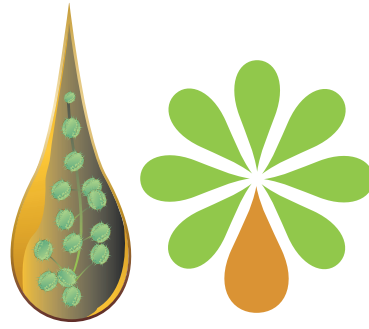


ISBN 978-85-65615-02-0



6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

BIODIESEL: 10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL



VOLUME 2
ANAIS - ARTIGOS CIENTÍFICOS
2016



6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

BIODIESEL:
10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL
Anais - Trabalhos Científicos

Editores:

Pedro Castro Neto

Antônio Carlos Fraga

Rafael Silva Menezes

Gustavo de Lima Ramos

Natal, 22 a 25 de Novembro de 2016
Rio Grande do Norte - Brasil

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
(6. : 2016 : Natal, RN).

Anais do 6. Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia
de Biodiesel, 9. Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel, Natal, RN, 22 a 25 de novembro
de 2016 / Editores: Pedro Castro Neto ... [et al.]. – Lavras :
UFLA, 2016.

1432 p.

Bibliografias

ISBN 978-85-65615-02-0

1. Biodiesel. 2. Plantas oleaginosas. 3. óleos vegetais. I

Castro Neto, Pedro et al. II. Congresso Brasileiro de Plantas
Oleaginosas, óleos, Gorduras e Biodiesel.

CDD – 633.85

APRESENTAÇÃO

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) possui papel fundamental no processo de aprimoramento tecnológico do biodiesel brasileiro. No âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), o módulo de Desenvolvimento Tecnológico é coordenado pelo MCTIC e objetiva organizar e fomentar a base tecnológica existente no País e norteá-la a gerar resultados que atendam às demandas do PNPB.

Nesse sentido, foi implantada a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que articula os diversos atores envolvidos, permitindo a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos na busca por soluções para os desafios tecnológicos da cadeia produtiva, levando em consideração aspectos de sustentabilidade, geração de empregos e desenvolvimento regional.

Como ferramenta de avaliação e divulgação dos resultados dos projetos fomentados, o MCTIC promove, desde 2006, o Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel e a Universidade Federal de Lavras promove, desde 2004, o Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Eventos que em suas edições anteriores foram um sucesso, tanto em termos de público, como na divulgação do conhecimento gerado por pesquisadores de inúmeras universidades e institutos de pesquisa de todo o país. A partir de 2010 esses dois eventos foram realizados simultaneamente constituindo o maior evento técnico científico em biodiesel do mundo. Este evento é referência para as áreas de produção de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel.

APRESENTAÇÃO

É estratégico para o setor de biodiesel possuir fóruns de discussão para se debater temas ligados à pesquisa, desenvolvimento e inovação em Biodiesel, como também promover encontros entre especialistas, estudantes, empresários e a sociedade civil para discutir meios para o desenvolvimento desse novo combustível.

Para o evento deste ano os organizadores receberam 884 trabalhos, dos quais 715 foram aprovados e serão expostos nas sessões de apresentação de pôster. Foram destacados trabalhos que também serão apresentados oralmente nas sessões temáticas. Busca-se atingir com a divulgação dos Anais do evento a difusão do conhecimento gerado, servindo como base para a continuidade das ações e como motivação para que a inovação tecnológica contribua de forma efetiva para os objetivos do PNPB.

Cordialmente,

Professor Pedro Castro Neto
Presidente do Congresso

Professor Antônio Carlos Fraga
Presidente da Comissão Técnico-Científica

Rafael Silva Menezes
**Coordenador de ações de
desenvolvimento
energético RBTB-MCTIC**

COMISSÃO ORGANIZADORA

Pedro Castro Neto
**Presidente do Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel**

Rafael Silva Menezes
**Presidente do Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia
de Biodiesel**

Gustavo de Lima Ramos
Secretário-Geral

Antônio Carlos Fraga
Presidente da Comissão Técnico-Científica

Juliana Espada Lichston
Presidente da Comissão Local da UFRN

Rafael Peron Castro
Anderson Lopes Fontes
Secretários Comissão Local da UFRN

COMISSÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Antônio Carlos Fraga (UFLA) - Presidente

Pedro Castro Neto (UFLA) - Vice-Presidente

Lucas Ambrosano (UEM) - Secretário

Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA) - Secretário

Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA) - Secretário

MEMBROS DAS ÁREAS TEMÁTICAS

Aristeu Gomes Tininis (IFSP)

