, bastante visíveis, dispostas paralelamente no sentido longitudinal (Figura 7B), cujas características são diferentes das folhas da planta adulta,

que são distribuídas em espiral ao longo do fuste, com limbo partido, folíolos finos e compridos inseridos opostamente ao logo da nervura central.

As palmeiras são monocotiledôneas e tem sistema radicular fasciculado, contudo, no início do desenvolvimento das plântulas de licuri, a raiz primária é bastante desenvolvida e resistente, permanecendo na planta por um período de um ano, sendo uma característica marcante nas plântulas oriundas de sementes com germinação remota (Figura 7A-B). Esta característica relacionada ao desenvolvimento da raiz primária das plântulas de *S. coronata* corresponde a um mecanismo de sobrevivência da espécie pelo fato da mesma está adaptada às condições climáticas desfavoráveis, pois as plantas tendem a se estabelecer no campo antes da parte aérea atingir a superfície do solo.

Pelas características morfológicas é possível indicar 360 dias como sendo um tempo ideal de permanência das mudas de licuri no viveiro, uma vez que, nesta fase a planta possui folhas e sistema radicular bem desenvolvido, o que conferirá uma maior resistência e possibilidade de sobrevivência.

A descrição morfológica de frutos, diásporo, germinação e mudas de *Syagrus coronata* permitiram identificar características peculiares da espécie, facilitando o seu reconhecimento e identificação tanto em laboratório como no campo, além de auxiliar no conhecimento do ciclo biológico, da regeneração natural e do manejo e conservação dessa oleaginosa perene.

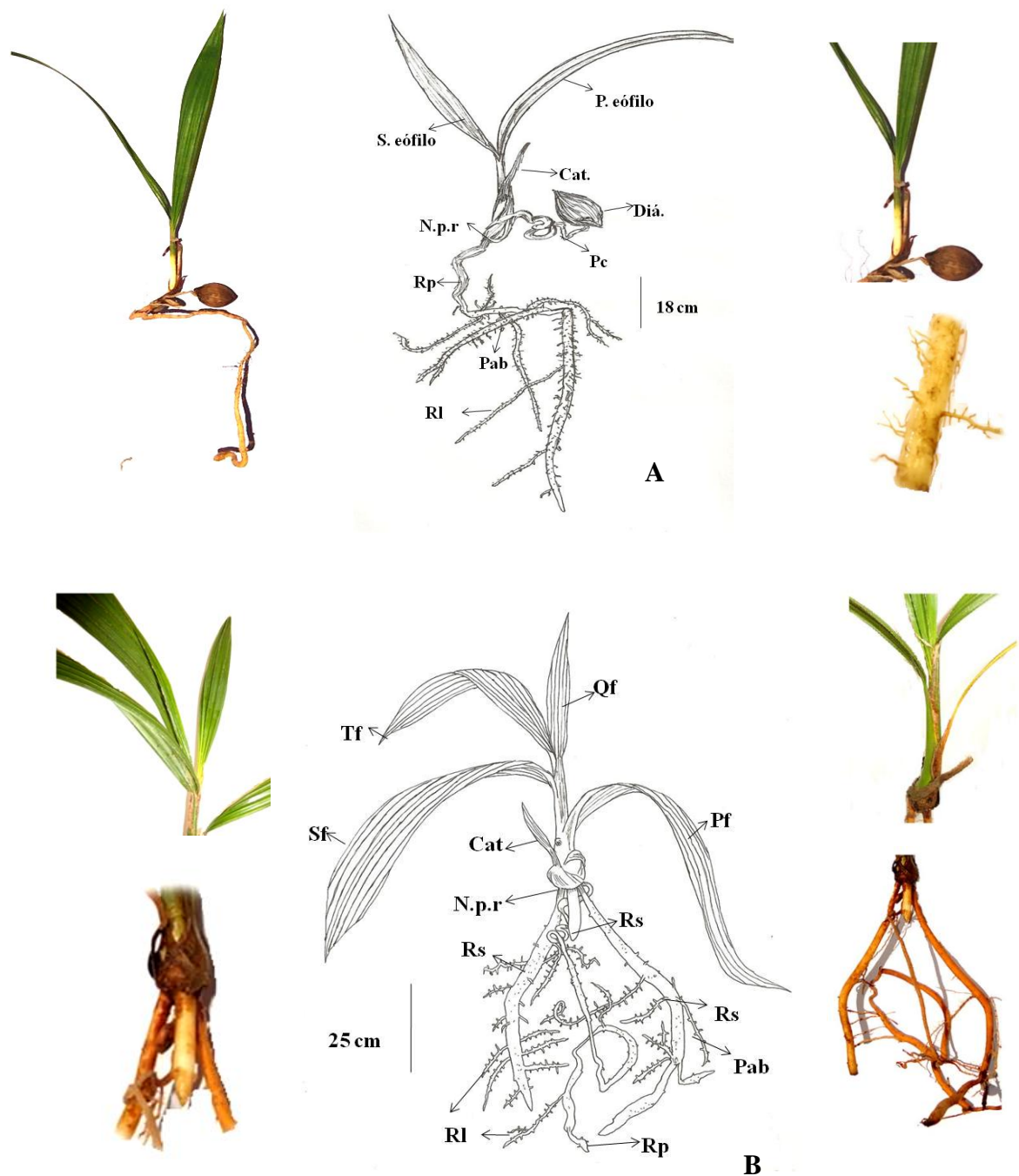


Figura 7. Morfologia da muda de *S. coronata* (Mart.) Becc, com 180 (A) e 360 dias (B), após a sementeira. Primeiro eófilo (**P. eófilo**), Segundo eófilo (**S. eófilo**), Catáfilo (**Cat.**), Diásporo (**Diá.**), Pecíolo cotiledonar (**Pc**), Raiz primária (**Rp**), Raízes laterais (**Rl**), Raízes secundárias (**Rs**), Pelos absorventes (**Pab**), Nó plumular-radicular (**N.p.r**), Primeira folha (**Pf**), Segunda folha (**Sf**), Terceira folha(**Tf**), Quarta folha (**Qf**).

4. CONCLUSÕES

1. O cacho de licuri possui em média 356 frutos, 36 ráquias e 10 frutos por ráquias e os frutos e diásporos têm formatos globosos, ovóides e elipsóides, com comprimentos e diâmetros médios de (30,22 mm e 22,18 mm) e (26,99mm e 16,56 mm), respectivamente.

2. O embrião está inserido na base do endosperma logo abaixo da micrópila, é pequeno, mede em média 3 mm de comprimento e 1,03 mm de largura, possui forma indefinida e duas regiões distintas em relação à micrópila, proximal e distal, sendo a proximal cilíndrica e a distal mais arredondada.

3. A germinação se inicia aos 15 dias após a sementeira e é marcada pela protrusão do pecíolo cotiledonar, sendo considerada hipógea, criptocotiledonar do tipo remota tubular, lenta e desuniforme se estendendo até os 60 dias quando ocorre a emissão do primeiro eófilo.

5. As mudas tem crescimento lento, com raiz principal persistente e bastante desenvolvida, o sistema radicular fasciculado é evidenciado aos 300 dias e as raízes secundárias se desenvolvem lateralmente à raiz primária, crescendo a partir do nó plumular-radicular.

6. O tempo de permanência das mudas de licuri no viveiro deve ser no mínimo de 360 dias após a germinação, antes de levá-la ao campo, em função do lento desenvolvimento da espécie.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, H.F.; GONÇALVES, N.R.; PEREIRA, M.S.; PEREIRA, D.S.; REIS, R.G.E.; BEZERRA A.M.E. Germination and morphological characterization of the fruits, seeds, and seedlings of *Pilosocereus gounellei*. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v.35, n.1, p.11-16, 2012.

AGUIAR, M.O.; MENDONÇA, M.S. Morfo-anatomia da semente de *Euterpe precatoria* Mart. (Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.1, p.37-42, 2003.

ARAÚJO, M.G.P.; LEITÃO, A.M.; MENDONÇA, M.S. Morfologia do fruto e da semente de inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart.) – Palmae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.2, p.31-38, 2000.

ARAÚJO, S.S.; MATOS, V.P. Morfologia de sementes e de plântulas de *Cassia fistula* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.13, p.217-230, 1991.

ARAÚJO-NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; PAULA, R.C. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.203-211, 2002.

BATISTA, G.S.; COSTA, R.S.; GIMENES, R.; PIVETTA, K.F.L.; MÔRO, F.V. Aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc - Arecaceae. **Comunicata Scientiae**, Teresina, v.2, n.3, p.170-176, 2011.

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília. MAPA/ACS, 2009. 395p.

BUTTOW, M.V.; CASTRO, C.M.; SCHWARTZ, M.; TONIETTO, A.; BARBIERI, R. Caracterização molecular de populações de *Butia capitata* (Arecaceae) do sul do Brasil

através de marcadores aflu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.1, p.230-239, 2010.

CARVALHO, P.C.; AOYAMA, E.M. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Caryota mitis* Lour (Arecaceae). **Revista de Biociência**, Taubaté, v.13, n.3-4, p.148-155, 2007.

CARVALHO, A.L.; FERREIRA, E.J.L.; NASCIMENTO, J.F.; REGIANI, A.M. Aspectos da biometria dos cachos, frutos e sementes da palmeira najá (*Maximiliana aripa* (Aublet) Drude) na região Leste do Estado do Acre. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.1, p.228-230, 2007.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CARVALHO, N.O.S.; PELACANI, C.R.; RODRIGUES, M.O.S.; CREPALDI, I.C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.351-357, 2006.

COSTA, C.J.; MARCHI, E.C.S. Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia, **Informativo Abrates**, Londrina, v.18, n.1,2,3, p.039-050, 2008.

CREPALDI, I.C.; MURADIAN, L.B.A.; RIOS, M.D.G.; CAMARGO PENTEADO, M.V.C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.155-159, 2001.

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

DAMIÃO-FILHO, C.F. **Morfologia vegetal**. 2ed. Revisada e ampliada. Jaboticabal: FUNEP, 2005. 172p.

DONADIO, N.M.M.; DEMATTÊ, M.E.S.P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth.). Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.1, p.64-73, 2000.

DRUMOND, M.A. **Licuri** *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Documentos 199, 16p. 2007.

FERREIRA, R.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; MALAVASI, M.M. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. - faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.3, p.303-309, 2001.

FERREIRA, S.A.N. **Pupunha**, *Bactris gasipaes* Kunth in: FERRAZ, I.D.K.; CAMARGO, J.L.C. (Eds), Manual de Sementes da Amazônia. Fascículo 5, 12p. INPA, Manaus, Brasil. 2005.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F.A.; FONSECA, E.M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonma verbascifolia* Rich. Ex. A. Juss.). **Cerne**, Lavras, v.12, n.1, p.84-91, 2006.

