



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

GLEICYANNE VIEIRA DA COSTA

**MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS NAS SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam.
(MORINGACEAE) DURANTE A GERMINAÇÃO**

FORTALEZA

2015

GLEICYANNE VIEIRA DA COSTA

MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS NAS SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam.
(MORINGACEAE) DURANTE A GERMINAÇÃO

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas do Departamento de Biologia da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dra. Maria Izabel Gallão

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- C872m Costa, Gleicyanne Vieira da.
Mobilização de reservas nas sementes de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) durante a germinação / Gleicyanne Vieira da Costa. – 2015.
51 f. : il., color.
- Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Biologia, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2015.
Orientação: Profa. Dra. Maria Izabel Gallão.
1. *Moringa oleifera*. 2. Sementes. 3. Germinação. 4. Sementes oleaginosas. I. Título.

GLEICYANNE VIEIRA DA COSTA

MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS NAS SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam.
(MORINGACEAE) DURANTE A GERMINAÇÃO

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas do Departamento de Biologia da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Aprovada em: 03/07/2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Maria Izabel Gallão (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ms. Steiamaris de Oliveira Paula
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Nara Lúcia Mendes Alencar
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

A Deus.

Aos meus pais, Maria Glaucia e Reginaldo e
ao meu namorado, Iago de Oliveira, pelo apoio
incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado forças e ânimo em todos os momentos, por ser fiel comigo em todas as horas durante essa jornada.

A Universidade Federal do Ceará e ao CNPq pelo apoio financeiro, possibilitando a realização deste estudo.

Agradeço eternamente a minha orientadora prof. Dra. Maria Izabel Gallão por todo conhecimento repassado, as orientações, os conselhos tanto para meu crescimento profissional quanto pessoal, pelo bom humor, paciência e acolhimento durante esse tempo de convivência, e claro, não posso esquecer de cada repreensão dita com os “ai iai iai”.

À minha mãe, Maria Glaucia, e ao meu pai, Reginaldo pela compreensão e apoio incondicional durante minha caminhada no curso, sem vocês eu nem teria entrado na UFC, e ressaltando a ajuda nas minhas coletas, agradeço aos meus pais juntamente com o senhor Sabino e dona Silvia. Ao meu namorado, Iago, pela imensa paciência, motivação, apoio em todas as horas e contribuição para o caminhar deste trabalho.

Aos colegas da turma que tive o prazer de conviver durante esses cinco anos, agradeço pelas conversas animadas, sorrisos e tristezas compartilhados, reflexões, críticas e sugestões recebidas, em especial Aline Aragão, Izabelle Rocha, Luana Vanessa, Mariana Salomão, Marília Braga.

Aos colegas que tive a oportunidade de conhecer fora de sala, em especial meus colegas de laboratório de 2010 a 2015 e aos colegas monitores da disciplina de Biologia Celular de 2014 a 2015, todos vocês foram essenciais para manter meu bom humor no dia-a-dia, agradeço principalmente pela boa convivência.

A todas as pessoas que contribuíram e apoiaram de alguma forma a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

“...Até aqui o Senhor nos ajudou..” (1 Samuel 7:12)

“Então chegaram a Mara; mas não puderam beber as águas de Mara, porque eram amargas. E o povo murmurou contra Moisés, dizendo: Que havemos de beber? E ele clamou ao Senhor, e o Senhor mostrou-lhe um lenho que lançou nas águas, e as águas se tornaram doces...” (Êxodo 15:23-25)

RESUMO

Moringa oleifera Lam. (Moringaceae) é nativa da Índia, sendo amplamente cultivada nos trópicos e subtropicais. No Brasil, é encontrada em maior número na região Nordeste, devido a sua resistência à períodos de estiagem, bem como sua adaptação às condições climáticas e solos do semi áridos. Este trabalho tem como objetivo analisar a mobilização das reservas das sementes de *M. oleifera* durante a germinação. As sementes foram colocadas para germinar e retiradas de acordo com os tempos: T0 (0h), T1 (24hs) e T2 (48hs) após a embebição e tamanho da radícula T3 (protrusão) a T8 (2,1 cm em diante). As sementes foram cortadas transversalmente, fixadas em glutaraldeído 1% e paraformaldeído 4% em tampão fosfato de sódio 0,1 M, desidratadas em série crescente etanólica, incluídas em Histoiresina Leica e cortadas em micrótomo semi-automático. Os cortes foram submetidos às seguintes colorações: Azul de Toluidina (AT), para a detecção de radicais aniônicos; Xylidine Ponceau (XP), para a detecção de radicais catiônicos; reação do Ácido Periódico de Schiff (PAS), para a detecção de polissacarídeos neutros e Sudan IV, para a detecção de lipídios. Para as determinações químicas foram utilizados 0,2g de massa seca (MS), o qual foi desengordurado com hexano e o sobrenadante foi transferido para recipientes de massa conhecida. Após a evaporação do hexano, o conteúdo de lipídios foi estimado por diferença de peso. As proteínas e carboidratos foram estimados pelos métodos de Bradford e antrona, respectivamente. Após três dias, ocorreu a protrusão da radícula, e o desenvolvimento do caule fotossintetizante em cinco ou seis dias. As colorações com AT e PAS evidenciaram a parede celular nas células cotiledonares devido à presença de pectina e polissacarídeos neutros na parede celular, respectivamente. A coloração com XP destacou proteínas dissolvidas no citoplasma entre os glóbulos de lipídios. Houve uma redução do T0 ao T8 de 60% dos teores de proteínas. Através do Sudan IV foi observada a mobilização de lipídios, corroborando com a determinação química, com redução do T0 ao T8 de 30,44%. Os resultados apontam que a principal reserva das sementes de moringa são os lipídios, em seguida os carboidratos, com aumento do T0 ao T8 de 44%. Os teores de lipídeos diminuem durante a germinação da semente (de T0 a T8), sendo mobilizados para o crescimento do embrião. Esses óleos apresentam potencialidades para diversas aplicações, sendo importante o estudo das características dessa reserva nas sementes de moringa.

Palavras-chave: Germinação, Lipídios, Moringa

ABSTRACT

Moringa oleifera Lam. (Moringaceae) is native to India, been widely cultivated in the tropics and subtropics. In Brazil, it is widely found in the Northeast, due to its resistance to droughts, Adaptation to climatic conditions and arid soils. This work investigates the mobilization of reserves of *M. oleifera* seeds during germination. The seeds were germinated and withdrawn in accordance with the times: T0 (0h), T1 (24 hours) and T2 (48 hours) after soaking and size radicle T3 (protrusion) to T8 (2.1 cm onwards). The seeds were transversally sliced, fixed in glutaraldehyde 1% and paraformaldehyde 4% in 0,1M sodium phosphate buffer, dehydrated in an ethanolic crescent series, included in Leica Histoiresin and sliced in semi-automatic microtome. The sections were submitted to the following colors: Toluidine Blue (AT), for detection of anionic radicals; Xylidine ponceau (XP) for cationic radicals; reaction of periodic acid-Schiff (PAS) for neutral polysaccharides and Sudan IV, for lipids. For the chemical determinations 0.2g of plant material were used, which was defatted with hexane and the supernatant was transferred to containers of known mass. After evaporation of the hexane, the lipids content was determined by weight difference. Proteins and carbohydrates were determined by Bradford and anthrone methods, respectively. After three days, the radicle protrusion occurred and the development of photosynthetic stem in five or six days. The colorations with AT and PAS evidenced the cotyledon's cell wall due to the presence of pectin and neutral polysaccharides, respectively. The staining in XP noted dissolved protein in the cytoplasm between the lipid globules. There was a reduction from T0 to T8 of 60% in protein levels. Through Sudan IV was observed the mobilization of lipids, corroborating with chemical determination, with reduction from T0 to T8 of 30,44%. The results show that the main reserve of moringa seeds are lipids then carbohydrates, with increase from T0 to T8 of 44%. The tenors of lipids reduce during seed germination (from T0 to T8), been mobilized to the embryo's growth. These oils present potentialities to several applications, considering important the study of those reserves' characteristics in moringa's seeds.

Keywords: Germination, Lipids, Moringa

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura vegetal e reprodutiva da <i>Moringa oleifera</i> Lam.	36
Figura 2 – Tempos de germinação de sementes da <i>Moringa oleifera</i>	38
Figura 3 – Cortes transversais de sementes de <i>Moringa oleifera</i> Lam., corada em Azul de Toluidina (AT)	40
Figura 4 – Cortes transversais de sementes de <i>Moringa oleifera</i> Lam., corada em Xylidine Ponceau (XP)	41
Figura 5 – Cortes transversais de sementes de <i>Moringa oleifera</i> Lam., corada em Reativo de Schiff (PAS)	43
Figura 6 – Cortes transversais de sementes de <i>Moringa oleifera</i> Lam., corada em Sudan IV	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química das sementes de <i>Moringa oleifera</i> em cada tempo de germinação	42
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CST	Carboidrato Solúvel Total
AT	Azul de Toluidina
CL	Corpo Lipídico
CP	Corpo proteico
L	Lipídio
MS	Massa Seca
PAS	Periodic Acid-Shiff
PRPC	Polissacarídeos de Reserva de Parede Celular
PRS	Proteína de Reserva de Semente
PS	Proteína Solúvel
TAG	Triacilgliceról
VEP	Vacúolo de Estocagem de Proteína
XP	Xylidine Ponceau

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Nordeste brasileiro	15
2.2	<i>Moringa oleifera</i> Lamarck	16
2.2.1	<i>Características botânicas</i>	16
2.2.2	<i>Propriedades químicas e farmacológicas</i>	17
2.2.3	<i>Potencialidades de uso</i>	19
2.3	Mobilização de reserva	20
	REFERÊNCIAS	24
3	RESUMO	33
	INTRODUÇÃO	35
	MATERIAIS E MÉTODOS	37
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
	CONCLUSÃO	46
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Nas regiões do sertão e semiárido nordestino, muitas famílias dependem da agricultura e pecuária para seu sustento. Aliado a esse cenário, encontram-se épocas climáticas caracterizadas como “secas”, ocasionadas por diversos fatores, entre eles a má distribuição das chuvas (CONTAZI, 2010; SANTOS *et al.*, 2011b).

O potencial de óleos vegetais para fabricação de biodiesel vem sendo investigada para uso em programas de energia renovável (PEREIRA *et al.*, 2010; VASCONCELOS *et al.*, 2010). Diante disso, o cultivo de espécies oleaginosas constitui uma alternativa em apoio à agricultura familiar, criando melhores condições de vida em regiões carentes, valorizando potencialidades regionais e oferecendo alternativas aos problemas econômicos e socioambientais (RAMOS *et al.*, 2003).

A *Moringa oleifera* Lam. uma espécie que pode favorecer a sustentabilidade, por ser uma arbórea com múltiplos usos, a qual vem sendo apontada como alternativa promissora para estas regiões. Esta pode ser utilizada na agricultura familiar como fonte de suplemento alimentar (pelo seu alto valor nutricional), purificador de água e medicinal (ANWAR *et al.*, 2007; LILLIEHOOK, 2005). Além disso, essa espécie também é utilizada na indústria farmacêutica e como fonte de óleo, principal reserva de suas sementes, sendo utilizado como lubrificantes, na indústria de cosméticos e produção de biodiesel (SANTOS *et al.*, 2011a; ARANDA, 2009; MONTEIRO, 2007; LILLIEHOOK, 2005)

O biocombustível derivado do óleo dessa espécie é de melhor qualidade quando comparado ao de girassol, soja, palma e canola (RASHID *et al.*, 2008) e a produção do óleo é superior ao da *Jatropha curcas* L. (pinhão-manso), *Aleurites moluccana* (L.) Willd. (noz da Índia) e *Pachira glabra* Pasq. (munguba) (KIBAZOHI; SANGWAN, 2011).

Em geral, os trabalhos que tratam das características do óleo da moringa, principalmente aqueles que o relacionam a produção de biodiesel, são bastante recentes (KAFUKU *et al.*, 2010; KAFUKU; MBARAWA, 2010; MARTÍN *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010; RASHID *et al.*, 2008).

Por esse motivo, a espécie vem se tornando uma alternativa para o plantio (BAKKE *et al.*, 2010; PHIRI; MBEWE, 2010), pois é uma planta de fácil cultivo, baixo custo de produção e de alto rendimento (FERREIRA *et al.*, 2008).

A mobilização das reservas viabiliza o estabelecimento da plântula, uma vez que os produtos da mobilização liberados pelos tecidos de armazenamento são transportados para o eixo em crescimento, onde são utilizados principalmente no desenvolvimento das primeiras

folhas (aparato fotossintético) e das raízes (sistema de absorção) (BEWLEY *et al.*, 2013; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007; BUCKERIDGE *et al.*, 2004). Além disso, os produtos da mobilização atuam como combustíveis celulares, sustentando a produção de ATP via oxidação mitocondrial, e como precursores biossintéticos, permitindo a produção de biomoléculas para a manutenção e o crescimento celular (BEWLEY *et al.*, 2013; MARCOS FILHO, 2005; BUCKERIDGE *et al.*, 2004).

A despeito do amplo conhecimento sobre mobilização de reservas em plantas cultivadas, pouco ainda se sabe sobre este processo em espécies arbóreas nativas e exóticas. Outro ponto importante são os aspectos morfológicos de sementes nos estágios iniciais de desenvolvimento de uma espécie, que podem auxiliar no entendimento do processo de germinação e estabelecimento da planta (MATHEUS; LOPES, 2007; GUERRA; MEDEIROS; GALLÃO, 2006).

Tendo em vista esses aspectos, e a sua importância para a região nordeste, o presente trabalho tem como objetivo analisar a mobilização das reservas das sementes de *M. oleifera* durante a germinação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Nordeste brasileiro

O clima semi-árido está presente no Brasil nas regiões Nordeste e Sudeste, corresponde a uma área de 982.563,3 quilômetros quadrados (BRASIL, 1998, 1990).