Bill Jorge Costa (TECPAR)

Bruno Galvêas Laviola (EMBRAPA)

Cláudio José de Araujo Mota (UFRJ)

Danilo Luiz Flumignan (IFSP)

Donato Alexandre Gomes Aranda (UFRJ)

Eduardo Homem de Siqueira Cavalcanti (INT)

Fátima Menezes Bento (UFRGS)

Gustavo Lima Ramos (SETEC/MCTIC)

Iêda Maria Garcia dos Santos (UFPB)

Luiz Pereira Ramos (UFPR)

Maria Aparecida Ferreira César-Oliveira (UFPR)

Nelson Roberto Antoniosi Filho (UFG)

Paulo Anselmo Ziani Suarez (UnB)

Rafael Silva Menezes (SETEC/MCTIC)

Roberto Bianchini Derner (UFSC)

Rosenira Serpa da Cruz (UESC)

Sérgio Peres Ramos da Silva (UPE)

Simoni Margaretta Plentz Meneghetti (UFAL)

COMISSÃO EXECUTORA

Associação dos
Pesquisadores em Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel



Rede Brasileira de
Tecnologia de Biodiesel

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



REVISÃO E EDITORAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA)
Antônio Carlos Fraga (UFLA)
Lucas Ambrosano (UEM)
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA)
Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA)

COMISSÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA) - Presidente
Antônio Carlos Fraga (UFLA)
Gilson Miranda Júnior (BCC/UFLA)
Jaime Daniel Corrêa Mendes (BCC/UFLA)
João Paulo de Araújo (BCC / G-Óleo/UFLA)
Ferguson Antônio Gomes Peres de Souza (G-Óleo/UFLA)
Henrique Fidencio (G-Óleo/UFLA)
Arnon de Castro Oliveira (G-Óleo/UFLA)
Saulo Kirchmaier Teixeira (G-Óleo/UFLA)

AGRADECIMENTOS

Apoiadores, Autores, Congressistas, Expositores e Palestrantes.

MEMBROS DA G-ÓLEO

Associação dos Pesquisadores em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

Pedro Castro Neto (Presidente)
Lucas Ambrosano (Vice-Presidente)
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (Tesoureiro)
Vinícius Reis Bastos Martins (Secretário)
Antônio Carlos Fraga
Arnon de Castro oliveira
Bárbara Lemes
Camilla Freitas Maia
Camilo José Rodrigues Dal Bó
Carlos Henrique Santos Fonseca
Carlúcio Queiroz Santos
Clara de Almeida Filippo
Daniel Augusto de Souza Borges
Danilo da Silva Souza
Diego Flausino Brasileiro
Erika Tokuda
Ferguson Antonio Gomes Peres de Souza
Gabriel Dlouhy Alcon
Gabriele de Faria Castro
Geovani Marques Laurindo
Gilson Miranda Júnior
Guilherme de Oliveira Martins
Gustavo de Almeida Adolpho
Hamilton Olinto Pimenta Lima Junior
Henrique Fidencio
Jaime Daniel Corrêa Mendes
Janice Alvarenga Santos Fraga
João Paulo de Araújo
Julia Andrade de Ávila
Juliana de Xisto Silva
Maraiza Assis Mattar Silva
Marcela Santos Moreira
Matheus Sterzo Nilsson
Paulo Rogério Ribeiro Pereira
Pedro Henrique Barcelos Mota
Pedro Rodolfo Bianchim de Oliveira
Rafael Peron Castro
Rodrigo Martins Santos
Sandra Regina Peron Castro
Sandro Freire de Araújo
Saulo Kirchmaier Teixeira
Stênio Carvalho
Thalita Caroline Azevedo Gonçalves
Thiago Matiulli
Vitor Favareto Silva

REALIZAÇÃO

O Núcleo de Estudos em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biocombustíveis (G-Óleo) idealizado

pelos professores Antônio Carlos Fraga

do Departamento de Agricultura

e Pedro Castro Neto do

Departamento de Engenharia

da Universidade Federal de

Lavras, desde 2006 promove a



G-ÓLEO

produção científica e realiza eventos acadêmicos voltados a estudantes, pesquisadores e empreendedores que atuam nas diversas etapas da cadeia produtiva do biodiesel, transferindo ao produtor rural por meio de eventos de extensão, onde inovações da pesquisa e indústria são levadas e apresentadas à comunidade.

A diversidade das áreas de atuação do grupo torna os projetos amplamente diversificados, englobando atividades em fitotecnia, química, projetos e manutenção de máquinas agrícolas e industriais, gerência e tecnologia de informação, administração, extração e purificação de óleos e gorduras, gestão de coprodutos e resíduos, todas associadas à produção científica visando inovação para a indústria e melhoria na produção rural.