GROTH, D.; LIBERAL, O.H.T. **Catálogo de identificação de sementes**. Campinas: Fundação Cargil, 1988. 182p.

HAMRICK, J.L.; GODT, M.J.W.; SHERMANBROYLES, S.L. Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species. **New Forests**, Dordrecht, v.6, n.1-4, p.95-124, 1992.

HENDERSON, F.M. Morphology and anatomy of palm seedlings. **The Botanical Review**, New York, v.72, n.4, p. 273-329, 2006.

LINHART, Y.B.; MITTON, J.B.; STURGEON, K.B.; DAVIS, M.L. Genetic variation in space and time in a population of ponderosa pine. **Heredity**, Oxford, v.46, n. p.407-426, 1981.

LOPES, V.S. **Morfologia e fenologia reprodutiva do ariri (*Syagrus vagans* (Bondar Hawkes) - Arecaceae - numa área de caatinga do município de senhor do Bonfim-BA. 2007. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2007.**

LORENZI, H.; SARTORI, S.F.; BACHER, L.B.; LACERDA, M.T.C. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo *in natura***. Instituto Plantarum de Estudo da Flora, São Paulo: Nova Odessa, 2006. 640p.

LUZ, P.B.; PIVETTA, K.F.L.; NEVES, L.G.; PAIVA SOBRINHO, S.; BARELLI, M.A.A. Germinação de sementes de palmeira-real-australiana (*Archontophoenix cunninghamii*) sob efeito da imersão em água. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.11, p.27-32, 2011.

LUZ, P.B.; PIVETTA, K.F.L.; NEVES, L.G.; PAIVA SOBRINHO, S.; BARELLI, M.A.A. Caracterização morfológica do diásporo e da plântula de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Comunicata Scientiae**, Piauí, v.3, n.4, p.244-248, 2012.

MACEDO, M.C.; SCALON, S.P.Q.; SARI, A.P.; SCALON FILHO, H.; ROSA, Y.B. C.J.; ROBAINA, A.D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.2, p.202-211, 2009.

MAGALHÃES, H.M. **Dormência e germinação de coquinho-azedo: substâncias inibidoras nos pirênios e morfoanatomia dos embriões e de plântulas**. 2011. 89f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2011.

MENDONÇA, M.S.; OLIVEIRA, A.B.; ARAÚJO, M.G.P.; ARAÚJO, L.M. Morfo-anatomia do fruto e semente de *Oenocarpus minor* Mart. (Arecaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.30, n.1, p.90-95, 2008.

MOURA, R.C., LOPES, P.S.N., BRANDÃO JUNIOR, D.S., GOMES, J.G.; PEREIRA, M.B. Biometria de frutos e sementes de *Butia capitata* (Mart.) Beccari (Arecaceae), em vegetação natural no Norte de Minas Gerais, Brasil. **Biota Neotropical**, Campinas, v.10, n.2, p. 416-410, 2010.

OLIVEIRA, A.B.; MENDONÇA, M.S.; ARAÚJO, M.G.P. Aspectos anatômicos do embrião e desenvolvimento inicial de *Oenocarpus minor* Mart.: uma palmeira da Amazônia. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v.24, n.1, p.20-24, 2010.

OLIVEIRA, M.S.P.; FERNANDES, G.L.C. Repetibilidade de caracteres do cacho de açazeiro nas condições de Belém-Pa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.613-616, 2001.

OLIVEIRA, M.S.P.; MOURA, E.F. Repetibilidade e número mínimo de medições para caracteres de cacho de bacabi (*Oenocarpus mapora*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4, p.1173-1179, 2010.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In **Sementes Florestais Tropicais** (AGUIAR, I.B.; PIÑARODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. (eds.). Brasília: ABRATES, 1993, p. 47-81.

PIVETTA, K.F.L.; SARZI, I.; ESTELLITA, M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z. Tamanho do diásporo, substrato e temperatura na germinação de sementes de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p.126-134, 2008.

REIS, R.G.E.; BEZERRA, A.M.E.; GONÇALVES, N.R.; PEREIRA, M.S.; FREITAS, J.B.S. Biometria e efeito da temperatura e tamanho das sementes na protrusão do pecíolo cotiledonar de carnaúba. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.1, p. 81-86, 2010.

ROCHA, E. Potencial ecológico para o manejo de frutos de açazeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v.34, n.2, p.237-250, 2004.

RODRIGUES, A.C.C.; OSUNA, J.T.A.; OLIVEIRA, S.R.; QUEIROZ, D.; RIOS, P.S. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan Var. *cebil* (Griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.4, n.8, p.1-15, 2006.

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J.; CHUBA, C.A.M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.3, p.1023-1028, 2011.

CAPITULO II

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE FERRO E SACAROSE NO CULTIVO *IN VITRO* DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS DE *Syagrus coronata* (Mart.)

Becc

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE FERRO E SACAROSE NA
GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS DE *Syagrus coronata*
(Mart.) Becc.**

RESUMO

A espécie *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., mais conhecida como licuri, tem importância econômica pelo fato de suas sementes possuírem um teor de óleo elevado, além de ser fonte de matéria-prima para confecção de diversos produtos, que são utilizados pelo homem e animais. A propagação desta espécie é limitada em função da germinação de suas sementes ser baixa e desuniforme, assim a germinação *in vitro* de embriões zigóticos representa uma alternativa para contornar os obstáculos que limitam a sua propagação convencional, maximizando e acelerando sua germinação e, por conseguinte, obtendo-se maior eficiência na produção de mudas. O trabalho teve como objetivos verificar a eficiência influência de doses de ferro e sacarose na germinação *in vitro* de embriões zigóticos de *S. coronata* e estabelecer um protocolo para a propagação desta espécie. Para isto, realizou-se dois experimentos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5 (doses de ferro x sacarose), totalizando 10 tratamentos com dez repetições. Os embriões foram extraídos das sementes de *S. coronata* e inseridos em dois meios de cultura (líquido e semi-sólido) por um período de 60 dias. As avaliações nos dois meios de cultura foram as seguintes, meio líquido – porcentagem de embriões germinados, não germinados, germinados e necrosados, desenvolvimento normal, contaminação e comprimento e espessura do pecíolo cotiledonar. No meio semi-sólido foram avaliadas as mesmas características citadas anteriormente, além dos embriões não-germinados e necrosados e formação de plântulas. O meio de cultura líquido proporcionou uma germinação de 42 % quando se utilizou 13,9 mg L⁻¹ de ferro, no entanto, não verificou-se a formação de plântulas devido a deficiência de oxigenação. No meio semi-sólido foi evidenciado maior porcentagem de germinação e a formação de plântulas, caracterizada pela emissão dos catáfilos com uma porcentagem de 14% na dose de 30 g L⁻¹ de sacarose e 27,8 mg L⁻¹ de (Fe₂(SO₄)₃.7H₂O), todavia, o nível de oxidação neste foi elevado. A conversão de embriões zigóticos de licuri em plantas normais por meio do cultivo *in vitro* é viável, no entanto, não foi possível determinar um protocolo para a propagação *in vitro* desta espécie, necessitando de maiores estudos para o aperfeiçoamento deste protocolo.

Palavras-chave: dormência, licuri, oleaginosa perene.

SUMMARY

The species *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., Better known as licuri has economic importance because its seeds have a high oil content, besides being a source of raw material for the manufacture of various products that are used by man and animals. The propagation of these species is limited, and depending on seed germination it is low and not uniform, thus the *in vitro* germination of zygotic embryos represents an alternative to circumvent obstacles to the propagation conventional maximizing and accelerating germination, and therefore, obtaining a higher efficiency in the production of seedlings. The objective was to evaluate the influence of doses of iron sucrose and *in vitro* germination of zygotic embryos of *S. coronata* and establish a protocol for its propagation. For this purpose two experiments were conducted in a completely randomized in a factorial 2 x 5 (x doses of iron sucrose), totaling 10 treatments with ten replicates. The embryos were extracted from seeds of *S. coronata* and inserted into two culture media (liquid, semisolid) for a period of 60 days. Assessments in both culture media were as follows - percentage of embryos germinated, ungerminated, germinated and necrotic, normal development, contamination, length and thickness of the cotyledon petiole. In the semi-solid medium were also evaluated the percentage of necrotic and non-germinated embryos and plantlets formation. The liquid culture medium gave a germination of 42% when using 13,9 mg L⁻¹ Iron, however there was no formation of seedlings due to deficiency of oxygen. In semi-solid medium was evidenced higher percentage of germination and seedling development, characterized by the emission of cataphylls with a percentage of 14% at a dose of 30 g L⁻¹ sucrose and 27.8 mg L⁻¹ (Fe₂ (SO₄) 3.7H₂O), however, this level of oxidation was high. The conversion of zygotic embryos licuri normal plants by means of *in vitro* culture is possible, and feasible, however, it was not possible to determine a protocol for *in vitro* propagation of this species, requiring further studies to improve this protocol.

Key words: dormancy, licuri, perennial oilseed.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por energia, a preservação do ambiente e a redução das reservas de petróleo tornam imprescindível a busca por novas fontes de energia, assim, a utilização de espécies vegetais com potencial para a produção de biodiesel constitui-se em uma alternativa viável, principalmente por seu caráter renovável e biodegradável, e dentre as espécies que podem ser utilizadas para esta finalidade, as palmeiras são as mais promissoras, devido à produção de amêndoas que contém um teor de óleo elevado e de excelente qualidade (SOARES et al., 2011).

A espécie *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., conhecida popularmente como licuri, ouricuri, urucuri, entre outros, é uma palmeira nativa do Brasil, da família Arecaceae, cuja ocorrência foi registrada nos Estados da Bahia, Norte de Minas Gerais, Sergipe, Alagoas e Pernambuco (LORENZI et al., 2006). A sua importância econômica na região Nordeste é por ser fonte de matéria prima para produção de óleo, além de ser utilizada em construções campestres, as suas folhas fornecem matéria-prima para a confecção de chapéus, vassouras, esteiras, cestos, bolsas, espanadores e abanadores, isolador térmico, e ainda na produção de cera e sabão; com o pecíolo se faz gaiolas e a flor é utilizada como forragem (CREPALDI et al., 2001). As amêndoas são utilizadas para fabricar cocadas, licores, farofa, ração para aves, bovino, caprino e suíno (CARVALHO et al., 2006).