O nordeste do Brasil tem características singulares, que envolvem basicamente questões de clima, solo e uso de tecnologia disponível (SANTOS, 2010). Esta região é diferenciada por possuir áreas chamadas de sertão com clima característicos de semi-árido, que se caracteriza por secas periódicas e, em consequência, possuem problemas relacionados à baixa produção agrícola e desenvolvimento econômico (SANTOS, 2010).

No sertão nordestino muitas famílias dependem da agricultura e pecuária, dependendo majoritariamente das atividades agrícolas para seu sustento. Aliado a esse cenário encontram-se solos, que na sua maioria, são classificados como salinos ou em processo de salinidade, o que inibe a produtividade agrícola em determinadas áreas (FRANÇA, 2001; INCRA/FAO, 2000). Nessas regiões a população também enfrenta problemas como longos períodos secos e chuvas ocasionais concentradas em poucos meses do ano, com evaporação que, por sua vez, determinam o déficit hídrico e a fixação do homem nas áreas rurais da região do nordeste (CONTAZI, 2010; SANTOS *et al.*, 2011b; FRANÇA, 2001).

Em face à vulnerabilidade sócio-ambiental da região, vários programas e ações de Governo já foram estruturados e implementados, visando o combate, de forma sustentável, da seca no nordeste e o desenvolvimento dessa região. Em 2004, o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB, com o objetivo de fomentar a produção e uso do biodiesel no Brasil e promover a inclusão social do agricultor familiar, gerando renda e emprego, pela inserção de agricultor na cadeia produtiva do biodiesel (BRASIL, 2004).

A *Moringa oleifera* Lam. é uma espécie que pode favorecer a sustentabilidade, por ser uma arbórea com múltiplos usos, a qual vem sendo apontada como alternativa promissora para estas regiões. Esta pode ser utilizada na agricultura familiar como fonte de suplemento alimentar (pelo seu alto valor nutricional), purificador de água, medicinal e pelo óleo de suas sementes, principalmente para a produção de biodiesel (MONTEIRO, 2007). A espécie torna-se ainda mais atrativa por ser de cultivo fácil, baixo custo de produção e de alto rendimento (BAKKE *et al.*, 2010; PHIRI; MBEWE, 2010; FERREIRA *et al.*, 2008). Além disso, apresenta potencialidade de melífera sendo, portanto, propícias à apicultura. Isso se

deve a grande quantidade de visitantes (agentes polinizadores) em suas flores, indicando que a planta pode ser considerada como fonte constante de néctar, principalmente na Caatinga, onde há sazonalidade na oferta de recursos (KIILL; MARTINS; LIMA, 2012).

A inserção da moringa na região do semi-árido vem sendo alvo de pesquisas com a finalidade de contribuir para a sustentabilidade das atividades agrícolas na região, além da fixação, melhoria da vida do homem do campo e até mesmo como ação mitigadora e de adaptação às mudanças climáticas pelos seus vários benefícios (MONTEIRO, 2007).

2.2 *Moringa oleifera* Lamarck

2.2.1 *Características botânicas*

O gênero *Moringa*, único representante da família Moringaceae, é constituído por quatorze espécies amplamente distribuídas nas regiões tropicais do planeta (ABDULKARIM *et al.*, 2004; ANWAR *et al.*, 2007), dentre as quais a *Moringa oleifera* Lam é a mais conhecida (ANWAR *et al.*, 2007). Essa espécie foi classificada pelo pesquisador francês Jean Baptiste Antonine Pierre de Monet de Lamarck (1744 - 1829) (CYSNE, 2006).

Originária da Índia, com distribuição na Europa, América do Norte, América Central e grande parte da Ásia, chegou ao Brasil, a cerca de 40 anos, através de uma carta contendo oito sementes, que se desenvolveram sem problemas. No Brasil, é encontrada em maior número na região Nordeste, principalmente nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, devido à sua elevada adaptação a condições climáticas e solos semi-áridos. Nesta região a planta ficou conhecida como Acácia-Branca ou simplesmente moringa (KERR, 2010; MEHTA *et al.*, 2011; SHARMA *et al.*, 2011).

Essa espécie é considerada uma hortaliça perene e arbórea, amplamente cultivada nos trópicos (KARADI *et al.*, 2006; PEZZAROSSO, 2004) e subtropicais (OLSON; FAHEY, 2011; BEZERRA; MOMENTÉ; MEDEIROS, 2004). Segundo Jesus *et al.* (2013), ela pode ser cultivada até 1.400 metros de altitude, em ampla faixa de solos, menos naqueles onde há possibilidade de alagamento do terreno. Demanda pouco ou nenhum cuidado e possui uma resistência que permite viver por prolongados tempos de estiagem, em parte por ser caducifólia (troca anual de folhas), e em ampla faixa de pH (5 a 9). (ESNARRIAGA *et al.*, 2011; SUTHERLAND *et al.*, 1994).

Suas folhas são verdes pálidas, alternadas, pecioladas e compostas, sendo tripinadas, com folíolos pequenos (PANDEY *et al.*, 2011; SILVA; KERR, 1999). Suas flores

são monoclinas, de coloração amarelo-pálidas, perfumadas e agrupadas em inflorescências terminais do tipo cimosa (KIILL; MARTINS; LIMA, 2012; FERREIRA *et al.*, 2008; HSU *et al.*, 2006; FAHEY, 2005). Essa espécie apresenta um fruto seco em forma triangular, do tipo cápsula loculicida, três valvas com deiscência por meio de fendas longitudinais, de coloração castanho-médio, relativamente pequeno, com aproximadamente 12 sementes por fruto. (PANDEY *et al.*, 2011; RAMOS *et al.*, 2010).

As sementes, por sua vez, são globóides e aladas, com dispersão anemocórica, de cor castanho-médio, com alas castanho-claro, bitegumentadas e exalbuminosas, contendo em seu interior uma massa branca e oleosa (FERREIRA *et al.*, 2008; HSU *et al.*, 2006; FAHEY, 2005).

2.1.2 Propriedades químicas e farmacológicas

M. oleifera é uma planta oleaginosa de ciclo perene, que possui uma variedade imensa de aplicações, sendo chamada por muitos de planta multiuso (COLOMBO, 2012). O conhecimento popular e o variado espectro de propriedades químicas e terapêuticas atribuídas a essa planta tem motivado vários pesquisadores, extensionistas e agricultores a utilizam de inúmeras maneiras (JESUS *et al.*, 2013; PANDEY *et al.*, 2011; SANTANA *et al.*, 2010. VIEIRA; CHAVES; VIÉGAS, 2008). Extratos de todas as partes da planta podem ser utilizados na indústria farmacêutica e cosmética, reconhecidas por uso popular e corroboradas pela comunidade científica (ANWAR *et al.*, 2007; LILLIEHOOK, 2005).

Recentes estudos destacam que o uso de sementes trituradas de moringa no tratamento de água, a um custo de apenas uma fração do tratamento químico convencional, constitui uma alternativa de mais alta importância (PATERNIANI; MANTOVANI; SANT'ANNA, 2009). O gênero moringa, e particularmente as espécies *M. oleifera* e *M. stenopetala*, destacam-se como um dos mais promissores coagulantes naturais, apesar de sete espécies terem demonstrado o efeito coagulante (ALMEIDA NETO, 2005). A *Moringa oleifera* vem sendo utilizada em diversos programas sociais como floculante/coagulante natural de resíduos em água de utilização doméstica, principalmente, em regiões que apresentam baixo desenvolvimento, com problemas relacionados ao tratamento de água e limitação de implantação de culturas agrícolas (PEREIRA *et al.*, 2011; SARGENTINI; SARGENTINI JUNIOR, 2011). O sulfato de alumínio $[Al_2(SO_4)_3]$ constitui o floculante/coagulante, mais utilizado e difundido mundialmente nas Estações de Tratamento de Água para a remoção de partículas suspensas e, conseqüentemente, remoção da turbidez da

água para o consumo humano. Contudo, estudos demonstram que seu uso pode estar associado com o desenvolvimento de neuropatologias e contaminação ao meio ambiente, além de proporcionar um custo relativamente elevado no processo de tratamento da água. Logo o uso de coagulantes ambientalmente corretos apresenta-se como uma alternativa viável e vários equipamentos e métodos têm sido investigados para melhor obtenção da solução coagulante a partir de extratos da *Moringa oleifera*. (ARANTES *et al.*, 2012).

O uso das sementes trituradas no tratamento de água, em substituição ao sulfato de alumínio, apresentam vantagens de não alterar significativamente o pH da água e o seu gosto não se modifica, o que torna a mesma palatável, não causando problemas de corrosão em recipientes após o tratamento (AMARAL *et al.*, 2006). Além disso, apresenta propriedades antibacterianas, removendo patógenos da água (AMAGLOH; BENANG, 2009; VASCONCELOS *et al.*, 2009; RASHID, *et al.*, 2007; RODRIGUES, 2007; SILVA *et al.*, 2007; AMARAL *et al.*, 2006). Descobertas recentes apontam que o extrato aquoso das sementes de moringa é eficaz no combate das larvas de mosquito *Aedes aegypti* e redução do número de *Escherichia coli*. (COELHO *et al.*, 2009; FERREIRA, 2004). Tal efeito xenobiótico se deve à presença de substâncias nocivas aos microorganismos presente nos cotilédones das sementes (FERREIRA *et al.* 2009).

Os cotilédones e tegumentos de suas sementes contêm proteínas com alta capacidade de coagulação. Essas proteínas com baixo peso molecular adquirem cargas positivas quando dissolvidas em água, que atraem partículas carregadas negativamente tais como, argilas e siltes, provocando a desestabilização dessas partículas, fazendo com que os sólidos em suspensão formem flocos densos que sedimentam (AMAGLOH; BENANG, 2009; AMARAL *et al.*, 2006).

Além da remoção de turbidez em águas, tem se mostrado adequada para remoção de metais, apresentando propriedades chamadas adsorptivas com resultados bastante relevantes para a remoção de cádmio (SHARMA *et al.*, 2006), de níquel (MARQUES *et al.*, 2012), de manganês (MARQUES *et al.*, 2013), sendo uma tecnologia barata e segura para o meio ambiente.

A espécie também tem sido apresentada no sistema World Wide Web (WWW ou Web) como uma “árvore milagrosa” com inúmeros documentos em hipermídia mostrando variadas propriedades terapêuticas ou medicinais. Num recente trabalho de revisão de literatura, Ruiz; Odio; Carrión (2012), apresentam algumas dessas propriedades medicinais, entre as quais destacam-se: estimulante cardíaco e circulatório, antitumoral, antiepilética, antiespasmódica, diurética, efeitos benéficos na visão (LIU; PERERA; SURESH, 2007),

combate a inflamações, hipertensão arterial, (ANWAR *et al.*, 2007), antifúngica (CHUANG *et al.*, 2007), dentre outros.

A extração do óleo de suas sementes apresenta propriedades de cura documentadas por culturas antigas do Egito, sendo uma de suas utilidades era preparação de pomadas para pele. Esse óleo contém propriedades antissépticas e anti-inflamatórias que ajudam a curar rapidamente problemas menores da pele tais como cortes, equimoses, queimaduras e irritação causadas por inseto (SANTOS *et al.*, 2011a). Seu valor cosmético é usado no cuidado do corpo e do cabelo como um creme hidratante e é considerado como melhor óleo de massagem da aromo terapia (SANTOS *et al.*, 2011a). É um óleo muito duradouro com uma vida útil de até cinco anos (SANTOS *et al.*, 2011a), sendo também excelente para cozinhar e na confecção de sabão (ALVES *et al.*, 2005).

Por outro lado, o óleo mostra potencialidade para produção de lubrificantes de precisão (como pequenas engrenagens) e biocombustível (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2012; LILLIEHOOK, 2005; BEZERRA; MOMENTÉ; MEDEIROS, 2004). O biocombustível derivado do óleo dessa espécie é de melhor qualidade quando comparado ao de girassol, soja, palma e canola (RASHID *et al.*, 2008) e a produção do óleo é superior ao da *Jatropha curcas* L. (pinhão-manso), *Aleurites moluccana* (L.) Willd. (noz da Índia) e *Pachira glabra* Pasq. (munguba) (KIBAZOHI;SANGWAN, 2011).

Em geral, os trabalhos que tratam das características do óleo da moringa, principalmente aqueles que o relacionam a produção de biodiesel, são bastante recentes (KAFUKU *et al.*, 2010; KAFUKU; MBARAWA, 2010; MARTÍN *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010; RASHID *et al.*, 2008).

2.1.3 Potencialidades de uso

Varias partes da planta podem ser utilizadas na produção de forragem, biogás (a partir de folhas), madeira, tintura azul, goma, mel, açúcar, suco, construção de cercas e quebra-vento (FAHEY, 2005; SILVA; KERR, 1999; GERDES, 1997).

Após a extração do óleo, a torta resultante das sementes pode ser utilizada na compostagem para condicionamento e fertilização do solo (SANTOS *et al.*, 2011a ; SANTANA *et al.*, 2010). Além disso, a planta destaca-se na ornamentação de parques e jardins, artesanato (JESUS *et al.*, 2013; PANDEY *et al.*, 2011; SANTANA *et al.*, 2010; VIEIRA; CHAVES; VIÉGAS, 2008).

De acordo com Hsu *et al.* (2006), as folhas de *M. oleifera* apresentam elevado valor nutricional, contendo:

- Sete vezes mais vitamina C que as laranjas;
- Quatro vezes o valor de cálcio do leite;
- Quatro vezes mais vitamina A que encontrada nas cenouras;
- Duas vezes o teor de proteína do leite;
- Três vezes mais potássio que as bananas;
- Todos os aminoácidos essenciais.

Anwar *et al.* (2007) relatam que a farinha de folhas tem sido utilizada como fonte de alimentação alternativa no combate a desnutrição, especialmente entre crianças e lactantes, em curto prazo de quimioprofilaxia. Essa potencialidade aplicada às comunidades menos assistidas socioeconomicamente se consagra como uma estratégia para garantir a segurança alimentar (SILVA, 2010). No entanto, as raízes, que são utilizadas como condimento, contém o alcaloide espiroquina, que causa potente paralização nos nervos (FERREIRA *et al.*, 2008; HSU *et al.*, 2006; FAHEY, 2005). Também é uma boa opção para suplementação alimentar animal em período de seca (ALDAN; LUGO; SANCHEZ, 2010; BAKKE *et al.*, 2010). Estudos desta potencialidade constituem alternativas tecnológicas interessantes para manter ou melhorar a produtividade animal e a sustentabilidade, principalmente para pequenos pecuaristas que convivem com os efeitos da seca sobre as pastagens (SÁNCHEZ; SPORNDLY; LEDIN, 2006).