REALIZAÇÃO

Com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento tecnológico e a inovação do biodiesel no Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) promove diversas ações, principalmente por meio da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que envolve diversos atores da cadeia produtiva. Isso permite a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos, buscando soluções para os desafios tecnológicos do setor. Desde 2006, a Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC/MCTIC) promove o Congresso da RBTB com objetivo de disseminar os conhecimentos tecnológicos gerados, a divulgação das potencialidades da Rede, as competências e os trabalhos em andamento. A realização do evento envolve a comunidade científica e empresarial e abrange sete diferentes áreas temáticas: Matéria Prima; Armazenamento, Estabilidade e Problemas Associados; Caracterização e Controle da Qualidade; Co-Produtos; Produção do Biocombustível; Uso de Biodiesel; e Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável.

Rede Brasileira de Tecnologia de

BioDiesel



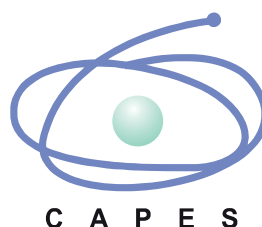
REALIZAÇÃO

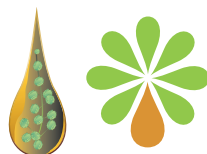
SECRETARIA DE
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO**

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



APOIO





6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

TRABALHOS CIENTÍFICOS APROVADOS

Inventário do Ciclo de Vida do óleo de Macaúba (*Acrocomia aculeata*)

Alexandre Nunes Cardoso (Embrapa Agroenergia, alexandre.cardoso@embrapa.br), Thiago Oliveira Rodrigues (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT, thiagoefl@gmail.com), Gilmar Souza Santos (Embrapa Agroenergia, gilmar.santos@embrapa.br)

Palavras Chave: Biodiesel, ICV.

1 - Introdução

Há demanda por diversificação de matérias-primas regionais para a produção de biodiesel no Brasil. Adicionalmente, há necessidade de introdução de culturas alternativas para produção de energia, em particular nas regiões mais carentes, como o Norte e Nordeste.

A proximidade entre a área de produção e fornecimento de biomassa e as unidades de processamento pode resultar em ganhos de eficiência e em impactos ambientais possivelmente mais baixos. No entanto, para garantir os benefícios socioambientais almejados para a população local o sistema deve contemplar outras ações que complementem a busca da sustentabilidade,

A macaúba (*Acrocomia aculeata*) é uma espécie promissora, devido ao seu elevado potencial de produtividade e amplas possibilidades para o uso de seus frutos, podendo gerar óleo para produção de biodiesel entre outros produtos. Embora o óleo extraído nas condições atuais seja originado da atividade extrativista, cultivos experimentais e mesmo comerciais estão em andamento em certas regiões, incluindo um cultivo experimental na região Nordeste coordenado pela Embrapa.

O cultivo em escala comercial da macaúba promove ganhos de produtividade, mas também resulta em elevação no consumo de insumos agrícolas e uso de maquinário. Esta mudança de cenário produtivo requer uma avaliação dos potenciais impactos ambientais.

O objetivo da pesquisa cujos resultados são aqui reportados foi quantificar as principais entradas e saídas de insumos, matérias-primas, combustíveis, emissões para o ar, para a água e para o solo durante o processo de produção de óleo da polpa de macaúba, em um cenário de cultivo dessa espécie.

2 - Material e Métodos

Baseado na metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e seguindo a norma ISO 14040, foram considerados os seguintes passos:

Definição do escopo do processo, que inclui:

A função do sistema tecnológico é a produção de óleo bruto de macaúba extraído da polpa, para servir como matéria-prima para produção de biodiesel.

A unidade funcional (U.F.) do sistema é de 1 kg de óleo bruto, sendo que o fluxo de referência para macaúba coincide com a unidade funcional.

Os limites do sistema incluem a produção de sementes germinadas até o “portão” de extração de óleo de polpa da macaúba, ou seja, uma análise do “berço ao portão” (cradle-to-gate).

A cobertura geográfica do sistema é parcial, onde os principais processos foram modelados de acordo com a realidade regional da região, e os processos auxiliares vêm da base de dados (BD) do software GaBi, principalmente representando processos internacionais. As exceções se

referem ao processo de produção de diesel e eletricidade, representados por processos brasileiros dentro da base GaBi. Os processos de transporte são globais.