As dificuldades de propagação são citadas entre os principais fatores que limitam a utilização sustentável das palmeiras (LORENZI, 2006) e, assim como para a maioria das espécies de Arecaceae, a propagação do licuri é feita via semente que, por sua vez, tem o fenômeno da dormência, sendo, portanto necessária a adequação de técnicas que promovam uma propagação mais eficiente para uma melhor exploração desta espécie. A dormência da semente pode estar relacionada ao obstáculo imposto pelo endocarpo que a recobre e/ou a imaturidade do embrião, o que resulta em uma porcentagem de germinação baixa e desuniforme, além do tempo que as sementes demandam para germinar em condições naturais (PIVETTA et al., 2008), impossibilitando a implantação de novas áreas para fins comerciais.

O cultivo *in vitro* de embriões zigóticos surge como uma ferramenta de grande importância na propagação de diversas espécies, permitindo, dentre outras aplicações, a

produção de plantas livres de patógenos e aceleração dos programas de melhoramento genético, que, no caso das palmeiras, são demorados e complexos em virtude do longo ciclo, hábito de crescimento e ausência de métodos convencionais de propagação vegetativa (LEDO et al., 2001; SOARES et al., 2011).

A cultura de embriões zigóticos em palmeiras pode ser de grande utilidade para a obtenção de plantas em um menor espaço de tempo, no entanto, é necessário estabelecer protocolos eficientes de germinação e desenvolvimento *in vitro* desses embriões e aclimação em condições *in vivo*, para a produção de plantas adaptadas às condições de campo (PINHEIRO, 1986; LÉDO et al., 2007). Resultados satisfatórios foram reportados em trabalhos com palmeiras (PEREIRA et al., 2006; LÉDO et al., 2007; STEINMACHER et al., 2007; SOARES et al., 2011; BORCIONI e NEGRELLE, 2012) e vários meios de cultura têm sido testados visando melhorar esta técnica. O meio de cultura solidificado é o mais utilizado na micropropagação e geralmente é composto por água, nutrientes e um agente solidificante que pode ser agar ou alguns derivados de amido, enquanto o cultivo em meio líquido é muito semelhante ao cultivo em meio solidificado, exceto pela necessidade de oxigenação do meio de cultivo para evitar a morte de células por asfixia (WU, 2007).

As plantas cultivadas *in vitro*, seja no meio sólido ou líquido, requerem uma fonte de energia exógena, sendo a sacarose a fonte de carbono mais utilizada, estando presente nos meios de cultura em concentrações que variam de 20 a 40 gL⁻¹ (FERREIRA et al., 2002). Para Caldas et al. (1998) os carboidratos são necessários ao meio de cultivo porque fornecem energia metabólica durante a respiração, bem como, intermediários metabólicos para a síntese de aminoácidos, proteínas e todos os compostos orgânicos necessários para o crescimento celular. De acordo com Londe et al. (2012) a sacarose é o carboidrato mais utilizado nos meios nutritivos, por promover altas taxas de crescimento na maioria das culturas.

Para algumas espécies de palmeiras, o cultivo *in vitro* de embriões tem sido uma técnica eficiente na sua propagação e a utilização de sacarose no meio tem promovido resultados diferenciados. A utilização de 3% de sacarose no meio de cultura conferiu melhores resultados no desenvolvimento de eixos embrionários de cupuaçu (FERREIRA et al., 2002). Léo et al. (2007), verificaram que a concentração de 60 g L⁻¹ de sacarose promoveu a formação de 83,33% de plântulas normais de *Cocos nucifera*

e o maior desenvolvimento de parte aérea. No entanto, a melhor fonte e concentração de carboidrato dependem principalmente da espécie vegetal e do estágio de desenvolvimento dos embriões (NICOLOSO et al., 2003).

O ferro é um micronutriente essencial para a organização dos meristemas e crescimento das brotações, além de ter um importante papel como componente de enzimas envolvidas na transferência de energia, estando o mesmo ligado ao metabolismo de ácidos nucléicos (TAIZ e ZEIGER, 2004), podendo influenciar positivamente no desenvolvimento dos embriões, quando cultivado em meio nutritivo. Além de atuar nos processos enzimáticos e de fotossíntese, a ausência deste nutriente leva à deficiência de P, S, Cu, Zn e Mn e ao aumento na concentração de Ca e K nos tecidos, afetando o desenvolvimento das plantas (SILVEIRA et al., 2007).

Diferentes concentrações de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ foram utilizadas em meios nutritivos Y3 (EEUWENS, 1976) no cultivo *in vitro* de embriões zigóticos de *Cocos nucifera*, sendo as concentrações de 13,9 e 27,8 mg L^{-1} as que proporcionaram maiores taxas de plantas normais (LEDO et al., 2007). Por outro lado, Oliveira et al. (2009) constataram que as concentrações de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ que otimizaram a multiplicação *in vitro* de duas cultivares de *Rubus idaeus* L. foi em torno de 43 mg L^{-1} .

O cultivo *in vitro* de embriões constitui uma técnica promissora para avanços nos conhecimentos do processo germinativo da espécie *S. coronata*, sendo possível estudar o desenvolvimento embrionário, a dormência e a formação de plântulas. Portanto, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência de doses de ferro e sacarose na germinação *in vitro* de embriões zigóticos de *S. coronata* e estabelecer um protocolo para a propagação desta espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento e coleta dos frutos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias (UFPB/CCA), em Areia-Paraíba e na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG). Os embriões zigóticos utilizados foram obtidos de frutos maduros caracterizados pela coloração amarelada ou alaranjada, provenientes da zona rural pertencente à cidade de Caetés-PE, os quais foram coletados de 10 plantas e levados ao Laboratório de Análise de sementes da UAG/UFRPE, onde foram beneficiados (remoção do epicarpo e mesocarpo).

2.2. Extração e desinfestação dos embriões

No Laboratório de Biotecnologia Vegetal na UFPB/CCA, a semente foi extraído dos endocarpos e em seguida foi realizado um corte transversal próximo à região da micrópila para separação do eixo embrionário (Figura 1 A e B). Posteriormente as seções das sementes, com embriões, foram submetidas à assepsia por imersão em álcool etílico a 70% por um minuto e, em seguida, em solução de NaClO comercial por 10 minutos, na proporção de 1:1 (água destilada e NaClO) sob agitação e, posteriormente, foram enxaguados em água destilada, deionizada e esterilizada em autoclave (Figura 1 C e D).

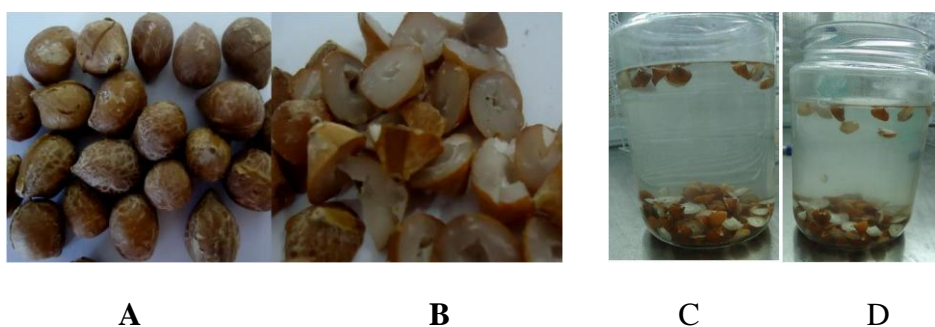


Figura 1. Sementes (A), seções das sementes contendo embriões (B), esterilização dos embriões em álcool (C), e em NaClO (D), para inoculação em meio de cultura.

2.3. Formulação dos tratamentos

Para a formulação dos tratamentos foram utilizadas as seguintes combinações de sacarose e ferro: S1F1 (0 de sacarose + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 13,9 mg L⁻¹); S1F2 (0 de sacarose + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 27,8 mg L⁻¹); S2F1 (sacarose 30 g L⁻¹ + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 13,9 mg L⁻¹); S2F2 (sacarose 30 g L⁻¹ + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 27,8 mg L⁻¹); S3F1 (sacarose 40 g L⁻¹ + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 13,9 mg L⁻¹); S3F2 (sacarose 40 g L⁻¹ + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 27,8 mg L⁻¹); S4F1 (sacarose 50 g L⁻¹ + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 13,9 mg L⁻¹); S4F2 (sacarose 50 g L⁻¹ + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 27,8 mg L⁻¹); S5F1 (sacarose 60 g L⁻¹ + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 13,9 mg L⁻¹) e; S5F2 (sacarose 60 g L⁻¹ + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 27,8 mg L⁻¹). As concentrações de sacarose e ferro utilizadas foram aquelas recomendadas por Léo et al. (2007), para cultura de embriões zigóticos de *Cocos nucifera* L.

2.4. Meio de cultura utilizado e inoculação dos embriões

O meio de cultura utilizado foi o Y3 líquido (EEUWENS, 1976), composto por macro e micronutrientes, suplementado com Tiamina (25 mg L⁻¹), Inositol (500 mg L⁻¹), Piridoxina (2,5 mg L⁻¹), Ácido nicotínico (2,5 mg L⁻¹) e Riboflavina (2,5 mg L⁻¹). Dois experimentos foram realizados, sendo preparado um meio líquido e um meio semi-sólido, este último foi confeccionado utilizando-se o mesmo meio líquido acrescido de 8g L⁻¹ de Ágar. Após a confecção dos meios (semi-sólido e líquido) foi realizado o ajuste do pH do meio para 5,8 e, em seguida, os meios separadamente foram colocados em tubos de ensaio (10 mL por tubo), e submetidos à esterilização em autoclave a 121 °C, durante 15 minutos.

Para a inoculação dos embriões nos meios de cultura, os mesmos foram retirados das seções das sementes (Figura 2 A) e inoculados nos tubos de ensaio contendo 10 mL de cada meio de cultura Y3 líquido e semi-sólido (Figura 2 B e C). Após a inoculação, os meios contendo os embriões zigóticos foram mantidos em sala de crescimento, à temperatura de 26 ± 2 °C e umidade relativa do ar em torno de 70%, na ausência de luz, por um período de 41 dias, quando foi verificado o desenvolvimento do pecíolo cotiledonar (Figura 2 D e E); após este período, foram colocados em condições de fotoperíodo de 12 horas de luz branca, sob $52 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de irradiância e 12 horas de

escuro. A renovação dos meios de cultura ocorreu no intervalo de 21 dias após a instalação do experimento.