2.3 Mobilização de reservas

A mobilização das reservas é desencadeada durante a germinação das sementes e se estende pelo estabelecimento das plântulas, viabilizando a colonização do ambiente (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). O processo de mobilização envolve diferentes enzimas hidrolíticas, que são ativadas ou sintetizadas de novo e catalisam a degradação das biomoléculas de reserva (BUCKERIDGE *et al.*, 2004). Os produtos da hidrólise ou seus derivados são transportados dos tecidos de armazenamento para o eixo embrionário via floema, onde são utilizados principalmente no desenvolvimento das primeiras folhas (aparato fotossintético) e das raízes (sistema de absorção) (BEWLEY *et al.*, 2013; BUCKERIDGE *et al.*, 2004). Durante este processo, os produtos de mobilização atuam como combustíveis celulares, sustentando a produção de ATP via oxidação mitocondrial, e como precursores

biossintéticos, permitindo a produção de biomoléculas para a manutenção e o crescimento celular, sendo a água fundamental no metabolismo celular da germinação (BEWLEY *et al.*, 2013; MARCOS FILHO, 2005; BUCKERIDGE *et al.*, 2004).

Grupos específicos de carboidratos, lipídios e proteínas são as principais biomoléculas de reserva em sementes, estas podem ser classificadas de acordo com a substância de reserva predominante como, amiláceas, aleuro-amiláceas, oleaginosas aleuro-oleaginosas e córneas (MARCOS FILHO, 2005). Os carboidratos de reserva são diversificados, incluindo a sacarose, os oligossacarídeos da série rafínósica, o amido e os polissacarídeos de reserva de parede celular (PRPC) (BUCKERIDGE *et al.*, 2004). A sacarose e os oligossacarídeos da série rafínósica são açúcares solúveis acumulados no vacúolo das células do eixo embrionário e dos tecidos de armazenamento. De forma contrastante, o amido é formado pelos polissacarídeos amilose e amilopectina, os quais são depositados em camadas concêntricas semicristalinas, formando grânulos dentro dos amiloplastos (BEWLEY *et al.*, 2013). Por último, os PRPC's são um grupo heterogêneo de biomoléculas depositadas em paredes secundárias espessadas (BUCKERIDGE *et al.*, 2004).

Os lipídios são substâncias insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos, como éter e clorofórmio. Em sementes oleaginosas como a moringa, os lipídios de reserva correspondem à óleos ou triacilgliceróis (TAGs), os quais são armazenados em organelas denominadas oleossomos ou corpos lipídicos (CLs) (ALENCAR, 2015, 2012; BEWLEY *et al.*, 2013; LIM *et al.*, 2010). Uma das vantagens de usa-los como fonte de reserva consiste no maior rendimento destes que os carboidratos, pois a cadeia carbônica dos lipídios apresentam mais ligações carbono-hidrogênio que a cadeia dos carboidratos, pois essas são maiores em lipídios, e dependo da molécula de lipídio utilizada durante a oxidação, o rendimento em moléculas de ATP de uma cadeia carbônica lipídica, chega a ser quatro vezes maior que o rendimento em moléculas de ATP de uma cadeia carbônica de carboidratos. (NELSON, 2013). Os óleos vegetais representam um dos principais produtos extraídos de plantas da atualidade nos quais cerca de dois terços são usados em produtos alimentícios, fazendo parte da dieta humana (REDA; CARNEIRO, 2007; FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Após a germinação, os lipídios são mobilizados, gerando sacarose por gliconeogênese, sendo transportada para os tecidos em crescimento, atuando como fonte de carbono e energia (EASTMOND; GRAHAM, 2011).

De acordo com Nelson (2013), a via da gliconeogênese diferencia-se da glicólise por três etapas:

- 1º etapa: A reação é catalizada pelas enzimas piruvato carboxilase, que

transforma piruvato em oxaloacetato, e fosfoenolpiruvato carboxiquinase, que converte oxaloacetato em fosfoenolpiruvato. O fosfoenolpiruvato é transformado em frutose-1,6-bisfosfato por enzimas participantes na glicólise, que catalisam reações reversíveis, podendo operar a via no sentido inverso.

- 2º etapa: A enzima frutose-1,6- bifosfatase converte a frutose-1,6-bisfosfato em frutose-6-fosfato.
- 3º etapa: Nesta etapa faz-se a conversão de glicose-6-fosfato em glicose, catalisada pela glicose-6-fosfatase.

Dentre as proteínas de reserva armazenadas em sementes, as albuminas são comuns em eudicotiledôneas, as globulinas são as principais proteínas de reserva em leguminosas, as prolaminas são predominantes em cereais e as glutelinas são características do trigo (BEWLEY *et al.*, 2013). As prolaminas e glutelinas são armazenadas em organelas chamadas corpos protéicos (CPs), enquanto as albuminas e globulinas são mantidas em vacúolos de estocagem de proteínas (VEPs) (HERMAN; LARKINGS, 1999). As proteínas de reserva de sementes (PRS) são mobilizadas durante a germinação da semente e o estabelecimento da plântula, liberando aminoácidos para o eixo embrionário, onde são utilizados na síntese de proteínas ou oxidados pela respiração celular (BEWLEY *et al.*, 2013).

A mobilização das reservas nos tecidos de armazenamento deve ser sincronizada com o crescimento do eixo embrionário. Neste sentido, a regulação da mobilização é fundamental para garantir o sucesso do estabelecimento das plântulas (BUCKERIDGE *et al.*, 2004). Originalmente, duas hipóteses são consideradas para explicar a regulação da mobilização das reservas: a hipótese hormonal e a hipótese da relação fonte-dreno. De acordo com a hipótese hormonal, o eixo embrionário regula a expressão e a atividade das enzimas hidrolíticas por intermédio de hormônios sintetizados por ele, que serão transportados para os cotilédones ou o endosperma. Em contra partida, conforme a hipótese da relação fonte-dreno, o eixo embrionário funciona como um dreno, consumindo os produtos de mobilização transportados a partir das fontes, os cotilédones ou o endosperma. Assim, o eixo embrionário pode limitar a atividade das enzimas hidrolíticas nos cotilédones ou no endosperma por mecanismos de retroalimentação negativa (BEWLEY *et al.*, 2013). Alguns trabalhos têm sugerido que produtos da mobilização podem apresentar algum papel como sinais para a regulação da mobilização das reservas. O aumento da concentração de aminoácidos livres em cotilédones destacados diminui a atividade das proteinases, sugerindo que os aminoácidos podem mediar a regulação da mobilização das proteínas (RAMAKRISHNA; RAO, 2005). Corroborando esta evidência, a aplicação externa de açúcares reduz a expressão e a atividade

de enzimas envolvidas na degradação dos triacilgliceróis, indicando que os açúcares podem também atuar como sinais para a regulação da mobilização dos lipídios (BOREK; RATAJCZAK; RATAJCZAK, 2006).

Além dessa regulação, a germinação e mobilização de reserva são moduladas por diversos estímulos endógenos e exógenos. Alguns fatores ambientais, como a intensidade luminosa e baixas temperaturas (HOLDSWORTH; BENTSINK; SOPPE, 2008), e reguladores de crescimento vegetal, como ácido giberélico (GA3), ABA e etileno (BEWLEY *et al.*, 2013; CARRERA *et al.*, 2008, HOLDSWORTH; BENTSINK; SOPPE, 2008; NAKAJIMA *et al.*, 2006) são conhecidos por influenciar o estado de dormência das sementes. Alguns compostos exógenos influenciam na redução de dormência em sementes, tais como o nitrato, nitrito, azida, cianeto e voláteis (FLEMATTI *et al.* 2004).

A despeito do amplo conhecimento sobre mobilização de reservas em plantas cultivadas, pouco ainda se sabe sobre este processo em espécies arbóreas nativas e exóticas. Outro ponto importante são os aspectos morfológicos de sementes nos estágios iniciais de desenvolvimento de uma espécie, que podem auxiliar no entendimento do processo de germinação e estabelecimento da planta (MATHEUS; LOPES, 2007; GUERRA; MEDEIROS; GALLÃO, 2006).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), tanto o vigor quanto o potencial de armazenamento das sementes são influenciadas pelos teores dos compostos presentes e, de modo geral, quanto maior o teor de reservas nas sementes, maior será o vigor das plântulas originadas. Em sementes com baixo vigor pode haver reduções na velocidade de emergência, na produção de biomassa seca e nas taxas de crescimento das plantas, podendo afetar o estabelecimento da cultura, seu desempenho ao longo do ciclo e produtividade final (MELO *et al.*, 2006). Desse modo, vários esforços têm sido feitos no sentido de caracterizar o processo de mobilização de reservas em diferentes espécies arbóreas (REIA *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2008; CORTE *et al.*, 2006).

REFERÊNCIAS

- ABDULKARIM S. M.; LONG, K.; LAI, O. M.; MUHAMMAD, S. K. S.; GHAZALI, H. M. Some physico-chemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. **Journal to Food Chemistry** v. 93, p.253-256, 2004.
- ALDAN, J. P.; LUGO, F. C.; SANCHEZ, F. S. Rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleifera* asociada y em monocultivo em um banco de forraje. **Revista Florestal Venezolana**, v. 54, n.2, p.161-167, 2010.
- ALENCAR, N. L. M.; GADELHA, C. G.; GALLÃO, M. I.; DOLDER, M. A. H.; PRISCO, J. T. GOMES-FILHO, E. Ultrastructural and biochemical changes induced by salt stress in *Jatropha curcas* seeds during germination and seedling development. **Functional Plant Biology**, v.119, p.1326-1331. doi:10.1071/FP15019. 2015.
- ALENCAR, N. L. M.; INNECO, R.; GOMES-FILHO, E., GALLÃO, M. I.; ALVAREZ-PIZARRO, J. C.; PRISCO, J. T.; OLIVEIRA, A. B. Seed reserve composition and mobilization during germination and early seedling establishment of *Cereus jamacaru* D.C. ssp. *jamacaru* (Cactaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, v.84, p.823-832. doi:10.1590/S0001-37652012000 300024. 2012
- ALMEIDA NETO, M. A. **Uso da semente do gênero moringa**, 2005. Disponível em: <http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/doc/posters/12_1_Mario_Augusto.doc>. Acesso em: 19 abr. 2015.
- ALVES, M. C. S.; FILHO, S. M.; BEZERRA, A. M. E. B.; OLIVEIRA, V. C. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleifera* L. em diferentes locais de germinação e submetidas à pré-embrição. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1083-1087, 2005.
- AMARAL, L. A.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; SOARES e BARROS, L. S.; LORENZON, C. S.; NUNES, A. P. Tratamento alternativo da água utilizando extrato de semente de *Moringa oleifera* e radiação solar. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, n.3, p.287-293, 2006.
- AMAGLOH, F. K.; BENANG, A. Effectiveness of *Moringa oleifera* seed as coagulant for water purification. **African Journal of Agricultura Research**, v.4, n.1, p.119-123, 2009.
- ANWAR, F.; LATIF S.; ASHRAF M.; GILANI, A. H. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytotherapy Research** v.21, p.17-25, 2007.
- ARANDA, D. A. G.; GONÇALVES, J. A.; PERES J. S.; RAMOS A. L. D.; MELO -JUNIOR C. A. R. ; ANTUNES, O. A. C.; FURTADO, N. C.; TAFT C. A. The use of acids, niobium oxide, and zeolite catalysts for esterification reactions. **Journal of Physical Organic Chemistry**, v.22, p.709-716, 2009.
- ARANTES, C. C.; TULIO, A. P.; RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S. Processamento de sementes de *Moringa oleifera* utilizando-se diferentes equipamentos para obtenção de solução coagulante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.6, p.661-666, 2012.

BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BAKKE, O. A. Características de crescimento e valor forrageio da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 113-114, 2010.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds**-physiology of development, germination and dormancy. 3 ed. Springer: New York, 2013.

BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS, S. F. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v.22, n.2, p. 295-299, 2004.

BOREK, S.; RATAJCZAK, W.; RATAJCZAK, L. Ultrastructural and enzymatic research on the role of sucrose in mobilization of storage lipids in germinating yellow lupine seeds. **Plant Science**, v. 170, p. 441-452, 2006.

BRASIL. **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel**. Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/>> Acessado em 26 abr. 2015

BRASIL. **Política nacional de irrigação e drenagem**: projeto novo modelo de irrigação. Brasília: Ministério do meio ambiente, dos recursos hídricos e da Amazônia legal, 232p., 1998

BRASIL. **A atuação da CODEVASF e do DNOCS no desenvolvimento da irrigação no nordeste**. Brasília: Ministério da agricultura e reforma agrária, 1990.

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S.; AIDAR, M. P. M. Mobilização de Reservas. In FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado, Porto Alegre: Artmed, p. 163-185, 2004.

CARRERA, E.; HOLMAN, T.; MEDHURDT, A.; DIETRICH, D.; FOOTITT, S.; THEODOULOU, F. L.; HOLDSWORTH, M. J. Seed after-ripening is a discrete developmental pathway associated with specific gene networks in Arabidopsis. **The Plant Journal**, v.53, p.214–224, 2008.

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

CHUANG, P. H.; LEE, C. W.; CHOU, J. Y.; MURUGAN, M.; SHIEN, B. J.; CHEN, H. M. Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of *Moringa oleifera* Lam. **Bioresource Technol.** v.98, p.232-236, 2007.

COELHO, J. S.; SANTOS N. D. L.; NAPOLEÃO T. H.; GOMES, F. S.; FERREIRA, R. S.; ZINGALIR, R. B.; COELHO, L. C. B. B.; LEITE S. P.; NAVARRO, D. M. A. F.; PAIVA, P. M. G. Effect of *Moringa oleifera* lection on development and mortality of *Aedes aegypti* larvae. **Chemosphere**, v. 77, p. 934-938, 2009.