A cobertura temporal abrange processos com os dados a partir de 2012, estes de BD GaBi e principais processos com dados secundários de 2004 e alguns dados primários coletados em 2015, através de questionários e entrevistas.

A cobertura tecnológica também é parcial, e os principais processos representam tecnologias específicas do sistema em avaliação. Os processos auxiliares, a partir do BD, representam tecnologias europeias e americanas, que não são necessariamente aquelas usadas em casos similares no Brasil.

Os dados disponíveis relevantes foram coletados, sendo a maioria dos dados de entrada secundários, considerando que a cadeia ainda está em evolução. Os dados de saída foram calculados com base nos insumos, por meio de aplicação de equações e modelos relacionados ao tema, disponíveis na literatura técnica e científica. Nenhum critério de corte foi estabelecido.

3 - Resultados e Discussão

Análise do Inventário do Ciclo de Vida

Na fase agrícola foram considerados os seguintes processos: produção de mudas no pré-viveiro, produção de mudas no viveiro, plantio e manutenção da cultura. Na fase agroindustrial foi considerado um único processo de extração de óleo, modelado segundo manual específico para processamento de oleaginosas (DORSA, 2004). Os processos estão representados na Figura 1.

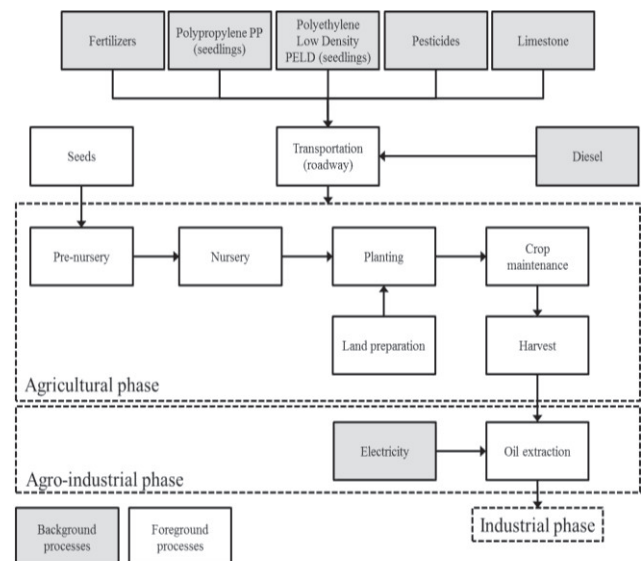


Figura 1: Fluxograma do Sistema de produção do óleo de polpa de macaúba, a partir do software GaBi.

A produção de sementes pré-germinadas de macaúba é realizada em uma empresa privada, que detém patente sobre o processo de germinação. Assim sendo, não foi possível a coleta de dados relativos a este processo, não tendo sido considerada a possível interferência deste processo.

Na fase de pré-viveiro as sementes pré-germinadas são depositadas em tubos plásticos de polipropileno, permanecendo por um período de 60 dias. Neste período as mudas são irrigadas (0,01 L/muda/dia), três vezes ao dia. Nesta fase é aplicado 0,19 kg de superfosfato simples (SSP) por muda. Há também duas aplicações de pesticida metomil, à dose de 7 L/palmeira, com 0,02% de ingrediente ativo. Nessa fase de pré-viveiro considerou-se que a água para irrigação é subterrânea e os tubos plásticos são reutilizados.

Na fase de viveiro as mudas são transplantadas para sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD). Esta etapa leva cerca de 300 dias. Durante esse período ocorrem aplicações de 0,016 kg de SSP, 0,012 kg de ureia e 0,013 kg de K₂O por muda. A cada dois dias, as mudas são irrigadas com 0,1 L de água. Há também duas aplicações de pesticida metomil, à dose de 7 L/muda, com 0,02% de ingrediente ativo.

As emissões de nitrogênio foram consideradas, com base os fatores de emissão indicados por Malavolta (2006). Como resultado, para cada quilograma de nitrogênio aplicado, considerou-se a emissão de 0,08 kg de N₂, 0,013 kg de N₂O, 0,16 kg de NH₃, 0,03 kg de NO e 0,05 kg de NO₃.

Em relação ao uso da terra, considerou-se que se trata de área agrícola com mais de 20 anos de uso, sendo que no período de plantio da macaúba a área encontrava-se ocupada por vegetação secundária. Três sub-processos consecutivos são considerados no estabelecimento do cultivo da macaúba. O primeiro é o corte da vegetação secundária pelo uso de um trator pequeno, que consome cerca de 6 kg de diesel/ha. A segunda é a retirada das raízes remanescentes após o corte da vegetação, com um trator com consumo aproximado de 12 kg de diesel/ha. O último processo é a aração do solo, que consome cerca de 19 kg de diesel/ha. As estimativas de consumo de combustível diesel, e consequentes emissões, são originadas do banco de dados do GaBi.