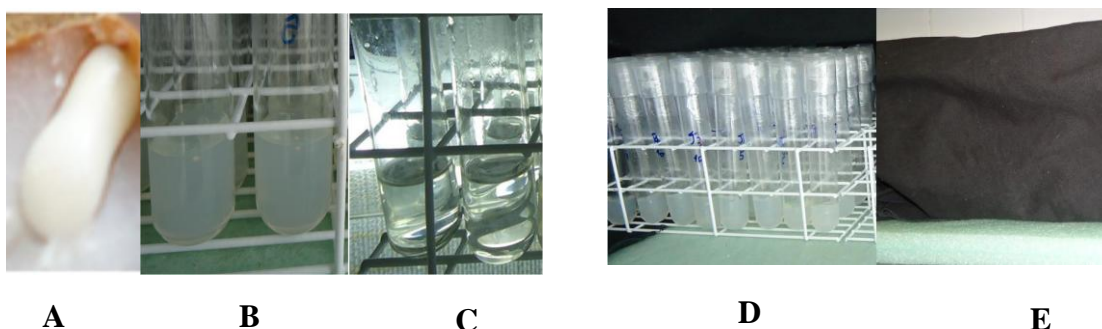


Figura 2. Meios de cultura, semi-sólido (A), líquido (B) com os embriões de licuri inoculados e removidos do endosperma (C), forma de organização dos tubos com os meios de culturas e embriões inoculados (D), embriões submetidos à ausência de luz (E).

2.5. Avaliações

Aos 60 dias após a inoculação dos embriões nos dois meios de cultura, foi finalizado o teste e realizadas as seguintes avaliações: No meio líquido foi avaliada a porcentagem de embriões germinados (GER), não germinados (NGER), germinados e necrosados (GNEC), com desenvolvimento normal (NORM), contaminação (CONT), comprimento (COMP) e espessura (ESP) do pecíolo cotiledonar. Para o Meio semi-sólido foram avaliadas as mesmas características citadas anteriormente, além dos embriões não germinados e necrosados (NGNEC) e a formação de plântulas (FP).

Como embriões normais, foram considerados aqueles com alongamento do pecíolo cotiledonar e coloração amarelada (Figura 3 A) e germinados todos aqueles que se encontravam em desenvolvimento no meio de cultura, com tamanho maior que o inicial, ou seja, alongamento do pecíolo cotiledonar (Figura 3B e C). A necrose nos embriões foi avaliada pela oxidação das estruturas dos mesmos, germinados ou não (Figura 4B) e a formação da plântula foi caracterizada pelo desenvolvimento dos catáfilos (Figura 5).

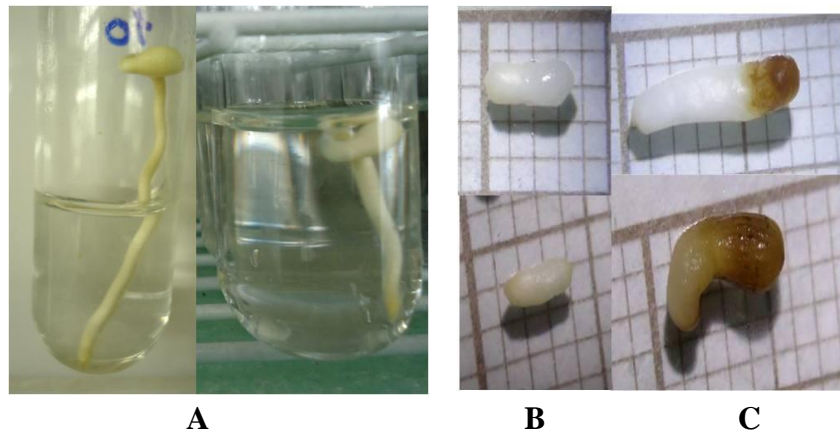


Figura 3. Desenvolvimento normal do pecíolo cotiledonar em meio líquido (A), embrião não germinado (B), embrião com germinação anormal e necrosado (C) aos 60 dias.

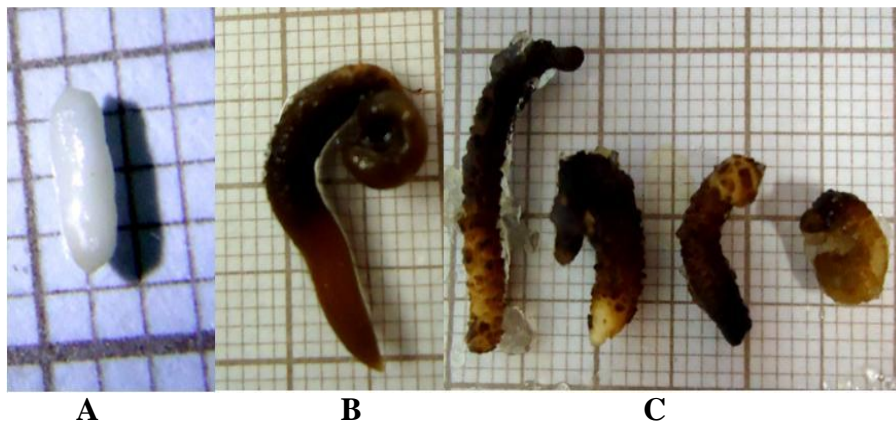


Figura 4. Embrião não germinado (A), pecíolo cotiledonar necrosados em meio líquido (B) e semi-sólido (C) aos 60 dias.

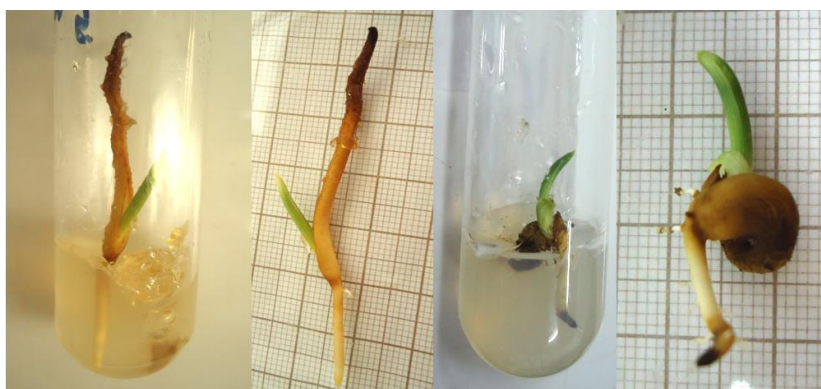


Figura 5. Germinação normal de embriões em meio semi-sólido com desenvolvimento de plântula aos 60 dias.

2.6. Delineamento experimental e análise estatística

Os dois experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5 (concentrações de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e de sacarose), com dez repetições. Os dados obtidos das variáveis mensuradas nos experimentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados quantitativos foram submetidos à análise de regressão polinomial, testando os modelos linear e quadrático.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os quadrados médios das variáveis conduzidas em meio líquido e referentes ao número de embriões germinados (GER), não germinados (NGER), germinado e necrosados (GNEC), normal (NORM), contaminados (CONT), bem como o comprimento (COMP) e espessura (ESP) dos embriões de *S. coronata*, cultivados *in vitro* em meio líquido Y3. Pela análise de variância, verificou-se que houve efeito significativo das doses de sacarose apenas para o número de embriões germinados e necrosados (GNEC) e com desenvolvimento normal (NORM), para esta última variável se constatou também efeito significativo da interação entre as doses de sacarose e doses de ferro (DS x DF), enquanto que as demais variáveis não sofreram influência significativa das fontes de variação (doses de sacarose, ferro e da interação DS x DF).

Tabela 1. Cultivo *in vitro* em meio líquido de embriões zigóticos de *S. coronata*: (GER) germinação, (NGER) não-germinados, (GNEC) não-germinados e necrosado, (NORM) normal, (CONT) contaminado, (COMP) comprimento e (ESP) espessura dos embriões desenvolvidos, aos 60 dias.

FV	GL	Quadrados Médios das Variáveis						
		GER	NGER	GNEC	NORM	CONT	COMP	ESP
D, Sacarose	4	0,24 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,32*	0,41*	0,29 ^{ns}	96,65 ^{ns}	1,85 ^{ns}
D, Ferro	1	0,25 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,25 ^{ns}	4,86 ^{ns}	1,48 ^{ns}
DS x DF	4	0,10 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,36*	0,13 ^{ns}	132,2 ^{ns}	0,56 ^{ns}
DS/DF	8	0,17 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,21 ^{ns}	114,4 ^{ns}	1,20 ^{ns}
DS/DF ₁	4	0,07 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,30*	0,15 ^{ns}	0,13 ^{ns}	39,72 ^{ns}	1,25 ^{ns}
DS/DF ₂	4	0,27 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,62**	0,28 ^{ns}	189,14*	1,15 ^{ns}
DF/DS	5	0,13 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,15 ^{ns}	106,7 ^{ns}	0,74 ^{ns}
DF/DS ₁	1	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,00 ^{ns}
DF/DS ₂	1	0,20 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,20 ^{ns}	84,87 ^{ns}	2,51 ^{ns}
DF/DS ₃	1	0,05 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,80*	0,05 ^{ns}	322,40*	0,06 ^{ns}
DF/DS ₄	1	0,20 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,45 ^{ns}	112,9 ^{ns}	1,01 ^{ns}
DF/DS ₅	1	0,20 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,05 ^{ns}	13,14 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Resíduo	90	0,2411	0,2567	0,0978	0,1367	0,1633	74,06	1,4812
Total	99							
Média		0,37	0,47	0,12	0,19	0,21	4,28	0,86
CV(%)		132,71	107,79	260,58	194,57	192,45	201,08	141,73

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Com o desdobramento da interação (Tabela 1) ficou evidente que as doses de sacarose (0, 30, 40, 50 e 60 g L⁻¹) dentro da dose de ferro 13,9 mg L⁻¹ (Fe₂(SO₄)₃.7H₂O) promoveram diferenças significativas no número de embriões germinados e necrosados (GNEC). Para o número de embriões com desenvolvimento normal (NORM) e o comprimento (COMP) houve influência significativa das doses de sacarose quando associadas à dose de ferro 27,8 mg L⁻¹ (Fe₂(SO₄)₃.7H₂O), bem como, das doses de 13,9 mg L⁻¹ e 27,8 mg L⁻¹ (Fe₂(SO₄)₃.7H₂O) dentro da dose de sacarose de 40 g L⁻¹, (DF/DS3).

Com relação ao cultivo *in vitro* de embriões zigóticos de *S. coronata* em meio de cultura semi-sólido (Tabela 2), pela análise de variância constatou-se que houve interação significativa entre as doses de sacarose e doses de ferro (DS x DF) apenas para o número de embriões não germinados e necrosados (NGNEC) e aqueles desenvolvimento normal (NORM). Com o desdobramento da interação verificou-se que a dose de 13,9 mg L⁻¹ (Fe₂(SO₄)₃.7H₂O) influenciou significativamente apenas a variável correspondente ao desenvolvimento normal do pecíolo cotiledonar (NORM), enquanto que, as doses de sacarose associadas à dose de 27,8 mg L⁻¹ (Fe₂(SO₄)₃.7H₂O) promoveram efeito significativo para as variáveis embriões germinados (GER), não germinados (NGER), não germinados e necrosados (NGNEC), com desenvolvimento normal (NORM) e a espessura (ESP).