COLOMBO, M. *Moringa oleifera*. [S.I.], 2012. Disponível em: <http://www.granjaparaíso.com.br/index.php?l=Plantas_Supervitaminadas&op=Moringa_Oleifera>. Acesso em: 11 abr. 2015.

CONTAZI, R. C. Uma alternativa de desenvolvimento para a região do sertão nordestino. **Informações Fipe**, p.14-16, 2010.

CORTE, B. V.; BORGES, E. E. L.; PONTES, C. A.; LEITE, I. T. A.; ENTRELLA, M. C.; MATHIAS, A. A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 941-949, nov./dez. 2006.

CYSNE, R. G. B. **Propagação in vitro de *Moringa oleifera* Lam.** Dissertação de Mestrado, p.81, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006.

EASTMOND, P. J.; GRAHAM, I. A. Re-examining the role of the glyoxylate cycle in oilseeds. **Plant Science**, v. 6, p. 72-77, 2011.

ESNARRIAGA, E. S.; GALVANI, F.; SOARES, M. T. S.; LISITA, F. O. Influência do uso de sementes trituradas de *Moringa oleifera* no tratamento de efluente bruto de fossa séptica biodigestora Encontro Nacional sobre Metodologias e Gestão de Laboratórios da EMPRABA, 16.; Simpósio sobre Metodologia de Laboratório de Pesquisa Agropecuária, 3., Bento Gonçalves, 2011. **Anais**. Bento Gonçalves:Embrapa Uva e Vinho, p.17, 2011.

FAHEY, J. W. *Moringa oleifera*: A review of the medical evidence for Its nutritional therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. **Trees for Life Journal**, p. 1-5, 2005.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 323p. 2004.

FERREIRA, P. M. P. **Atividade larvívica do extrato aquoso de *Moringa oleifera* Lamarck contra *Aedes aegypti* Linnaeus: identificação parcial e caracterização bioquímica do princípio ativo** [monografia]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2004.

FERREIRA, P. M. P.; FARIAS, D. F.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. U. *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. **Revista de Nutrição**, v. 21, n. 4, p. 431-437, 2008.

FERREIRA, P. M. P.; CARVALHO, A. F. U.; FARIAS, D. F.; CARIOLANO, N. G. MELO, V. M. M.; QUEIROZ, M. G. R.; MARTINS, A. L. M. C.; NETO, J. G. M. Larvicidal activity of the water extract of *Moringa oleifera* seeds against *Aedes aegypti* and its toxicity upon laboratory animals. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.81, n.2, p.207-216, 2009.

FLEMATTIL, G. R.; GHISALBERTI, E. L.; DIXON, K. W.; TRENGOVE, R. D. A compound from smoke that promotes seed germination. **Science**, v.305, p.977-977, 2004.

FRANÇA, F. M. C. (coord). **A importância do agronegócio da irrigação para o desenvolvimento do Nordeste**. 1 ed. Fortaleza: Banco do Nordeste, Banco Interamericano de Desenvolvimento e Ministério da Integração Nacional, 113p., 2001.

GERDES, G. Como limpar e tratar água suja com sementes da moringa. **ESPLAR** – Centro de Pesquisa e Assessoria, Fortaleza, 18p. 1997.

GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS, S. J.; GALLÃO, M. I. Morfologia de sementes, e plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Cerne** v.12, p.322-328. 2006.

HERMAN, E. M.; LARKINS, B. A. Protein storage bodies and vacuoles. **The Plant Cell**, v.11, p. 601-613, 1999.

HOLDSWORTH, M. J.; BENTSINK, L.; SOPPE, W. J. J. Molecular networks regulating Arabidopsis seed maturation, after-ripening, dormancy and germination. **New Phytologist** v.179, p.33-54, 2008.

HSU, R.; MIDCAP, S.; ARBAINSY, A. H.; WITTE, L. D. *Moringa oleifera*: Medicinal and socio-economic uses. National Herbarium Leiden, **International Course on Economic Botany**, Holanda. 2006.

INCRA/FAO – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária/Organização para a Agricultura e a Alimentação. **Novo retrato da agricultura familiar**. O Brasil redescoberto. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Brasília, 74 p., 2000.

JESUS, A. R.; MARQUES, N. S.; SALVI, E. J. N. R.; TUYUTY, P. L. M.; PEREIRA, S. A. **Dossiê Técnico** - Cultivo da *Moringa oleifera*. Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA. 2013.

KAFUKU, G.; LAM, M. K.; KANSEDO, J.; LEE, K. T.; MBARAWA, M. Heterogeneous catalyzed biodiesel production from *Moringa oleifera* oil. **Fuel Processing Technology**, n. 91, p. 1525-1529, 2010.

KAFUKU, G.; MBARAWA, M. Alkaline catalyzed biodiesel production from *Moringa oleifera* oil with optimized production parameters. **Applied Energy**, n. 87, p. 2561-2565, 2010.

KARADI, R.V.; GADGE, N. B.; ALAGAWADI, K. R.; SAVADI, R. V. Effect of *Moringa oleifera* Lam. root-wood on ethylene glycol induced urolithiasis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, p. 306-311, 2006.

KERR, E. **Moringa é fonte de vitamina A**. Globo Reporter. [S.I.], 2010. Disponível em: <<http://g1.globo.com/globo-reporter/noticia/2010/10/moringa-e-fonte-de-vitamina.html>>. Acesso em: 11 ABR. 2015.

KIBAZOHI, O.; SANGWAR, R. S. Vegetable oil production potential from *Jatropha curcas*, *Croton megalocarpus*, *Aleurites moluccana*, *Moringa oleifera* and *Pachira glabra*: Assessment of renewable energy resources for bioenergy production in Africa. **Biomass Bioenerg.** v.35, p.1352-1356, 2011.

KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. T. V.; LIMA, P. C. F. *Moringa oleifera*: registro dos visitantes florais e potencial apícola para a região de Petrolina, PE. Petrolina: Embrapa Semiárido, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 19 p. 2012.

LILLIEHOOK, H. **Use of sand filtration of river water flocculated with *Moringa oleífera***. Master's Thesis - Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Sanitary Engineering. Lulea University of Technology, Lulea, 2005.

LIM, H. K.; TAN, C. P.; KARIM, R.; ARIFFIN, A.A.; BAKAR, J. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**, v.119, p.1326-1331, 2010.

LIMA, R. B. S.; GONÇALVES, J. F. C.; PANDO, S. C.; FERNANDES, A. V.; SANTOS, A. L. W. Primary metabolite mobilization during germination in rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) seeds. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 1, p. 19-25, 2008.

LIU, Y.; PERERA, C. O.; SURESH, V. Comparison of three chosen vegetables with others from South East Asia for their lutein and zeaxanthin content. **Food Chemistry**, v. 101, p. 1533-1539, 2007.

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

MARQUES, T. L.; ALVES, V. N.; COELHO, L. M. ; COELHO, N. M. M. Assessment of the use of *Moringa oleífera* seeds for removal of manganese ions from aqueous systems. **Bioresources**, v. 8, p. 2738-2751, 2013.

MARQUES, T. L. ; ALVES, V. N. ; COELHO, L. M. ; LUCIANA, M. C. ; COELHO, N. M. M. . Removal of Ni(II) from aqueous solution using *Moringa oleífera* seeds as a bioadsorbent. **Water Science and Technology**, v. 65, p. 1435-1440, 2012.

MARTÍN, C.; MOURE, A.; MARTÍN, G.; CARRILLO, E.; DOMÍNGUEZ, H.; PARAJÓ, J. C. Fractional characterisation of jatropha, neem, moringa, trisperma, castor and candlenut seeds as potential feedstocks for biodiesel production in Cuba. **Biomass and Bioenergy**, n. 34, p. 533-538, 2010.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Etryhrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 29, n. 3, p. 8-15. 2007.

MEHTA, J.; SHUKLA, A.; BUKHARIYA, V.; CHARDE, R. The magic remedy of *Moringa oleífera*: an overview. **International Journal of Biomedical Advances Research**. v. 2, n. 6, p. 215-227, 2011.

MELO, P. T. B. S.; SCHUCH, L. O. B.; ASSIS, F. N.; CONCENÇO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, p.84-94, 2006.

MONTEIRO, J. M. G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semi-árido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 302, 2007.

NELSON, D. L. **Princípios de bioquímica de Lehninger**, 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 1298p., 2013.

OLIVEIRA FILHO, D. B.; FRANÇA, F. R. M.; SANTA'ANA, M. C. S.; SANTANA, M. F. S.; LEIE, N. S.; GAMA, G. J.; SILVA, G. F. Utilização de aditivos naturais a partir da *Moringa Oleifera* Lam. para o melhoramento da estabilidade oxidativa do biodiesel. **Revista GEINTEC**, v.2, n.5, p.490-504, 2012.

OLSON, M. E.; FAHEY, J. W. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v.82, n.4, p.1071-1082, 2011.

PANDEY, A.; PRADHEEP, K.; GUPTA, R.; NAYAR, E.; BHANDARI, D. 'Drumstick tree' (*Moringa oleifera* Lam.): a multipurpose potential species in India. **Genetic Resources and Crop Evolution**. v. 58, n. 3, p. 453–460, 2011.

PATERNIANI, J. E. S.; MANTOVANI, M. C.; SANT'ANNA, M. R. Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.06, p.765-771, 2009.

PEREIRA, D. F.; SILVA, G. P.; BARRETO, M. L. G.; SILVA G. F. Caracterização físico-química do óleo de moringa para possível rota de obtenção de biodiesel. In: V Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. **Anais**. Embrapa Algodão. Campina Grande, Brasil, 2010.

PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N. A.; SANTOS, T. M.; SANTANA; C. R.; SILVA, G. F. Aproveitamento da torta da *Moringa oleifera* Lam para tratamento de água produzida. **Exacta**, v. 9, n. 3, p. 323-331, 2011.

PEZZAROSSO, K. B. S. **Contenido de proteína y aminoácidos, y generación de descriptores sensoriales de los tallos, hojas y flores de *Moringa oleifera* Lamark (Moringaceae) cultivada em Guatemala**. Monografía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala, 2004.

PHIRI, C.; MBEWE, D. N. Influence of *Moringa oleifera* leaf extract on germination and seedling survival of three common legumes. **International Journal of Agriculture and Biology**. v.12, n.2, p.315-317, 2010.

RAMAKRISHNA, V.; RAO, P. R. Axial control of protein reserve mobilization during germination of indian bean (*Dolichos lablab* L.) seeds. **Acta Biologica Szegediensis**, v. 49, p. 23-27, 2005.

RAMOS, L. M.; COSTA, R. S.; MÔRO, F. V.; SILVA, R. C. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de *Moringa (Moringa oleifera* Lam.). **Comunicata Scientiae**, v.1, n.2, p.156-160, 2010.

RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Biociência e Desenvolvimento** v.26, p.28-37, 2003.

RASHID, U.; ANWAR, F.; MOSER, B. R.; KNOTHE, G. *Moringa oleifera* oil: A possible source of biodiesel. **Biosource Technology**. v. 99, p. 8175-8179, 2008.

RASHID, U.; ANWAR, F.; MOSER, B. R.; KNOTHE, G. *Moringa oleifera* oil: A possible source of biodiesel. 2007.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P. I. B. Óleos e gorduras: aplicações e implicações. **Revista Analytica**, n.27, p.60-67, 2007.

REIA, R. C. R.; DANTAS, B. F.; CASTRO, R. D.; ANTUNES, C. G. C.; SILVA, F. F. S.; PELACANI, C. R. Reserve mobilization during imbibition of stored *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Leguminosae-Papilionoidade) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 549-560, 2011.

RODRIGUES, H. R. **Obtenção de ésteres etílicos e metílicos, por reações de transesterificação, a partir do óleo da palmeira Latino Americana macaúba- *Acrocomia aculeata***. Tese de Doutorado submetida a Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2007.

RUIZ, R. B.; ODIO, R. M. R.; CARRIÓN, M. E. B. *Moringa oleifera*: una opción saludable para el bienestar *Moringa oleifera*: a healthy option for the well-being **Medisan**, v.16, n.10, p.1596, 2012.

SÁNCHEZ, N. R.; SPORNLY, E.; LEDIN, I. Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. **Livestock Science**, v. 101, p. 24-31, 2006.

SANTANA, C. R.; PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N. A.; CAVALCANTI, E. B.; SILVA, G. B. Caracterização físico-química da moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.55-60, 2010.

SANTOS, W. R.; MATOS, D. B.; OLIVEIRA, B. M.; SANTANA, T. M.; SANTANA, M. M.; SILVA, G. F. Estudo do tratamento e clarificação de água com torta de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 293-297, 2011a.

SANTOS, A. R.; SILVA MANN, R.; FERRERA, R. A.; BRITO, A. S. Water pre-hydration as priming for *Moringa oleifera* Lam. seeds under salt stress. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 14, n. 1, p. 201-207, 2011b.

SANTOS, A. R. F. **Desenvolvimento inicial de *Moringa oleifera* Lam. sob condições de estresse**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe, 2010

SARGENTINI E. C. P.; SARGENTINI JUNIOR, É. Moringa, uma alternativa na descoloração de águas escuras para o consumo humano. O quintal da floresta. **Revista ciência para todos**, Manaus - AM, p.10-14, 20 jun. 2011.

SHARMA, V.; PALIWAL, R.; PRACHETA, P.; SHARMA, S. Phytochemical analysis and

evaluation of antioxidant activities of hydro-ethanolic extract of *Moringa oleifera* Lam. Pods. **Journal of Pharmaceutical Research**. v. 4, n. 2, p. 554-557, 2011.

SHARMA, P.; KUMARI, P.; SRIVASTAVA, M. M.; SRIVASTAVA, S. Removal of cádmium from aqueous system by shelled *Moringa oleifera* Lam. Seed powder. *Bioresource Technology*, 97, 299-305, 2006.

SILVA, A. R.; KERR, W. E. **Moringa: uma nova hortaliça para o Brasil**. Uberlândia: UFU/DIRIU, 1999.