Na fase de plantio, 351 mudas/ha são plantadas manualmente. Os sacos de plástico vão para um aterro sanitário. Para cada planta 0,2 kg de ureia, 0,04 kg de SSP e 0,15 kg de K₂O são aplicados (Motoike et al., 2013). Em relação ao nitrogênio aplicado, são consideradas as mesmas taxas de emissões nitrogenadas relatadas para a fase de viveiro.

A manutenção da cultura consiste, basicamente, na aplicação de fertilizantes e controle de plantas daninhas. Neste modelo, o controle de ervas daninhas é realizado manualmente nas proximidades em torno das palmeiras e capina mecânica sobre as parcelas. Até o início da produção serão aplicadas doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio. Considerando o início da produção comercial no sexto ano após o plantio, nesse período serão aplicados: 1.740 g de uréia; 2.300 g de Superfosfato simples e 2.050 g de cloreto de potássio (Motoike et al., 2013).

A colheita é feita manualmente com o uso de foice para cortar os cachos de frutos macaúba. Uma produtividade média conservadora para macaúba varia entre

é de 15 toneladas de frutos por hectare. Para o sistema considerado, com o plantio de 351 palmas/ha, considerando-se, em média, cinco cachos por planta, 250 frutos/cacho e 30 g/fruto, a produtividade resultaria em 13,2 toneladas de frutos/ha. Estes valores são convertidos em CO₂ sequestrado a partir da relação entre o peso seco (66%), teor em carbono (48%) e o fator de conversão de CO₂ para C, 44/12 ou 3,67 (GOLDEN, 2011). Assim sendo, com base nesses índices, haveria sequestro de cerca de 15 toneladas de CO₂ equivalente/ha. Tal estimativa para os frutos, a partir do início da produção, em adição ao carbono sequestrado nos troncos das palmeiras, indica um potencial significativo de mitigação do aquecimento global.

Para o propósito da produção de biodiesel foi considerado nesta análise apenas o óleo extraído da polpa, estimado em 27% do peso do fruto. Sabe-se, no entanto, que há potencial para obtenção de maiores quantidades de óleo, dependendo do tipo de macaúba e da tecnologia empregada. O óleo também pode ser extraído da amêndoa, mas como esta apresenta aptidão para obtenção de outros produtos de maior valor, não foi considerado neste estudo.

Diferentes subprocessos são considerados na extração do óleo a partir da polpa dos frutos. Após a remoção da casca, ocorre o despulpamento mecânico, ou seja, a separação da polpa que consiste na matéria-prima para óleo. Esta polpa é submetida a um processo de prensagem mecânica para a extração do óleo. A prensa, marca ECIRTEC, com 12,5 cavalos de potência e capacidade de 100 kg/h, é movida a eletricidade a partir da rede local. Com base nos índices relatados, o rendimento de óleo é de 3,6 toneladas/ha.

Para o escopo considerado, em um cenário de cultivo, espera-se que o perfil ambiental do óleo de macaúba seja significativamente influenciado pela fase agrícola. De forma positiva, por um lado, em razão da alta produtividade da macaúba e consequente taxa de sequestro de carbono. Por outro lado, de maneira negativa, em razão da adição de fertilizantes e potencial aumento na mecanização em cultivo.

4 – Conclusões

A estimativa de sequestro de 15 ton de CO₂ equivalente por hectare/ano nos frutos, em adição ao carbono sequestrado nos troncos das palmeiras, indica um potencial mitigação do aquecimento global.

Para avaliação dos potenciais impactos do ciclo de vida, faz-se necessário o detalhamento dos subprocessos na fase agroindustrial.

5 – Agradecimentos

ICRAF and IFAD, Embrapa

6 - Bibliografia

- DORSA, R.(2004) *Tecnologia de Óleos Vegetais*. Campinas: Ideal. 464 p.
MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. (2006). O nitrogênio na agricultura brasileira. *Série de Estudos e Documentos*–SED-70. CETEM/MCT. 74 p.
MOTOIKE, S. Y.; CARVALHO, M. C.; PIMENTEL, L. D.; KUKI, K. N.; PAES, J. M. V.; DIAS, H. C. T.; SATO, A. Y. *A cultura da macaúba: implantação e manejo de cultivos racionais*. Viçosa-MG: Editora UFV, 2013. 61p.