Com relação ao desdobramento das doses de ferro dentro de cada dose de sacarose (DF/DS) (Tabela 2), evidenciou efeito significativo das doses de ferro dentro de 30 gL⁻¹ de sacarose para o número de embriões não-germinados e necrosados (NGNEC), bem como de DF/ 40 gL⁻¹ de sacarose para o número de embriões com desenvolvimento normal (NORM) e a espessura (ESP), assim como de DF/60 gL⁻¹ de sacarose para o número de embriões não germinados e necrosados (NGNEC) e aqueles com desenvolvimento normal (NORM).

Tabela 2. Cultivo *in vitro* em meio semi-sólido de embriões zigóticos de *S. coronata*: (GER) germinação, (NGER) não germinados, (GNEC) germinado e necrosado, (NGNEC) não germinado e necrosado, (NORM) normal, (CONT) contaminado, (COMP) comprimento e (ESP) espessura dos embriões desenvolvidos, aos 60 dias.

FV	GL	Quadrados Médios das Variáveis							
		GER	NGER	GNEC	NGNEC	NORM	CONT	COMP	ESP
D, Sacarose	4	0,78 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,07 ^{ns}	170,47 ^{ns}	5,37 ^{ns}
D, Ferro	1	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,01 ^{ns}	33,74 ^{ns}	0,58 ^{ns}
DS x DF	4	0,42 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,59 ^{**}	0,54 ^{**}	0,04 ^{ns}	260,09 ^{ns}	2,54 ^{ns}
DS/DF	8	0,60 [*]	0,38 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,50 ^{**}	0,05 ^{ns}	215,28 ^{ns}	3,96 ^{**}
DS/DF ₁	4	0,22 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,47 ^{**}	0,03 ^{ns}	254,46 ^{ns}	1,85 ^{ns}
DS/DF ₂	4	0,97 ^{**}	0,58 [*]	0,52 ^{ns}	0,77 ^{**}	0,53 ^{**}	0,07 ^{ns}	176,11 ^{ns}	6,07 ^{**}
DF/DS	5	0,35 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,50 [*]	0,50 ^{**}	0,03 ^{ns}	214,82 ^{ns}	2,15 ^{ns}
DF/DS ₁	1	0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,15 ^{ns}
DF/DS ₂	1	0,00 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,80 [*]	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	268,94 ^{ns}	0,04 ^{ns}
DF/DS ₃	1	0,80 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,80 ^{**}	0,00 ^{ns}	371,26 ^{ns}	5,05 [*]
DF/DS ₄	1	0,45 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,00 ^{ns}	30,26 ^{ns}	2,17 ^{ns}
DF/DS ₅	1	0,45 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,25 ^{**}	0,45 [*]	0,05 ^{ns}	401,95 ^{ns}	3,32 ^{ns}
Resíduo	90	0,2211	0,23	0,2478	0,16	0,1156	0,0678	147,62	1,32
Total	99								
Média		0,55	0,39	0,49	0,24	0,18	0,07	6,40	1,31
CV(%)		85,50	122,97	101,57	166,67	188,85	371,92	189,75	88,12

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Pela análise de regressão, constatou-se que as doses de sacarose associadas às doses de 13,9 e 27,8 mg L⁻¹ de (Fe₂(SO₄)₃.7H₂O) não influenciaram de forma significativa a porcentagem de embriões germinados quando cultivados em meio líquido, com valores médios de 42 e 33%, respectivamente (Figura 6 A). Estes resultados são diferentes aos obtidos por Léo et al. (2007) com os mesmos tratamentos no meio de cultura Y3, pois, obtiveram eficiência do meio líquido e elevada porcentagem de germinação de embriões de *Cocos nucifera*.

Para os embriões cultivados em meio de cultura semi-sólido, verificou-se que as doses de sacarose influenciaram positivamente a porcentagem de embriões germinados, constatando-se um efeito linear positivo para aqueles cultivados em meio contendo 13,9 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O e um efeito quadrático para os embriões cultivados em meio

nutritivo com 27,8 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O, com maior porcentagem (76%) na dose de 40 g L⁻¹ de sacarose (Figura 6 B).

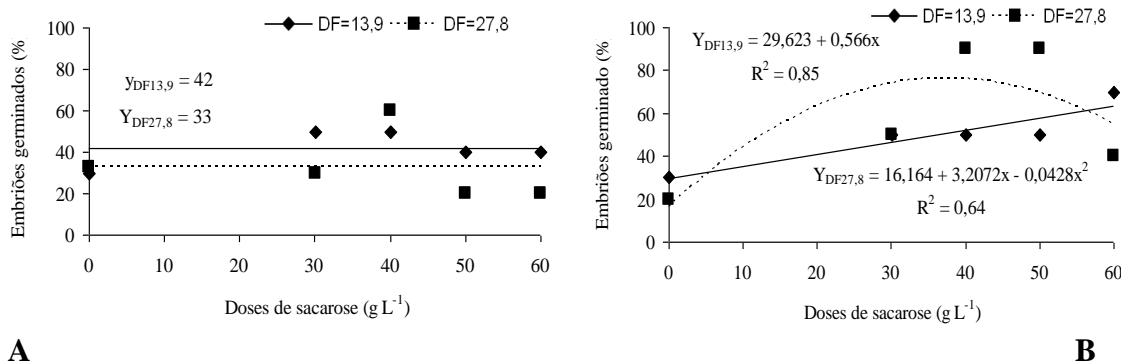


Figura 6. Germinação *in vitro* de embriões zigóticos de *S. coronata* cultivado em meio líquido (A) e semi-sólido (B), após 60 dias de cultivo.

O uso desta técnica foi eficiente para outras espécies de palmeiras, tais como, *Acrocomia aculeata*, cuja taxa germinativa foi de 96% aos 60 dias, quando cultivados em meio MS sólido (SOARES et al., 2011). Borcioni e Negrelle, (2012) também obtiveram uma taxa germinativa de 80% no cultivo *in vitro* de embriões de *Acrocomia aculeata* cultivados em meio WPM – Wood Plant Medium. No cultivo *in vitro* de embriões de *Butia capitata* (Mart.) Becc., em meio MS, a germinação foi 80% (RIBEIRO et al., 2011).

No meio semi-sólido o comportamento da germinação foi diferenciado para as duas doses de ferro utilizadas (Figura 6B), as quais na ausência de sacarose não incrementaram a porcentagem de germinação dos embriões, no entanto, quando associadas com a sacarose produziram efeitos significativos e maiores percentuais em comparação ao meio líquido, o que confirma a necessidade da sacarose como fonte de energia para o desenvolvimento das plantas *in vitro*.

Na maioria das plantas, a sacarose é o principal açúcar translocado e, portanto, a forma de carbono que a maioria dos tecidos não-fotossintéticos importa, sendo considerada o verdadeiro substrato para a respiração vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2004). Assim, os níveis de sacarose presentes no meio de cultura influenciam vários processos

metabólicos, sendo importante na geração de energia ou como esqueleto de carbono, produzindo efeito sobre o crescimento e a diferenciação celular (SKREBSKY et al., 2004).

A porcentagem de embriões não germinados cultivados em meio líquido, teve um valor médio de 44 e 50% quando submetidos às doses de 13,9 e 27,8 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O, respectivamente (Figura 7A). Para aqueles cultivados em meio semi-sólido, na presença de 27,8 mg L⁻¹ e ausência de sacarose computou-se maior taxa de embriões não germinados (83%), enquanto que no meio com 13,9 mg L⁻¹ de ferro obteve-se um valor médio de 42% (Figura 7B). Resultados contrários foram observados por Londe et al. (2012) em que a porcentagem de germinação das sementes de *Capsicum annuum* L. foi inversamente proporcional ao aumento na concentração de sacarose, obtendo-se uma maior taxa (62,5%) na ausência de sacarose.

O baixo desempenho germinativo dos embriões zigóticos de licuri em meio nutritivo pode estar relacionado à dormência imposta pela imaturidade do embrião, o que causa uma germinação baixa e desuniforme, ficando evidente que o endocarpo que recobre a semente não é a principal causa do insucesso na germinação das sementes desta espécie. A característica marcante desse tipo de dormência é, portanto, o embrião parcialmente desenvolvido após a dispersão das sementes, necessitando de um tempo adicional para o seu completo desenvolvimento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

A dormência embrionária foi apontada por Neves et al. (2010) como um dos fatores que limitam o cultivo *in vitro* de embriões e afirmaram que os embriões dormentes mesmo sendo cultivados em meios nutritivos e em condições adequadas a maioria não germinam. Estes mesmos autores, trabalhando com sementes maduras e imaturas de *Butia capitata* (Mart.) Becc, concluíram que a germinação *in vitro* dos embriões e o desenvolvimento de plântulas são favorecidos pela maturação das sementes e consequente diferenciação dos tecidos embrionários.

A variação na taxa germinativa é consequência deste fenômeno (dormência), que se constitui um meio de distribuição da germinação ao longo do tempo, a fim de garantir um maior número de combinações ecológicas para a espécie (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). No entanto, esta característica é indesejada quando se trata da propagação, manejo e utilização da espécie em grande escala para fins comerciais,

sendo necessário o emprego de técnicas que promovam a superação da dormência e elevação da germinação.

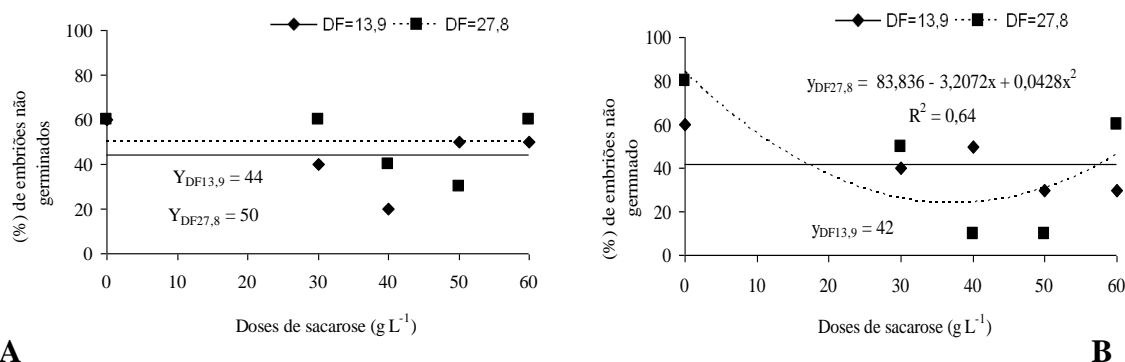


Figura 7. Porcentagem de embriões não germinados de *S. coronata* cultivados em meio líquido (A) e meio semi-sólido (B), durante 60 dias.