SILVA, C. C.; DANTAS, J. P.; SANTOS, J. C. O.; SANTOS, T. T. Obtenção do biodiesel derivado do óleo de faveleira (*Cnidoscylus quercifolius*) uma espécie forrageira. 2007. Disponível em: <http://www.annq.org/congresso2007/trabalho_apresentados/T76.pdf> Acesso em: 2 mai. 2015.

SILVA, J. P. V.; SERRA, T. M.; GOSSMANN, M.; WOLF, C. R.; MENEGHETTI, M. R.; MENEGHETTI, S. M. P. *Moringa oleifera* oil: Studies of characterization and biodiesel production. **Biomass and Bioenergy**, 2010.

SILVA, J. S. Agroecologia: base estratégica para a segurança alimentar. **Revista Verde**, v.5, n.1, p.1-6, 2010.

SUTHERLAND, J. P.; FOLKARD, G. K.; MTAWALI, N. A.; GRANT, W. D. ***Moringa oleifera* as a natural coagulant**. In: CONFERENCE OF THE WAUWTOSA ECONOMIC DEVELOPMENT CORPORATION, 20, 1994, Sri Lanka. Colombo: WEDC, p. 273-275, 1994.

VASCONCELOS, V. M.; PEREIRA, D. F.; VIEIRA, A. C.; ARANDA, D. A. G.; SILVA, G. F. Estudo do biodiesel obtido a partir da *Moringa oleifera* Lam pelos processos de transesterificação in situ e convencional. In: 3º Simpósio Nacional de Biocombustíveis. **Anais**. ABQ. Rio de Janeiro, Brasil. 2010.

VASCONCELOS, V. M.; SILVA, P. C. G.; VIEIRA, A.C.; SILVA, G. F. Produção de Biodiesel ‘in situ’ a partir da *Moringa oleifera* Lam. **XXXIV Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados**. Campinas – SP. 2009.

VIEIRA, H.; CHAVES, L. H. G.; VIÉGAS, R. A. Crescimento inicial de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) sob omissão de nutrientes. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 51-56, 2008.

**MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS NAS SEMENTES
DE *Moringa oleifera* Lam. (MORINGACEAE)
DURANTE A GERMINAÇÃO**

**Trabalho a ser enviado
para publicação na
Revista Caatinga.**

**MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS NAS SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam.
(MORINGACEAE) DURANTE A GERMINAÇÃO**

RESUMO - *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) é nativa da Índia, amplamente cultivada nos trópicos e subtropicais. Este trabalho tem como objetivo analisar a mobilização das reservas das sementes de *M. oleifera* durante a germinação. As sementes foram colocadas para germinar e coletadas de acordo com os tempos: T0 (0h), T1 (24hs) e T2 (48hs) após a embebição e tamanho da radícula: T3 (protrusão) a T8 (2,1 cm em diante). Foram cortadas transversalmente, fixadas, desidratadas em série crescente etanólica, incluídas em Histoiresina Leica e cortadas em micrótomo semi-automático. Os cortes foram submetidos às seguintes colorações: Azul de Toluidina (AT), detecção de radicais aniônicos; Xylidine Ponceau (XP), detecção de radicais catiônicos; reação do Ácido Periódico de Schiff (PAS), detecção de polissacarídeos neutros, Sudan IV, detecção de lipídios. Para as determinações químicas, foram utilizados 0,2g de material vegetal, o qual foi desengordurado com hexano e o conteúdo de lipídios determinados por diferença de peso. Foram determinados proteínas e carboidratos solúveis, pelo método de Bradford e pelo método da antrona, respectivamente. As colorações com AT e PAS evidenciaram parede celular das células devido à presença de pectina e polissacarídeos neutros, respectivamente. O XP destacou proteínas dissolvidas no citoplasma entre glóbulos de lipídios. Através do Sudan IV foi observada a mobilização de lipídios, comprovado na determinação química, com redução do T0 ao T8 de 30,44%. Os resultados apontam que a principal reserva dessas sementes são os lipídios. Os teores de lipídeos diminuem durante a germinação da semente (de T0 a T8), sendo mobilizados para o crescimento do embrião. Esses óleos apresentam potencialidades para diversas aplicações, sendo importante o estudo das características dessa reserva nas sementes de moringa.

Palavras-chave: Morfologia interna, lipídios, estágios de germinação

**MOBILIZATION OF THE RESERVES IN *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae)
SEEDS DURING GERMINATION**

1 ABSTRACT - *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) is native to India, widely cultivated in
2 the tropics and subtropics. This work investigates the mobilization of the reserves of *M.*
3 *oleifera* seeds during germination. The seeds were germinated and withdrawn in accordance
4 with the times: T0 (0h), T1 (24 hours) and T2 (48 hours) after soaking and size radicle: T3
5 (protrusion) to T8 (2.1 cm onwards). The seeds were transversally sliced, fixed, dehydrated in
6 an ethanol series, embedded in Leica Histoiresin and cut into semi-automatic microtome. The
7 cuts underwent the following colorations: Toluidine Blue (AT), detection of anionic radicals;
8 Xylidine Ponceau (XP), detection of cationic radicals; reaction of periodic acid-Schiff (PAS),
9 detection of neutral polysaccharides, Sudan IV, lipids detection. For the chemical
10 determinations 0.2g of plant material were used, which was defatted with hexane and the lipid
11 content determined by weight difference. Bradford and the anthrone methods, respectively
12 determined proteins and carbohydrates. The AT and PAS colorations evidenced the
13 cotyledon's cell wall due to the presence of pectin and neutral polysaccharides, respectively.
14 The XP highlighted dissolved proteins in the cytoplasm between lipid globules. Trough Sudan
15 IV the mobilization of lipids was observed, proven in the chemical determination, with
16 reduction from T0 to T8 of 30,44%. The results show that the main reserves of the seed are
17 lipids. These oils present potentialities to several applications, considering important the study
18 of those reserves' characteristics in moringa's seeds.

19
20 Keywords: Germination, Lipids, *Moringa oleifera*

1 INTRODUÇÃO

2
3 Os óleos vegetais têm sido indicados como matérias-primas promissoras para a produção de
4 biodiesel, tanto pela sua composição química (DABDOUB; BRONZEL, 2009), quanto pelas
5 repercussões econômicas e sociais decorrentes da produção de sementes oleaginosas em larga escala
6 (LOVATELLI, 2005), proporcionando melhores condições de vida em regiões carentes, valorizando
7 potencialidades regionais e oferecendo alternativas aos problemas econômicos e socioambientais
8 (RAMOS *et al.*, 2003).

9 Dentre as espécies que se destacam no semiárido nordestino encontra-se a *Moringa*
10 *oleifera* Lam., que pode favorecer a sustentabilidade, por ser uma arbórea com múltiplos usos,
11 a qual vem sendo apontada como alternativa promissora para estas regiões. Esta pode ser
12 utilizada na agricultura familiar como fonte de suplemento alimentar (pelo seu alto valor
13 nutricional), purificador de água e medicinal (ANWAR *et al.*, 2007; LILLIEHOOK, 2005).
14 Além disso, essa espécie também é utilizada na indústria farmacêutica e como fonte de óleo,
15 principal reserva de suas sementes, sendo utilizado como lubrificantes, na indústria de
16 cosméticos e produção de biodiesel (SANTOS *et al.*, 2011a; ARANDA, 2009; MONTEIRO,
17 2007; LILLIEHOOK, 2005)

18 A árvore apresenta folhas alternadas, pecioladas e compostas (SILVA; KERR, 1999),
19 com flores monoclinas, de coloração amarelo-pálidas, estando agrupadas em inflorescências
20 terminais do tipo cimosa (KIILL; MARTINS; LIMA, 2012; FERREIRA *et al.*, 2008; HSU *et*
21 *al.*, 2006; FAHEY, 2005). O fruto é seco em forma triangular, do tipo cápsula loculicida, com
22 três valvas que apresenta deiscência por meio de fendas longitudinais (PANDEY *et al.*, 2011;
23 RAMOS *et al.*, 2010), com aproximadamente 12 sementes por fruto. As sementes são
24 globóides e aladas, bitegumentadas e exalbuminosas, com dispersão anemocórica
25 (FERREIRA *et al.*, 2008; HSU *et al.*, 2006; FAHEY, 2005). Na Figura 1 são apresentadas
26 imagens ilustrativas de algumas estruturas de *Moringa oleifera* Lam.

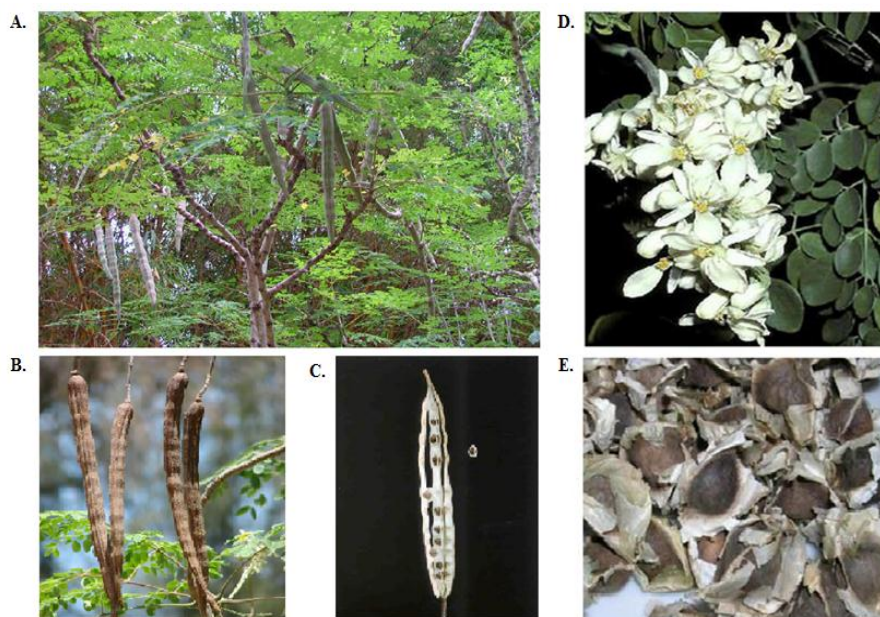


Figura 1: Estrutura Vegetal e reprodutiva da *Moringa oleifera* Lam. (A) - Árvore de moringa. (B) - Fruto tipo cápsulo; (C) - Fruto aberto; (D) - Folhas e Flores; (E) – Sementes.

Grupos específicos de carboidratos, lipídios e proteínas são as principais biomoléculas de reserva em sementes (MARCOS FILHO, 2005). Os carboidratos de reserva são diversificados, incluindo a sacarose e os oligossacarídeos da série rafínósica, que são acumulados no vacúolo, o amido é depositado em camadas concêntricas semicristalinas, formando grânulos em amiloplastos, e os polissacarídeos de reserva de parede celular (PRPC) são depositadas em paredes secundárias espessas (BUCKERIDGE *et al.*, 2004).

Os lipídios são substâncias insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos, como éter e clorofórmio. Em sementes oleaginosas, os lipídios de reserva correspondem à óleos ou triacilgliceróis (TAGs), os quais são armazenados em organelas denominadas oleossomos ou corpos lipídicos (CLs) (ALENCAR, 2015, 2012; BEWLEY *et al.*, 2013; LIM *et al.*, 2010). Após a germinação, os lipídios são mobilizados, gerando sacarose por gliconeogênese, sendo transportada para os tecidos em crescimento, atuando como fonte de carbono e energia (EASTMOND; GRAHAM, 2011).

Dentre as proteínas de reserva armazenadas em sementes, as prolaminas e glutelinas são armazenadas em organelas chamadas corpos protéicos (CPs), enquanto as albuminas e globulinas são mantidas em vacúolos de estocagem de proteínas (VEPs) (BEWLEY *et al.*, 2013; HERMAN; LARKINGS, 1999). As proteínas de reserva de sementes (PRS) são mobilizadas durante a germinação da semente e o estabelecimento da plântula, liberando aminoácidos para o eixo embrionário, onde são utilizados na síntese de proteínas ou oxidados

pela respiração celular (BEWLEY *et al.*, 2013).

A mobilização das reservas é desencadeada durante a germinação das sementes e se estende pelo estabelecimento das plântulas, viabilizando a colonização do ambiente (BEWLEY *et al.*, 2013). O processo envolve diferentes enzimas hidrolíticas, que são ativadas ou sintetizadas de novo e catalisam a degradação das biomoléculas de reserva. Os produtos ou seus derivados são transportados dos tecidos de armazenamento para o eixo embrionário via floema, onde são utilizados principalmente no desenvolvimento das primeiras folhas e das raízes (BEWLEY *et al.*, 2013; BUCKERIDGE *et al.*, 2004). Além de atuarem como combustíveis celulares, sustentando a produção de ATP via oxidação mitocondrial, e como precursores biossintéticos, permitindo a produção de biomoléculas para a manutenção e o crescimento celular (BEWLEY *et al.*, 2013; MARCOS FILHO, 2005; BUCKERIDGE *et al.*, 2004).

Neste contexto, ainda sabe-se pouco sobre este processo de mobilização de reservas em plantas cultivadas arbóreas nativas e exóticas. O conhecimento sobre os aspectos morfológicos de sementes nos estágios iniciais de uma espécie pode também auxiliar no entendimento do processo de germinação e estabelecimento da planta (MATHEUS; LOPES, 2007; GUERRA; MEDEIROS; GALLÃO, 2006).

Tendo em vista esses aspectos e sua importância para a região, o presente trabalho tem como objetivo analisar a mobilização das reservas das sementes de *M. oleifera* durante a germinação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os frutos foram coletados de dois exemplares, em janeiro de 2013 e junho de 2014, no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará (Fortaleza-CE), que está situado nas coordenadas geográficas 3° 44' S e 38° 34' O. Em seguida foram levados para o Laboratório de Biologia Celular Vegetal da Universidade Federal do Ceará, onde as sementes foram retiradas para a posterior germinação e as análises histoquímicas e determinações químicas da espécie.

Para as análises histoquímicas, 100 sementes foram escolhidas aleatoriamente e colocadas para germinar em caixas gerbox na BOD de modelo MOD. 347 CDG, com fotoperíodo de 12hs e temperatura entre 25-30 °C, sendo coletadas de acordo com os tempos: T0 (0h), T1 (24hs) e T2 (48hs) após a embebição e tamanho da radícula T3 (protrusão), T4

1 (0,3 a 0,6 cm), T5 (0,6 a 0,9 cm), T6 (1,0 a 1,5 cm), T7 (1,5 a 2,0 cm) e T8 (2,1 cm em diante)
 2 (Figura 2).



3
 4 **Figura 2:** Tempos de germinação de sementes de *Moringa oleifera*.

5
 6 As sementes foram cortadas transversalmente com uso de lâminas de aço inoxidável e
 7 fixadas em glutaraldeído 1% e paraformaldeído 4% em tampão fosfato de sódio 0,1M, pH 7,2
 8 (KARNOVSKY, 1965), durante 24 horas. Em seguida, foram desidratadas em uma bateria
 9 crescente de álcool etílico (30% a 100%), onde as amostras ficaram imersas em cada diluição
 10 do álcool por um período de uma hora. Posteriormente, foram embebidas na resina de pré-
 11 infiltração, depois na infiltração e incluídos em Histo-resina Leica. Cortes com espessura de
 12 5µm feitos em micrótomo semiautomático da marca SLEE (CUT 5062). Em seguida, foram
 13 obtidos cortes com espessura de 5µm feitos em microscópio semiautomático, para a
 14 confecção de lâminas, submetidas às seguintes colorações citoquímicas:

15 **a) Azul de Toluidina (AT)** - para detectar radicais aniônicos totais, como componentes
 16 da parede celular. Utilizou-se AT a 0,025%, pH 4,0, durante 15 min, à temperatura ambiente.
 17 Em seguida, os cortes foram submetidos à lavagens rápidas em água destilada e secagem em
 18 placa aquecedora (VIDAL, 1977).

19 **b) Xylidine Ponceau (XP)** - para detectar radicais catiônicos totais (VIDAL, 1970), tais
 20 como aqueles presentes nas proteínas, possibilitando a identificação de corpos proteicos.
 21 Utilizou-se uma solução de XP a 0,1% preparada em ácido acético glacial a 3%, sendo o seu
 22 pH ajustado para 2,5. A coloração com XP foi realizada durante 15 min à temperatura
 23 ambiente, seguido por lavagem em solução de ácido acético 3%, por 15 min, e duas lavagens
 24 rápidas em água destilada e secagem em placa aquecedora (CORTELAZZO; VIDAL, 1991).

25 **c) Reação do PAS (Periodic Acid Schiff)** - a reação de PAS permite a detecção de
 26 polissacarídeos neutros, sendo utilizado para detecção de amido e polissacarídeos da parede
 27 celular (MAIA, 1979). Os cortes foram oxidados com ácido periódico 0,5%, durante 9 min,
 28 lavados em água destilada. Após a secagem, os cortes foram submetidos ao reagente de Schiff
 29 por 30 min, à temperatura ambiente e no escuro. Em seguida foram lavados três vezes com
 30 água sulfurosa, (composta por água destilada, HCl a 1N e metabissulfito de sódio a 10% na

proporção 18:1:1, respectivamente) durante de 3 min cada.

d) Sudan IV - o reagente Sudan IV detecta a presença de corpos lipídicos, de acordo com o método proposto por Gerlach (1984). Para a reação, foram feitos cortes à mão livre de material fresco, com posterior imersão em etanol 70%. Os cortes foram transferidos para vidro de relógio, onde foram submetido ao Sudan IV a 2% dissolvido em etanol a 92%, durante 20 min. Após, os cortes foram lavados em etanol 90% e montados nas lâminas.

As observações e a obtenção de imagens foram realizadas em microscópio de luz (Modelo BX41, Olympus Optical) acoplado a uma câmera digital (Modelo UC30) e um computador, com o auxílio do *software* “CELL”.

Para as determinações químicas foram utilizados quatro tubos de ensaio com 0,2 g de massa seco (MS) em cada um. Esse procedimento foi repetido em todos os estágios de germinação, para a extração de lipídios, carboidratos e proteínas. Inicialmente o material foi macerado com auxílio de pistilo e almofariz. Em seguida, os lipídios foram extraídos com hexano, deixando o material juntamente com hexano em “over night”, sendo o sobrenadante transferido para recipientes de massa conhecida, com posterior repetição do procedimento. Após a evaporação do hexano o conteúdo de lipídios foi calculado a partir da diferença entre a massa inicial e final do recipiente, segundo Triebold (1946).

As mesmas amostras foram utilizadas para a extração de CST (carboidratos solúveis totais), realizada com etanol 80% e determinado pelo método da antrona, utilizando glicose (sigma) como padrão (YEMM; WILLIS, 1954). Posteriormente, as proteínas foram extraídas com NaOH 0,1 M e determinadas de acordo com o método de Bradford (1976), utilizando Albumina Sérica Bovina (BSA) como padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O surgimento da raiz primária das sementes de *Moringa oleifera* é próximo da região micropilar, assim como em sementes de cartamos (ABUD *et al.*, 2010). A germinação teve início entre três a cinco dias após a embebição das sementes, com o desenvolvimento de um caule fotossintetizante em sete a nove dias. Os resultados corroboram com a informação obtida por Sánchez (2004), onde o autor afirma que a germinação acontece entre os cinco e sete dias após a semeadura, indicando uma germinação do tipo hipógea-criptocotiledonar. De acordo com Brasil (2009), nas plântulas hipógea-criptocotiledonar, os cotilédones permanecem no interior do solo e são envolvidos pelo tegumento seminal, permanecendo no

seu interior até o final do processo de formação da plântula (LOPES; ALEXANDRE, 2010; MARCOS FILHO, 2005).

A coloração com o AT foi utilizada para a análise morfológica das células cotiledonares das sementes de moringa, a qual evidenciou uma parede celular fina, semelhante ao observado por Oliveira *et al.* (2011) nas células cotiledonares de sorgo. A parede celular foi corada em azul devido à presença de pectina, seu principal componente. Devido sua carga negativa, o AT apresenta afinidade com a pectina, ligando-se a ela eletrostaticamente (Figura 3), pois é um corante catiônico. A coloração também revelou a presença de núcleos, indicando que algumas células apresentavam intensa atividade celular (Figura 3A).

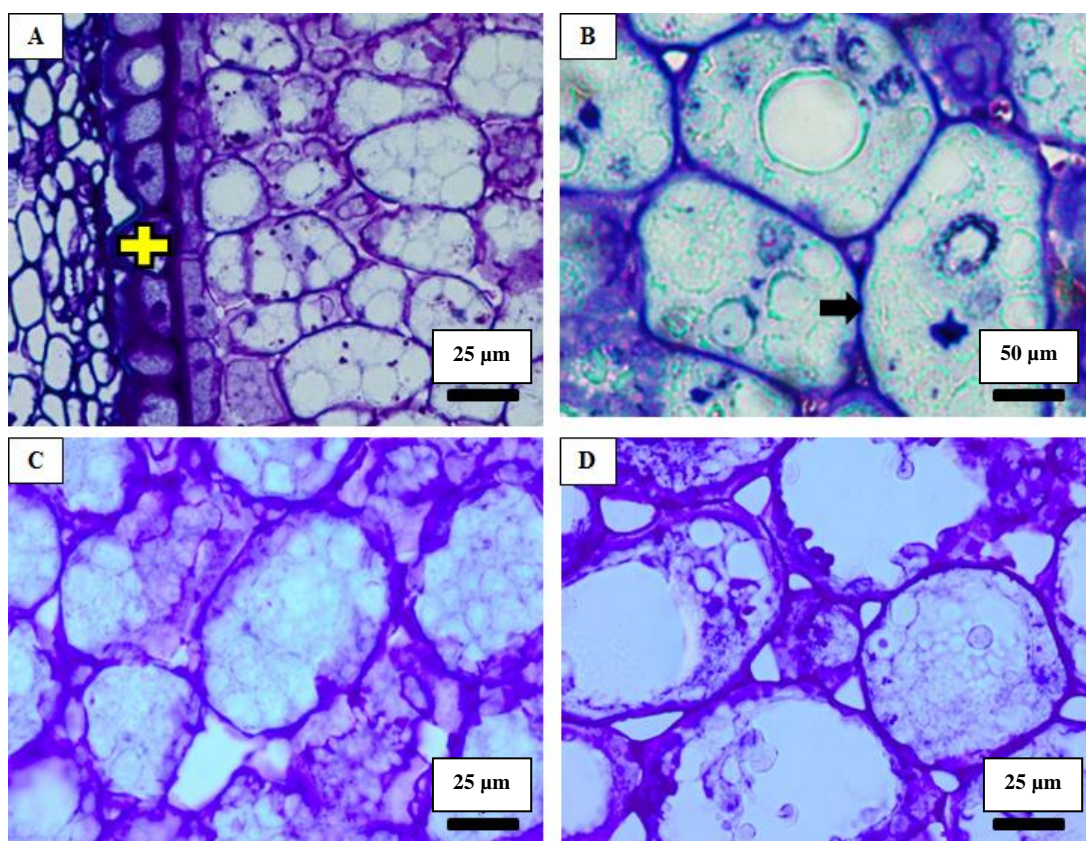


Figura 3: Cortes transversais de sementes de *Moringa oleifera* Lam., corada em Azul de Toluidina (AT). A) T0; B) T3; C) T6; D) T8. Parede Celular (➡); Tegumento (⊕).

A coloração com o XP destacou o citoplasma das células cotiledonares, assim como o AT. Contudo, liga-se eletrostaticamente à elementos de cargas positivas, como por exemplo, as proteínas presentes no citoplasma, que apresentam radicais básicos ionizáveis. As análises citoquímicas pelo XP, confirmadas com as análises bioquímicas, também detectaram as alterações nas reservas proteicas durante a germinação (Figura 4). O XP mostrou a presença de proteínas dissolvidas no citoplasma celular corado em vermelho em T0. Ao longo do

processo germinativo, a partir da protrusão da radícula (T3), foi observado em T8, um grande espaço vazio no citoplasma das células (Figura 4D), indicando o consumo dessa reserva durante a germinação. As proteínas solúveis são encontradas em menor quantidade, aproximadamente 2% em MS dasemente quiescente (Tabela 1). A proteína das sementes de moringa é o composto de maior importância no processo de clarificação da água (PEREIRA *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2011a). É relatado em *M. oleifera* a presença de uma proteína catiônica dimérica de alto peso molecular, que desestabiliza as partículas contidas na água e através de um processo de neutralização e adsorção, flocculam os colóides seguindo-se de sedimentação (MARQUES *et al.*, 2013; ARANTES *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2011; SARGENTINI; SARGENTINI JUNIOR, 2011; AMAGLOH; BENANG, 2009; PATERNIANI *et al.*, 2009; AMARAL *et al.*, 2006; SHARMA *et al.*, 2006; ALMEIDA NETO, 2005).

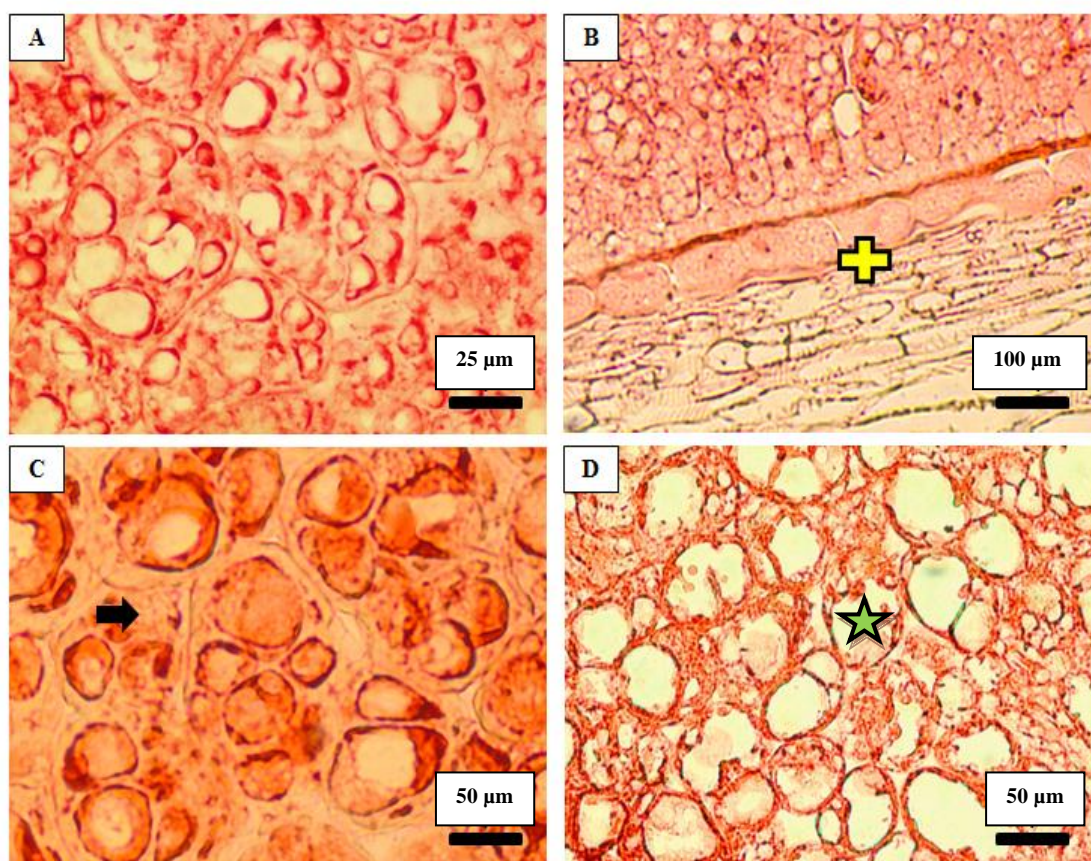


Figura 4: Cortes transversais de sementes de *Moringa oleifera* Lam., corada em Xylidine Ponceau (XP). A) T0; B) T3; C) T6; D) T8. Tegumento (✚); Parede Celular (➡); Espaço vazio (★)

A Reação de Schiff ou PAS evidenciou novamente a parede celular, já que nela, além de pectina, existe a presença de celulose e hemiceluloses, que são polissacarídeos neutros (Figura 5). A reação do PAS detecta esses açúcares através da ligação covalente do reativo de Schiff com os aldeídos, resultantes da oxidação das ligações carbono-carbono das sequências 1-2-glicol dos carboidratos, pelo ácido periódico. Nascimento *et al.* (2007), obteve resultados semelhantes, utilizando a reação do PAS em células angico. Essa reação revelou a presença de celulose e hemicelulose nas paredes celulares dos estágios germinativos T1 a T5 em angico. Outros trabalhos que tratam da reação do PAS corroboram com os resultados encontrados para as células cotiledonares da espécie (ABUD, 2010; GALLÃO *et al.*, 2007).