Para a porcentagem de embriões germinados e necrosados houve efeito quadrático sendo verificado um percentual de (40%) na dose de 60 g L⁻¹ de sacarose quando os embriões foram cultivados em meio de cultura líquido com 13,9 mg L⁻¹ de ferro, enquanto que, os dados provenientes do meio líquido com 27,8 mg L⁻¹ de ferro não se ajustaram ao modelo de regressão, com um valor médio de 14% (Figura 8A). Com relação ao meio semi-sólido verificou-se maior taxa de embriões germinados e necrosados, com efeito quadrático para aqueles cultivados em meio com 13,9 mg L⁻¹ de ferro, cujo valor foi de 52% na dose de 50 g L⁻¹ de sacarose, enquanto que os dados referentes a porcentagem de embriões germinados e necrosados provenientes do meio com 27,9 mg L⁻¹ não se ajustaram ao modelo de regressão, com um valor médio de 48% (Figura 8B).

No meio semi-sólido foi verificado maior taxa de embriões germinados e necrosados (Figuras 4C e 8B), quando comparados com aqueles que estavam no meio líquido. Embora muito utilizado e eficiente, no meio solidificado há algumas deficiências, tais como acúmulo de substâncias fitoalelopáticas e liberação de exudados radiculares que podem prejudicar a absorção de nutrientes, o desenvolvimento e crescimento das plantas *in vitro* (CID et al., 2002). A liberação de compostos fenólicos no meio nutritivo pode inibir o crescimento dos embriões, sendo mais acentuado no

cultivo de embriões oriundos de sementes imaturas, o que contribuiu para uma maior restrição da germinação e do desenvolvimento das plântulas (NEVES et al., 2010).

A possível presença de embriões dormentes nas sementes de *S. coronata* pode ter prejudicado a germinação e contribuído de forma significativa para o aumento da taxa de embriões necrosados no cultivo *in vitro*, pois o grau de diferenciação nos tecidos favorece a oxidação caracterizada pelo escurecimento dos tecidos do embrião. Contudo, para a espécie murmuru (*Astrocaryum ulei* Burret), as maiores porcentagens de germinação foram provenientes de embriões imaturos (PEREIRA et al., 2006).

O escurecimento e o ressecamento são problemas frequentemente encontrados durante os estádios iniciais do desenvolvimento do embrião *in vitro* e ocorrem devido à produção excessiva de polifenóis, utilizados, provavelmente como mecanismo de defesa (MINARDI et al., 2011). A redução da germinação de embriões de *Cocos nucifera* foi atribuída à oxidação, em consequência da concentração de ferro mais elevada. Para LÉDO et al. (2007), enquanto Costa e Aloufa (2006) constataram que o alto nível de oxidação (74%) do pecíolo cotiledonar dos embriões de *Phoenix dactylifera* L. cultivados em meio MS prejudicou o desenvolvimento da raiz, acarretando o seu atrofiamento.

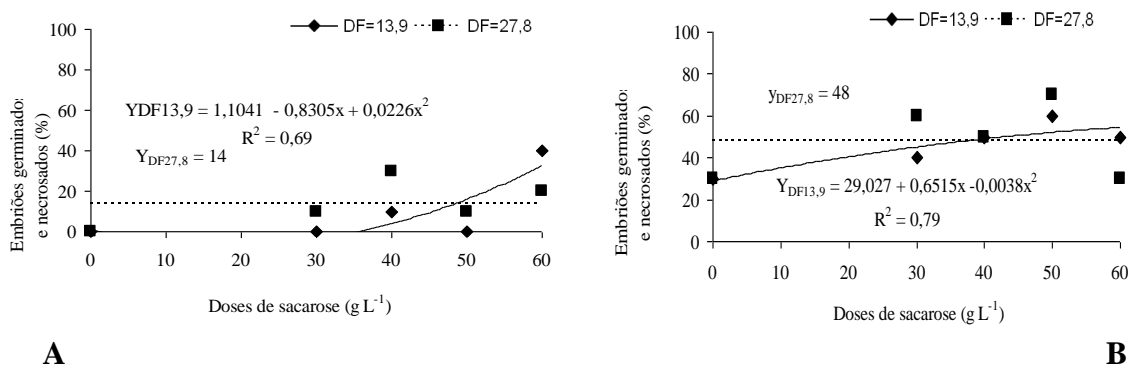


Figura 8. Porcentagem de embriões germinados e necrosados de *S. coronata* cultivado em meio líquido (**A**) e meio semi-sólido (**B**) após 60 dias de cultivo.

Outro motivo que certamente contribuiu para a elevação da necrose dos embriões de licuri em meio nutritivo, pode ter sido a presença de reservas lipídicas nos mesmos, embora não tenha sido feita a análise química, pois segundo Crepaldi et al. (2001) as sementes (amêndoas) de licuri possuem um teor de óleo elevado (cerca de

49,2%), e quando estas são extraídas dos endocarpos entram em processo de deterioração, possivelmente pela oxidação dos compostos de lipídios presentes nas mesmas, e isto pode ter ocorrido com os embriões ao serem extraídos das sementes. Esta hipótese também foi levantada por Ribeiro et al. (2011) para os embriões de *Butia capitata* (Mart.) Becc. Na análise estrutural e química dos embriões das sementes de *Euterpe edulis*, Panza et al. (2004) verificaram a presença de proteínas, pequenos grãos de amido e corpos lipídicos distinguidos nas diferentes estruturas do embrião.

A necrose dos tecidos embrionários pode ter sido provocada por causas distintas, tais como, indiferenciação dos tecidos do embrião por ocasião da imaturidade fisiológica, presença de corpos lipídicos na estrutura do embrião e oxidação de compostos fenólicos. Entretanto, Adkins et al. (2005) utilizando embriões de *Cocos nucifera* como fonte de explante, constataram que a exposição dos mesmos à luz inibiu a formação de calos e aqueles que permaneceram em condições luminosas necrosaram mais rapidamente, e explicaram que a luz pode ter aumentado a oxidação de compostos fenólicos liberados pelos tecidos, e que a suplementação do meio com carvão ativo foi eficaz em reduzir a necrose do tecido.

A porcentagem de embriões de *S. coronata* com desenvolvimento normal, cultivados em meio líquido e semi-sólido se encontram na Figura 9, pela qual se constatou efeito não significativo dos tratamentos para aqueles cultivados em meio líquido na presença de 13,9 e 27,8 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O, com valores de médios de 20 e 18%, respectivamente (Figura 9A). Com relação ao meio semi-sólido, verificou-se efeito quadrático para a porcentagem de embriões com desenvolvimento normal cultivados em meio com 13,9 mg L⁻¹ de ferro, com maior valor (44%) na dose de 60 g L⁻¹ de sacarose. No meio contendo a dose de 27,8 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O, não se verificou significância dos dados, obtendo-se uma média de 24% (Figura 9B).

No processo germinativo de sementes de palmeiras, o alongamento é a segunda alteração morfológica que ocorre no embrião após o intumescimento (AGUIAR e MENDONÇA, 2002). No caso dos embriões de licuri, o desenvolvimento normal foi caracterizado pelo alongamento do pecíolo cotiledonar, indicando morfológicamente o início da germinação. Provavelmente a redução na taxa de embriões com desenvolvimento normal tenha sido em função da imaturidade dos embriões presentes

nas sementes de licuri, uma vez que aqueles que não germinaram permaneceram intactos no meio de cultura.

Pelos pontos observados na análise de regressão nos dois meios de cultura pode-se afirmar que a dose de 40 g L⁻¹ de sacarose na presença de 27,8 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O foi a que proporcionou maior taxa de alongamento normal do pecíolo cotiledonar dos embriões de licuri, enquanto que na ausência de sacarose essa taxa foi nula (Figura 9 A e B) e as doses de sacarose abaixo e acima desta foram prejudiciais para o seu desenvolvimento. Em estudos realizados com embriões de *Butia capitata*, Ribeiro et al. (2011) verificaram que a adição de sacarose no meio de cultura proporcionou maior média (71,8%) de alongamento dos embriões. Segundo Hu e Ferreira (1998) embriões maduros podem germinar em meios nutritivos, contendo apenas sais e ágar, e que a adição de sacarose é necessária, particularmente se o embrião for imaturo, o que corrobora com os resultados verificados na Figura 7 A e B.

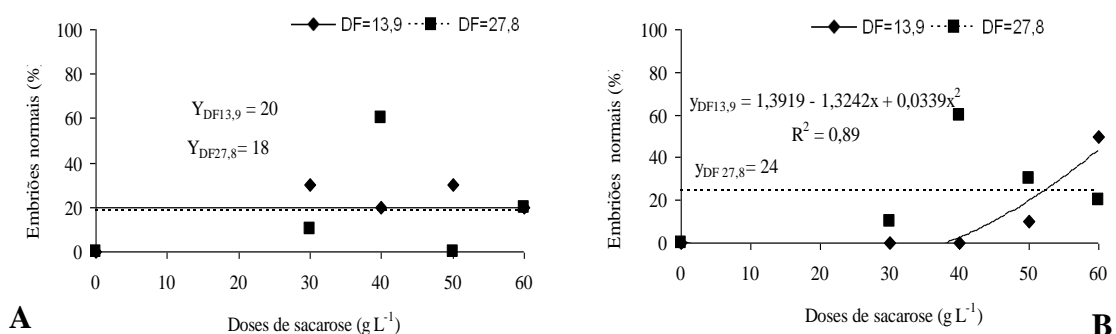


Figura 9. Porcentagem de embriões com desenvolvimento normal de *S. coronata* cultivado em meio líquido (A) e meio semi-sólido (B), após 60 dias de cultivo.

Para a variável contaminação, proveniente do cultivo *in vitro* de embriões de licuri em meio líquido, os dados obtidos se ajustaram ao modelo de regressão quadrático quando se utilizou 27,8 g L⁻¹ de ferro, cuja porcentagem foi mais elevada (43%) na dose de 30 g L⁻¹ de sacarose. Para os embriões cultivados em meio de cultura contendo 13,9 g L⁻¹ de ferro, a porcentagem de contaminação foi bem menor, embora não tenha se

verificado ajuste dos dados em nenhum modelo de regressão, obtendo-se um valor médio de 16% (Figura 10A). Por outro lado, no meio de cultura semi-sólido, esta variável não se ajustou a nenhum modelo de regressão, com valor médio de 6 e 8% nas concentrações de 13,9 e 27,8 mg L⁻¹ Fe₂(SO₄)₃.7H₂O, respectivamente, sendo bem inferior ao encontrado no meio líquido (Figura 10B).