Tabela 1: Composição química das sementes de *Moringa oleifera* em cada tempo de germinação.

Estágios de Germinação	Lipídios mg/g de MS	Açúcares Solúveis mg/g de MS	Proteínas Solúveis mg/g de MS
T0 (Semente Seca)	368	75	14,9
T1 (24 hs)	293,6	94,5	14,6
T2 (48 hs)	295,8	37,3	19
T3 (Protrusão)	269	112,6	10,4
T4 (0,3 – 0,6 cm)	366,1	93,4	7,5
T5 (0,7 – 0,9 cm)	231,5	84,2	15,5
T6 (1,0 -1,5 cm)	291,1	88,7	8,3
T7 (1,6 -2,0 cm)	251,6	95,2	6,4
T8 (2,1 cm em diante)	255,8	132,7	5,2

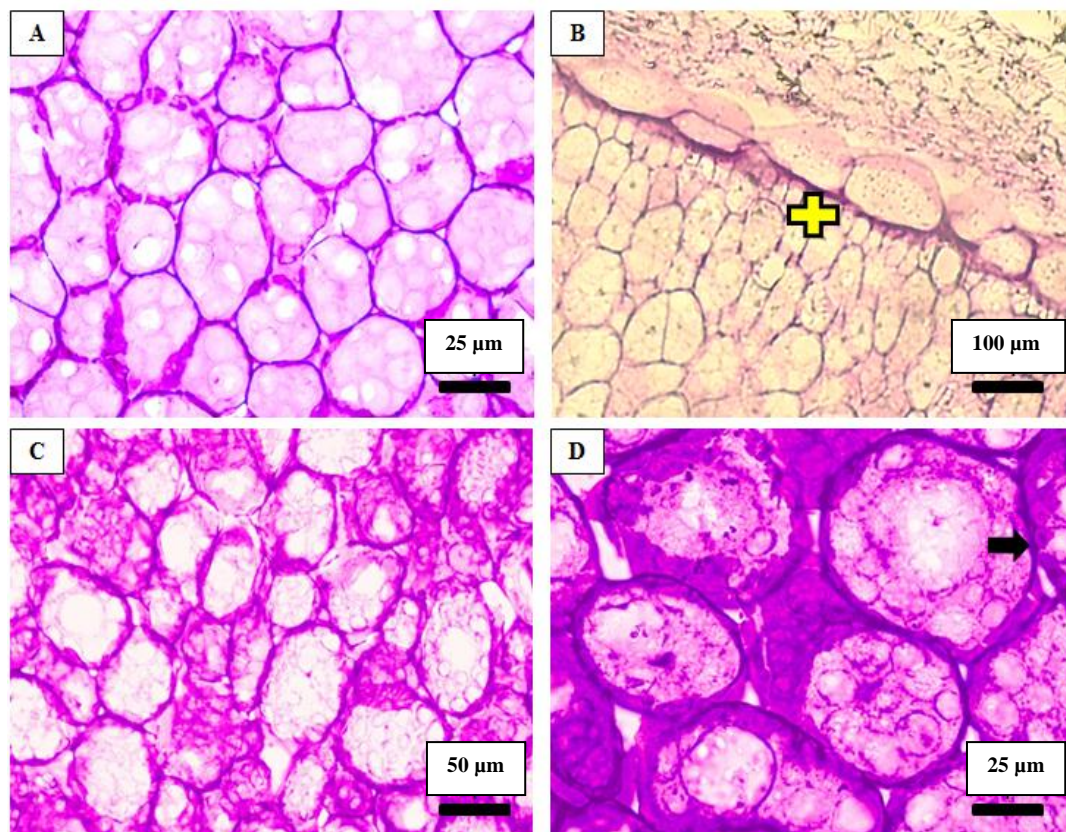


Figura 5: Cortes transversais de sementes de *Moringa oleifera* Lam., corada em Reativo de Schiff (PAS). A) T0; B) T3; C) T6; D) T8. Tegumento (+); Parede Celular (➡).

Constatou-se a presença de corpos lipídicos no citoplasma das células cotiledonares, que foram evidenciados com Sudan IV em T0 a T8, mostrando mudanças no conteúdo de lipídios nas células de moringa ao longo do processo germinativo (Figura 6). Inicialmente, foi observado em T0 a presença de inúmeros glóbulos vermelhos corados no citoplasma celular, indicando a presença de corpos lipídicos. No entanto, ao longo do processo germinativo, foi verificado a redução desses corpos lipídicos, indicando que essa substância foi mobilizada durante a germinação das sementes, sendo facilmente visualizado em T8 (Figura 6 D e E), o que corrobora com os dados da determinação química (tabela 1). Provavelmente, a redução dos teores de lipídios está relacionada com o aumento dos teores de carboidratos de T0 (7,5%) a T8 (13,4%), pois os lipídios presentes podem estar servindo como material de reserva para a síntese de carboidratos através do ciclo do glicoxilato (T0 a T3). Semelhança foi observada em sementes de *Passiflora edulis* (Maracujá-amarelo), onde os níveis de lipídios apresentaram queda após o início da embebição, com tendência ao aumento dos níveis de proteínas (TOZZI, 2010). No entanto, em T2 ocorre uma redução brusca nos teores de carboidratos.

Segundo Buckeridge *et al.* (2004), descreve que a mobilização dos carboidratos depende da espécie, podendo ocorrer durante a germinação ou apenas no estágio de plântula, o que corrobora com a mobilização dessa substância em moringa (T2). Já em T3, os teores de carboidratos aumentam novamente, pois nessa etapa, provavelmente ocorreu degradação de proteínas e lipídios e síntese de carboidratos, por meio da gluconeogênese e ciclo do glioxilato, respectivamente. Adicionalmente, em T4 observou-se um aumento nos níveis de lipídios e diminuição dos níveis de carboidratos e proteínas, ocorrendo uma possível conversão de aminoácidos (constituintes das proteínas) e carboidratos em lipídios através da síntese de triglicerídeos, com posterior mobilização de lipídios para o embrião e novamente síntese de carboidratos.

A diminuição nos níveis de lipídios é semelhante ao de outras sementes oleaginosas, apesar da redução de lipídeos nem sempre seguir os mesmos padrões nas diferentes espécies. Em *Caesalpinia peltophoroides* ocorre à diminuição acentuada no nível de lipídios durante os primeiros dez dias de germinação, sendo consumidos até o vigésimo dia (CORTE *et al.*, 2008; CORTE *et al.*, 2006).

Os dados com relação ao teste do Lugol não foram mostrados, pois não apresentam relevância ao trabalho. Nesse teste, não foi evidenciado o amido, sugerindo-se uma grande quantidade de corpos lipídicos no citoplasma, que podem ter impedido o acesso das substâncias que identificam o amido. Em sementes de algaroba e em sementes de cartamos foram observado o mesmo padrão (ABUD *et al.*, 2010; GALLÃO *et al.*, 2007). Gallão *et al.* (2007) afirmaram que nas sementes de algaroba a presença do amido foi observada depois da protrusão da radícula, sugerindo que esse polissacarídeo foi produzido após a mobilização das proteínas presentes nas células cotiledonares do material de reserva presente no endosperma. No caso das sementes de cartamos, como o principal composto de reserva são os lipídios, possivelmente essa substância esteja sendo convertida em amido ou a mobilização de lipídios deixou o amido livre para se ligar ao iodo presente no lugol (ABUD *et al.*, 2010).

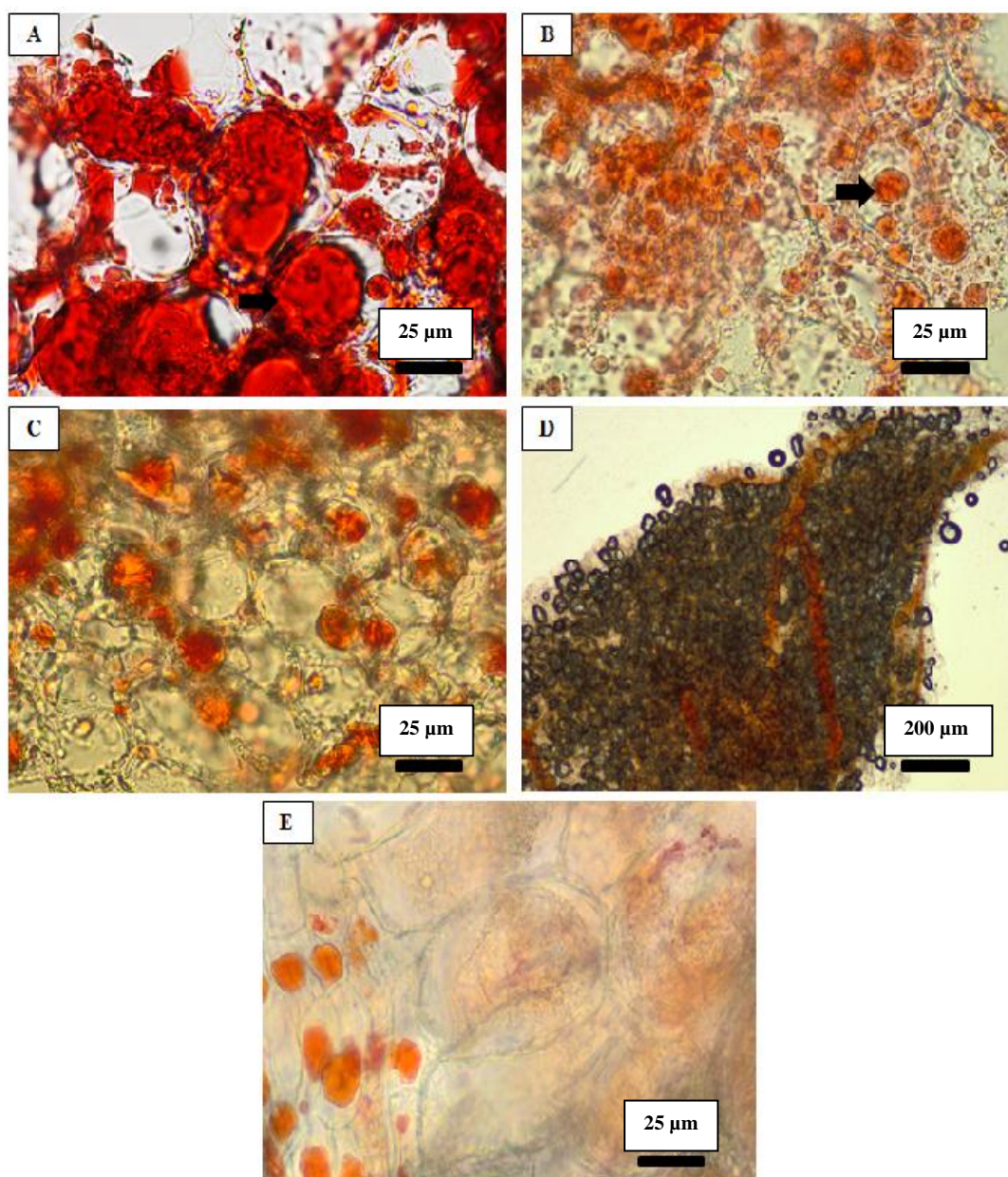


Figura 6: Cortes transversais de sementes de *Moringa oleifera* Lam., corada em Sudan IV. A) T0; B) T3; C) T6; D) Visão geral do material em T8. E) Detalhamento das células em T8. Tegumento (⊕); Parede Celular (➡).

A utilização de técnicas citoquímicas para a determinação das reservas em sementes vem se mostrando adequada, pois possibilita uma determinação precisa de compostos macromoleculares nas sementes, nos diferentes tecidos da mesma e, via de regra, com amplas possibilidades de quantificação *in situ* ou *in vitro* (CORTELAZZO; COUTINHO; GRANJEIRO, 2005).

A composição química das sementes de *Moringa oleífera* pode ser observada na tabela 1. A semente seca apresentou cerca de 36% de lipídeos, 7% de carboidratos solúveis e 2% de proteínas solúveis em T0, relacionado ao peso de massa seca.

Os principais componentes de reserva dessas sementes são os lipídios, que predominam em todos os tempos de germinação. Essa reserva sofre redução nos tempos posteriores de germinação após a embebição, atingindo a 25,8% em T8 de massa seca. Estudo relatado por Bezerra; Momenté; Medeiros (2004), revelam que sementes de moringa possuem elevado teor de lipídios, sendo uma grande porcentagem de ácido oleico, um ácido graxo insaturado que apresenta potencialidade de uso como biocombustível. Esses resultados corroboram com o trabalho de Santana *et al.* (2010) que encontraram elevado teor de ácido oleico. Além disso, vários trabalhos mostram a utilização deste óleo na culinária, indústria farmacêutica e no emprego como lubrificante (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2012; KIBAZOHI; SANGWAN, 2011; SANTOS *et al.*, 2011a; RASHID *et al.*, 2008; LILLIEHOOK, 2005; BEZERRA; MOMENTÉ; MEDEIROS, 2004). O uso da torta obtida após a extração do óleo, não é recomendado na alimentação animal por conter saponina e alcaloide, que causa potente paralização do sistema nervoso (FERREIRA *et al.*, 2008; HSU *et al.*, 2006; FAHEY, 2005).

Ficou evidente que a principal fonte de energia para a germinação da semente de moringa são os lipídios, tanto pelos resultados apresentados pela histoquímica quanto pelas determinações químicas.

O conhecimento da principal reserva da semente também é importante para avaliar o vigor e o potencial de armazenamento, uma vez que estes são influenciados pelo teor dos compostos encontrados em determinada semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Espécies com alto teor de lipídios nas sementes, por exemplo, conseguem se estabelecer em ambientes menos iluminados graças ao maior conteúdo energético armazenado nas sementes (CORTE *et al.*, 2006).

CONCLUSÃO

A semente de moringa caracteriza-se por um elevado teor de lipídios que decrescem durante a germinação da semente (de T0 a T8). Essa reserva é mobilizada para o crescimento do embrião e durante o estabelecimento da plântula, possibilitando a produção de açúcares para o consumo do eixo em crescimento, especialmente para parte aérea. A semente seca o estágio mais indicado para se extrair o máximo de óleo possível. Esses óleos apresentam potencialidades

para diversas aplicações, por isso a importância de estudos para caracterizar essa reserva nas sementes de moringa.

REFERÊNCIAS

ABUD, H. F.; REIS, R. G. E.; TEÓFILO, E. M. Caracterização morfológica de frutos, semente, plântulas e germinação de *Mucuna aterrima* Piper & Tracy. **Rev. Ciênc. Agron**, v. 40, n. 4, p. 563-569, 2009.

ALMEIDA NETO, M. A. **Uso da semente do gênero moringa**, 2005. Disponível em: <http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/doc/posters/12_1_Mario_Augusto.doc>. Acesso em: 19 abr. 2015.

ALENCAR, N. L. M.; GADELHA, C. G.; GALLÃO, M. I.; DOLDER, M. A. H.; PRISCO, J. T. GOMES-FILHO, E. Ultrastructural and biochemical changes induced by salt stress in *Jatropha curcas* seeds during germination and seedling development. **Functional Plant Biology**, v.119, p.1326-1331. doi:10.1071/FP15019. 2015.

ALENCAR, N. L. M.; INNECO, R.; GOMES-FILHO, E., GALLÃO, M. I.; ALVAREZ-PIZARRO, J. C.; PRISCO, J. T.; OLIVEIRA, A. B. Seed reserve composition and mobilization during germination and early seedling establishment of *Cereus jamacaru* D.C. ssp. *jamacaru* (Cactaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, v.84, p.823–832. doi:10.1590/S0001-37652012000 300024. 2012

AMARAL, L. A.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; SOARES e BARROS, L. S.; LORENZON, C. S.; NUNES, A. P. Tratamento alternativo da água utilizando extrato de semente de *Moringa oleifera* e radiação solar. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, n.3, p.287-293, 2006.

AMAGLOH, F. K.; BENANG, A. Effectiveness of *Moringa oleifera* seed as coagulant for water purification. **African Journal of Agricultura Research**, v.4, n.1, p.119-123, 2009.

ANWAR, F.; LATIF S.; ASHRAF M.; GILANI, A. H. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytoter Res**. 21: 17-25, 2007.

ARANDA, D. A. G.; GONÇALVES, J. A.; PERES J. S.; RAMOS A. L. D.; MELO -JUNIOR C. A. R. ; ANTUNES, O. A. C.; FURTADO, N. C.; TAFT C. A, The use of acids, niobium oxide, and zeolite catalysts for esterification reactions. **Journal of Physical Organic Chemistry**, v.22, p.709-716, 2009.

ARANTES, C. C.; TULIO, A. P.; RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S. Processamento de sementes de *Moringa oleifera* utilizando-se diferentes equipamentos para obtenção de solução coagulante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.6, p.661–666, 2012.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds-physiology of development, germination and dormancy**. 3 ed. Springer: New York, 2013.

- BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS, S. F. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v.22, n.2, p. 295-299, 2004.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem.** 72:248-254, 1976.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Glossário ilustrado de morfologia. Brasília: Mapa/ACS, 4069 p, 2009.
- BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S.; AIDAR, M. P. M. Mobilização de Reservas. In FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado, Porto Alegre: Artmed, p. 163-185, 2004.
- CARVALHO, N. M. de.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5ª ed. Jaboticabal: Funep, 590 p, 2012.
- CONTAZI, R. C. Uma alternativa de desenvolvimento para a região do sertão nordestino. **Informações Fipe**, p.14-16, 2010.
- CORTE, V. B.; BORGES, E. E. L.; VENTRELLA, M. C.; LEITE, I. T. A. L.; BRAGA, A. J. T. Histochemical Aspects of reserves mobilization of *Caesalpinia peltophoroides* (Leguminosae) seeds during germination and seedlings early growth. **Revista Arvore**, v. 32, n.4, pp. 641-650, 2008.
- CORTE, B. V.; BORGES, E. E. L.; PONTES, C. A.; LEITE, I. T. A.; ENTRELLA, M. C.; MATHIAS, A. A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 941-949, nov./dez. 2006.
- CORTELAZZO, A. L.; COUTINHO, J.; GRANJEIRO, P. A. Storage and ageing of french beans (*Phaseolus vulgaris* L.): Effect on seed viability and vigor. **Brazilian Journal Morphology Science**, v. 22, n. 02, p. 121-128, 2005.
- CORTELAZZO, A. L.; VIDAL, B. C. Soybean seed proteins: detection in situ and mobilization during germination. **Revista Brasileira de Botânica**, 14, 27-33, 1991.
- DABDOUB, M. J.; BRONXEL, J. L.; RAMPIM, M. A. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**, v. 32, p. 776-792, 2009.
- EASTMOND, P. J.; GRAHAM, I. A. Re-examining the role of the glyoxylate cycle in oilseeds. **Plant Science**, v. 6, p. 72-77, 2011.
- FAHEY, J. W. *Moringa oleifera*: A review of the medical evidence for Its nutritional therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. **Trees Life J.**, p. 1-5, 2005.

- 1 FERREIRA, P. M. P.; FARIAS, D. F.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. U. *Moringa*
2 *oleífera*: bioactive compounds and nutritional potential. **Revista de Nutrição**, v. 21, n. 4, p.
3 431-437, 2008.
- 4
5 GALLÃO, M. I.; VIEIRA, I. G. P.; MENDES, F. N. P.; SOUZA, A. S. N.; BRITO, E. S.
6 Reserve mobilisation in mesquite (*Prosopis juliflora*) seed (Leguminosae). **Journal of the**
7 **Science of Food and Agriculture**, v. 87, n. 11, p. 2012-2018, 2007.
- 8
9 GERLACH, D. Botanische mikrotechnik. Stuttgart: **Georg Thieme Verlag**, p. 311, 1984.
- 10
11 GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS, S. J.; GALLÃO, M. I. Morfologia de sementes, e plântulas
12 e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Cerne**
13 12:322-328. 2006.
- 14
15 HERMAN, E. M.; LARKINS, B. A. Protein storage bodies and vacuoles. **The Plant Cell**,
16 v.11, p. 601-613, 1999.
- 17
18 HSU, R.; MIDCAP, S.; ARBAINSY, A. H.; WITTE, L. D. *Moringa oleífera*: Medicinal and
19 socio-economic uses. **National Herbarium Leiden**, International Course on Economic
20 Botany, Holanda. 2006
- 21
22 KARNOVSKY, M. J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in
23 electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, v. 27, p. 137-138, 1965.
- 24
25 KIBAZOHI, O.; SANGWAR, R. S. Vegetable oil production potential from *Jatropha curcas*,
26 *Croton megalocarpus*, *Aleurites moluccana*, *Moringa oleífera* and *Pachira glabra*:
27 Assessment of renewable energy resources for bioenergy production in Africa. **Biomass**
28 **Bioenerg.** 35, 1352-1356, 2011.
- 29
30 KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. T. V.; LIMA, P. C. F. *Moringa oleífera*: registro dos visitantes
31 florais e potencial apícola para a região de Petrolina, PE. Petrolina: Embrapa Semiárido,
32 **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 19 p. 2012.
- 33
34 LILLIEHOOK, H. **Use of sand filtration of river water flocculated with *Moringa oleífera*.**
35 Master's Thesis - Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Sanitary
36 Engineering. Lulea University of Technology, Lulea, 2005.
- 37
38 LIM, H. K.; TAN, C. P.; KARIM, R.; ARIFFIN, A.A.; BAKAR, J. Chemical composition and
39 DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil: *Hylocereus undatus* and
40 *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**, v.119, p.1326-1331, 2010.
- 41
42 LOVATELLI, C. Agroenergia uma opção estratégica para o Brasil: Motivações para o uso de
43 biocombustíveis. **Revista Agrícola**. Ano XIV - Nº 4 – Out./Nov./Dez. 2005.
- 44
45 LOPES, J.C.; ALEXANDRE, R.S. Germinação de sementes de espécies florestais. In:
46 CHICHORRO, J.F.; GARCIA, G.O.; BAUER, M.O.; CALDEIRA, M.V.W. (orgs.). **Tópicos**
47 **em ciências florestais**. Visconde de Rio Branco: Suprema, p. 21-56, 2010.
- 48
49 MAIA V. **Técnica histológica**, São Paulo, Atheneu. 1979.
- 50

- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas** cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 495p, 2005.
- MARQUES, T. L.; ALVES, V. N. ; COELHO, L. M. ; COELHO, N. M. M. Assessment of the use of *Moringa oleifera* seeds for removal of manganese ions from aqueous systems. **Bioresources** v. 8, p. 2738-2751, 2013.
- MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Etryhrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 29, n. 3, p. 8-15. 2007.
- MONTEIRO, J. M. G. Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semi-árido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 302, 2007.
- NASCIMENTO, P. L.; MESQUITA, J. M.; BRITO, E. S.; GALLÃO, M. I. Mobilização de reservas das sementes de *Anandenathera colubrina* (Vell.) após a germinação. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.966-968, 2007.
- PANDEY, A.; PRADHEEP, K.; GUPTA, R.; NAYAR, E.; BHANDARI, D. 'Drumstick tree' (*Moringa oleifera* Lam.): a multipurpose potential species in India. **Genetic Resources and Crop Evolution**. v. 58, n. 3, p. 453-460, 2011.
- OLIVEIRA, A. B.; ALENCAR, N. L. M.; GALLÃO, M. I.; FILHO, E. G. Cytochemical evaluation during the germination of artificial aged and primed sorghum seeds under salinity. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 223-231, 2011.
- OLIVEIRA FILHO, D. B.; FRANÇA, F. R. M.; SANTA'ANA, M. C. S.; SANTANA, M. F. S.; LEIE, N. S.; GAMA, G. J.; SILVA, G. F. Utilização de aditivos naturais a partir da *Moringa Oleifera* Lam. para o melhoramento da estabilidade oxidativa do biodiesel. **Revista GEINTEC**, v.2, n.5, p.490-504, 2012.
- PATERNIANI, J. E. S.; MANTOVANI, M. C.; SANT'ANNA, M. R. Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.06, p.765-771, 2009.
- PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N. A.; SANTOS, T. M.; SANTANA; C. R.; SILVA, G. F. Aproveitamento da torta da *Moringa oleifera* Lam para tratamento de água produzida. **Exacta**, v. 9, n. 3, p. 323-331, 2011.
- RAMOS, L. M.; COSTA, R. S.; MÔRO, F. V.; SILVA, R. C. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de *Moringa (Moringa oleifera* Lam.). **Comunicata Scientiae**, v.1, n.2, p.156-160, 2010.
- RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Biociência e Desenvolvimento** 26: 28-37. 2003.
- RASHID, U.; ANWAR, F.; MOSER, B. R.; KNOTHE, G. *Moringa oleifera* oil: A possible

source of biodiesel. **Biosource Technology**. v. 99, p. 8175-8179, 2008.

SÁNCHEZ, N. R. 2004. Marango: **Cultivo y utilización en la alimentación humana. Serie técnica n° 5**. Disponível em: <http://www.underutilized-species.org/Documents/PUBLICATIONS/morango_manual_lr.pdf> . Acessado em 26 abr. 2015.

SANTANA, C. R.; PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N. A.; CAVALCANTI, E. B.; SILVA, G. B. Caracterização físico-química da moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.55-60, 2010.

SANTOS, W. R.; MATOS, D. B.; OLIVEIRA, B. M.; SANTANA, T. M.; SANTANA, M. M.; SILVA, G. F. Estudo do tratamento e clarificação de água com torta de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 293-297, 2011a.

SANTOS, A. R.; SILVA MANN, R.; FERRERA, R. A.; BRITO, A. S. Water pre-hydration as priming for *Moringa oleifera* Lam. seeds under salt stress. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 14, n. 1, p. 201-207, 2011b.

SARGENTINI E. C. P.; SARGENTINI JUNIOR, É. Moringa, uma alternativa na descoloração de águas escuras para o consumo humano. O quintal da floresta. **Revista ciência para todos**, Manaus - AM, p.10–14, 20 jun. 2011.

SHARMA, P.; KUMARI, P.; SRIVASTAVA, M. M.; SRIVASTAVA, S. Removal of cádmium from aqueous system by shelled *Moringa oleifera* Lam. Seed powder. **Bioresource Technology**, 97, 299-305, 2006.

SILVA, A. R.; KERR, W. E. **Moringa: uma nova hortaliça para o Brasil**. Uberlândia: UFU/DIRIU, 1999.

TOZZI, H. H. **Caracterização da mobilização das reservas das sementes do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* O. Deg) durante a germinação**. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual Paulista. p. 55, 2010

TRIEBOLD, H. O. **Quantitative analysis with applications to agricultural and food products**. New York: p.331, 1946.

VIDAL, B. C. Acid glycosaminoglycans and endochondral ossification: microspectrophotometric evaluation and macromolecular orientation. **Cell Molecular Biology**, v. 22, p. 45-64, 1977.

VIDAL, B. C. Dichroism in collagen bundles stained with xyloidine Ponceau 2R. **Annals of Histochemistry**, v. 15, p. 289-296, 1970.

YEMM, E.W. & WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**. Colchester. v. 57, p.508-514, 1954.