A taxa de contaminação no meio líquido foi mais elevada quando comparada ao meio semi-sólido, uma vez que neste último esta taxa foi bem inferior. Para Minardi et al. (2011) a contaminação pode ser proveniente dos meios de cultura, pois os mesmos podem conter impurezas presentes nos nutrientes utilizados para a sua elaboração, podendo elevar o nível de contaminação e oxidação, acarretando na morte dos embriões. Desta forma, a esterilização do meio antes da inoculação deve ser realizada e a mesma executada com cuidado, a fim de evitar contaminações externas.

No desenvolvimento *in vitro* das plântulas de *Musa* spp. Neves et al. (2002) verificaram uma porcentagem de contaminação de 15 a 20%, originária, provavelmente, da própria manipulação do material em condições *in vitro*. Costa e Aloufa (2006) também verificaram elevada contaminação no cultivo de embriões de *Phoenix dactylifera* L., em que 20% do total de frascos da cultura continham contaminação de origem exógena.

No cultivo *in vitro* de *Butia capitata* (Mart.) Becc, Neves et al. (2010) verificaram uma média da contaminação de 1,87%, e por isso, consideraram a desinfestação adequada. Minardi et al. (2011) não observaram contaminação bacteriana ou fúngica durante a condução do experimento com o cultivo *in vitro* de *Butia eriospatha*, e atribuíram a eficiência do processo de assepsia utilizado na desinfestação dos embriões zigóticos.

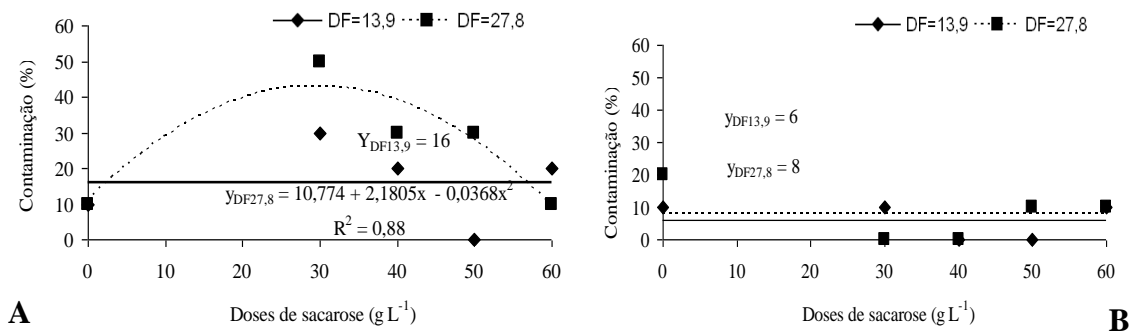


Figura 10. Porcentagem de contaminação de embriões de *S. coronata* cultivado em meio líquido (A) e meio semi-sólido (B), após 60 dias de cultivo.

Para o comprimento dos embriões cultivados em meio líquido, constatou-se que as diferentes doses de sacarose e ferro não proporcionaram efeito significativo para esta variável, obtendo valores médios de 4,5 e 4,06 mm na presença de 13,9 e 27,8 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O, respectivamente (Figura 11A). Para os embriões cultivados em meio semi-sólido, quando se utilizou 13,9 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O e 60 g L⁻¹ de sacarose obteve-se o maior valor (11,42 mm), enquanto que os cultivados em meio contendo 27,8 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O o maior comprimento (9,28 mm) foi constatado na dose de 40 gL⁻¹ de sacarose (Figura 11B).

O resultado do comprimento dos embriões nos dois meios de cultura foi diferenciado, sendo que no meio semi-sólido as respostas foram em função das doses de ferro testadas, indicando que existe uma combinação mais específica entres os fatores ferro e sacarose, que proporciona maior crescimento dos embriões neste meio de cultura. De acordo com Wu (2007) no meio solidificado ocorre o favorecimento das trocas gasosas, o que auxilia no controle osmótico do meio sobre o explante cultivado, evitando a hiperhidratação dos tecidos por excesso de umidade.

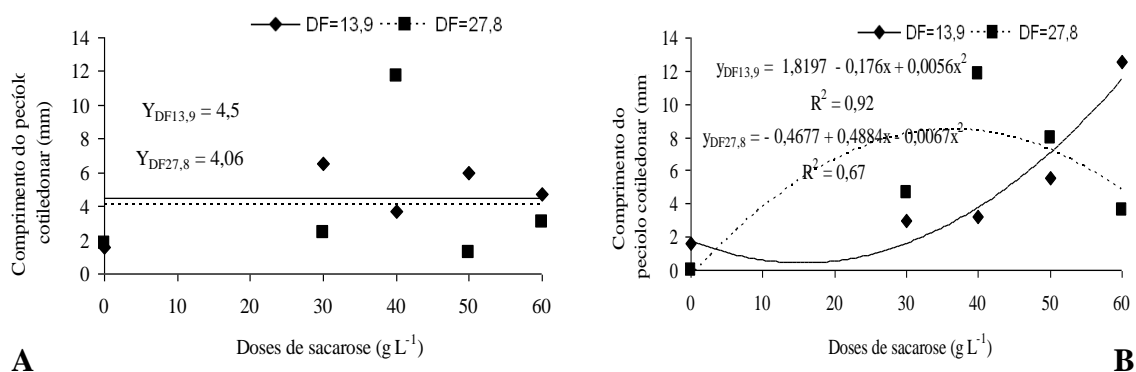


Figura 11. Comprimento do pecíolo cotiledonar de embriões zigóticos de *S. coronata* cultivado em meio líquido (A) e meio sólido (B), após 60 dias de cultivo.

Da mesma forma que o comprimento, a espessura dos embriões cultivados em meio líquido também não foi influenciada pelos tratamentos utilizados, obtendo-se valores correspondentes a 0,98 mm na presença de 13,9 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O e 0,73 mm na concentração de 27,8 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃.7H₂O (Figura 12 A). Para os embriões cultivados em meio semi-sólido, a espessura teve comportamento semelhante ao verificado no comprimento, enquanto na aqueles cultivados em meio com 13,9 mg L⁻¹ de ferro, verificou-se efeito linear positivo em função das doses de sacarose, e no meio com 27,8 mg L⁻¹ de ferro a maior espessura foi constatada na dose de 40 g L⁻¹ de sacarose (Figura 12B).

No meio líquido, o crescimento foi desuniforme e os valores obtidos não foram satisfatórios, o que pode ter sido em função do desbalanço osmótico ocasionado pelos componentes presentes no meio de cultura, uma vez que a concentração dos sais no meio de cultivo, juntamente com a sacarose pode afetar o balanço osmótico, prejudicando o processo germinativo (LONDE et al., 2012). A elevação da pressão osmótica no meio nutritivo também pode reduzir o crescimento das plantas e afetar o metabolismo celular (CALDAS et al., 1998).

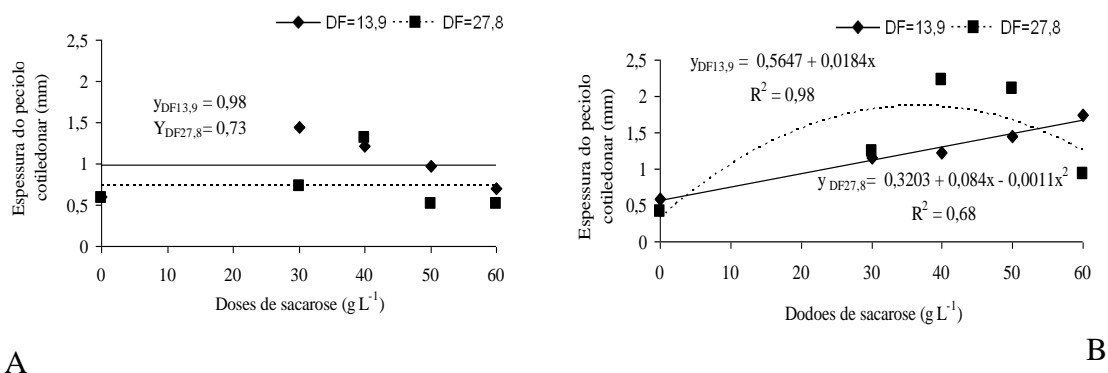


Figura 12. Espessura do pecíolo cotiledonar de embriões zigóticos de *S. coronata* cultivado em meio líquido (A) e meio semi-sólido (B), após 60 dias de cultivo.

Para os embriões cultivados em meio líquido não se verificou a formação de plântulas, embora tenha ocorrido a elongação normal do pecíolo cotiledonar (Figura 3A). Possivelmente, um dos fatores que contribuiu para estes resultados foi a oxigenação deficiente do meio de cultura, não permitindo que houvesse prosseguimento do crescimento com posterior surgimento da parte aérea nos embriões que germinaram. Este fato foi mencionado por Wu (2007) como sendo a principal desvantagem do cultivo em meio líquido, e explica que devido à baixa pressão osmótica do meio, a planta tende a absorver mais líquido e conseqüentemente ocorre a redução das trocas gasosas e morte das células por asfixia.

No meio semi-sólido verificou-se a formação de plântulas caracterizada pela emissão da primeira bainha foliar (Figura 5), cuja porcentagem foi de 14% na dose de 30 g L⁻¹ de sacarose e 27,8 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃·7H₂O (Figura 13 A). Ainda com relação ao meio semi-sólido, constatou-se (Figura 13B) uma porcentagem de embriões não germinados e necrosados, caracterizados pela coloração escura, fato não identificado para os embriões cultivados em meio líquido, pois àqueles que não germinaram neste último meio citado, permaneceram com a mesma característica inicial, como pode ser observado na Figura 3B.

Com relação a variável formação de plântulas, não se obteve resultados satisfatórios nos dois meios de cultura utilizados. Resultados diferentes foram relatados por Léo et al. (2007) utilizando o meio de cultura líquido Y3 no cultivo *in vitro* de

embriões zigóticos de *Cocos nucifera*, em que obtiveram germinação de todos os embriões e formação de plântulas normais 40 e 70%, quando utilizaram 13,9 mg L⁻¹ e 27,8 mg L⁻¹ de Fe₂(SO₄)₃·7H₂O, respectivamente.

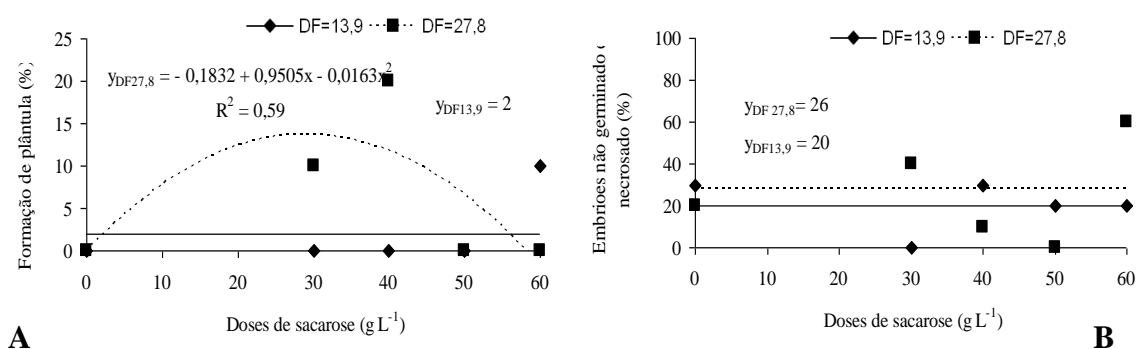


Figura 13. Formação de plântulas (**A**) e porcentagem de embriões não germinados e necrosados (**B**) de *S. coronata* cultivado meio semi-sólido após 60 dias de cultivo.

No cultivo *in vitro*, as respostas são diversas e os padrões de crescimento são variáveis entre as espécies, ou mesmo dentro da própria espécie (ABBAS e QUASER, 2010), sendo que para cada uma e mesmo ao nível de genótipo, há uma necessidade específica de nutrientes e substâncias essenciais (WU, 2007). Assim, o sucesso na aplicação da micropropagação depende de uma série de fatores que precisam ser controlados adequadamente durante o processo, pois, apesar de ser bastante utilizada na propagação de muitas espécies de plantas, a baixa eficiência no desenvolvimento e multiplicação de algumas espécies limita o uso dessa técnica (COSTA et al., 2007).

4. CONCLUSÕES

1. A maior taxa de embriões com desenvolvimento normal é obtida no meio semi-sólido com $13,9 \text{ mg L}^{-1}$ de ferro 60 g L^{-1} de sacarose e a formação de plântulas caracterizada pela emissão dos catáfilos foi de 14% na dose de 30 g L^{-1} de sacarose e $27,8 \text{ mg L}^{-1}$ de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

2. O meio de cultura líquido aumenta a germinação (42 %) dos embriões quando se utiliza $13,9 \text{ mg L}^{-1}$ de ferro, no entanto, não se verifica a formação de plântulas devido a deficiência de oxigenação.

3. O meio semi-sólido favorece o desenvolvimento dos embriões, todavia, devido ao nível de oxidação elevado o mesmo necessita de ajustes.

4. A conversão de embriões zigóticos de licuri em plantas normais por meio do cultivo *in vitro* é possível e viável, no entanto, nas condições em que se realizou o trabalho não foi determinado um protocolo para a propagação *in vitro* dos embriões das sementes desta espécie, pois o meio necessita de mais estudos para o aperfeiçoamento deste protocolo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, H.; QAISER, M. *In vitro* conservation of *cadaba heterotricha* stocks, an endangered species in Pakistan. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v.42, n.3, p.1553-1559, 2010

ADKINS, S.W.; SAMOSIR, Y.M.S.; NIKMATULLAH, A.; OGLE, H. Coconut (*Cocos nucifera*) *In Vitro* Ecology: Modifications of Headspace and Medium Additives Can Optimize Somatic Embryogenesis. **ISHS Acta Horticulturae**, Bélgica, v.1, n. 692, p. 21-31, 2005.

AGUIAR, M.; MENDONÇA, M.S. Aspectos morfo-anatômicos do embrião de *Euterpe precatória* Mart., durante o processo germinativo. **Acta Botanica Brasílica**, Feira de Santana, v.16, n.3, p.241-249, 2002.

BORCIONI, E.; NEGRELLE, R.R.B. Aplicação de análogo de brassinosteroide (Biobras 16®) sobre a germinação e crescimento *in vitro* de embriões zigóticos e aclimatização de plântulas de bociúva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.2, p.270-275, 2012.

CALDAS, L.S.; HARIDASAN, P.; FERREIRA, M.E. Meios nutritivos. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Embrapa-SPI/Embrapa-CNPH, Brasília, v.2. p.87-132, 1998.

CARVALHO, N.O.S.; PELACANI, C.R.; RODRIGUES, M.O.S.; CREPALDI, I.C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.351-357, 2006.

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

CID, L.P.B.; CRUZ, A.R.R. TEIXIERA, J.M. **Biorreatores de imersão permanente**. Um outro enfoque na problemática da micropropagação de plantas. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v.4, n.25, p.50-53, 2002.

COSTA, F.H.S.; PEREIRA, M.A.A.; OLIVEIRA, J.P.; PEREIRA, J.E.S. Efeito de agentes geleificantes alternativos no meio de cultura no cultivo *in vitro* de abacaxizeiro e bananeira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.1, p.41-46, 2007.

COSTA, N.M.S.; ALOUFA, M.A.I. Organogênese direta de *Phoenix dactylifera* L. via pecíolo cotiledonar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.3, p.195-198, 2006.

CREPALDI, I.C.; MURADIAN, L.B.A.; RIOS, M.D.G.; CAMARGO PENTEADO, M.V.C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.155-159, 2001.

EEUWENS, C.J. Mineral requirements for growth and callus initiation of tissue explants excised from mature coconut palms (*Cocos nucifera*) and cultured *in vitro*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.36, p.23- 28, 1976.

FERREIRA, M.G.R.; CÁRDENAS, F. H.N.; CARVALHO, C.H.S.C.; CARNEIRO, A.A.; DANTAS FILHO, C.F. Resposta de eixos embrionários de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) à concentração de sais, doses de sacarose e renovação do meio de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.246-248, 2002.

HU, C.Y.; FERREIRA, A.G. Cultura de embriões. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Embrapa, Brasília, 1998. p.371-393.

LÉDO, A.S.; LAMEIRA, O.A.; BENBADIS, A.K.; MENEZES, I.C.; LEDO, C.A.S.; OLIVEIRA, M.S.P. Cultura *in vitro* de embriões zigóticos de açaizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.468-472, 2001.

LÉDO, A.S.; GOMES, K.K.P.; BARBOZA, S.B.S.C.; VIEIRA, G.S.S.; TUPINAMBÁ, E.A.; ARAGÃO, W.M. Cultivo *in vitro* de embriões zigóticos e aclimação de plântulas de coqueiro-anão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.147-154, 2007.

LONDE, L.N.; SOUZA, R.R.; MELO, E.F.; ALMEIDA NETA, M.N.; COSTA, A.M.; GOMES, I.C.P. Germinação *in vitro* e desenvolvimento inicial de pimentão em diferentes concentrações de sacarose e sais no meio de cultura. **EPAMIG, Circular Técnica**, Belo Horizonte, 2012, n.164, p.5.

LORENZI, H.; SARTORI, S.F.; BACHER, L.B.; LACERDA, M.T.C. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**: de consumo *in natura*. Instituto Plantarum de Estudo da Flora, São Paulo: Nova Odessa, 2006. 640p.

LORENZI, G.M.A.C. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. – **Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável**. 2006. 172 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MINARDI, B.D.; VOYTENA, A.P.L.; RANDI, A.M.; ZAFFARI, G.R. Cultivo *in vitro* de embriões zigóticos de *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc. **INSULA Revista de Botânica**, Florianópolis, v.1, n. 40, p.70-81, 2011.

NEVES, S.C.; RIBEIRO, L.M.; SILVA, P.O.; ANDRADE, I.G. Germinação *in vitro* de embriões de coquinho-azedo [*Butia capitata* (Mart.)Becc. (Arecaceae)] obtidos de frutos com diferentes graus de maturação. **Revista de Biologia Neotropical**, Goiás, v.7, n.1, p.47-54, 2010.

NEVES, T.S.; OLIVEIRA, S.; OLIVEIRA, S.R.P. Desenvolvimento *in vitro* de plântulas de diplóides de bananeira obtidas a partir de cultura de embriões. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.6-9, 2002.

NICOLOSO, F.T.; ERIG, A.C.; RUSSOWSKI, D.; MARTINS, C.F. Efeito de doses e fontes de carboidratos no crescimento de plantas de ginseng brasileiro [*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen] cultivadas *in vitro*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.1, p.84-90, 2003.

OLIVEIRA, R.P.; ROCHA, P.S.G.; GULARTE, V.F.; SCIVITTARO, W.B. Nova metodologia para micropropagação de framboeseira. EMBRAPA, **Comunicado Técnico**, Pelotas, n.211, 2009. 4p.

PANZA, V.; LÁINEZ, V.; MALDONADO, S. Seed structure and histochemistry in the palm *Euterpe edulis*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v.145, n.26, p.445–453, 2004.

PIVETTA, K.F.L.; SARZI, I.; ESTELITTAS, M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z. Tamanho do diásporo, substrato e temperatura na germinação de sementes de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p.126-134, 2008.

PEREIRA, J. E. S., MACIEL, T.M.S.; COSTA, F.H.S.; PEREIRA, M.A.A. Germinação *in vitro* de embriões zigóticos de murmuru (*Astrocaryum ulei*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.2, p.251-256, 2006.

PINHEIRO, C.M.B. **Germinação de sementes de palmeiras**: revisão bibliográfica. Teresina: EMBRAPA, UEPAE, 1986. 102p.

RIBEIRO, L.M.; NEVES, S.C.; SILVA, P.O.; ANDRADE, I.G. Germinação de embriões zigóticos e desenvolvimento *in vitro* de coquinho-azedo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.2, p.133-139, 2011.

SILVEIRA, V. C.; OLIVEIRA, A. P.; SPEROTTO, R. A.; ESPINDOLA, L. S.; AMARAL, L.; DIAS, J. F.; CUNHA, J. B.; FETT, J. P. Influence of iron on mineral status of two rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v.19, n.2, p.127-139, 2007.

SOARES, J.D.R.; RODRIGUES, F.A.; PASQUA, M.; NUNES, C.F.; ARAUJO, A.G. Germinação de embriões e crescimento inicial *in vitro* de macaúba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.5, p.773-778, 2011.

SKREBSKY, E.C.; NICOLOSO, F.T.; FERRÃO, G.E. Sacarose e período de cultivo *in vitro* na aclimatização *ex vitro* de ginseng brasileiro (*Pfaffia glomerata* Spreng. Pedersen). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1471-1477, 2004.

STEINMACHER, D.A.; CLEMENT, C.R.; GUERRA, M.P. Somatic embryogenesis from immature peach palm inflorescence explants: towards development of an efficient protocol. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, Hange, v.89, n.1, p.15-22, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

Wu, C.K. **Formação de mudas e microtubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.) em sistemas biorreatores**. 2007. 95f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.