

**Avaliação de genótipos de dendê quanto à
adaptação em áreas alteradas pela
Mineração de Bauxita em Porto Trombetas,
município de Oriximiná, PA**





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 1517-8498
Outubro/2008*

Documentos 255

Avaliação de genótipos de dendê quanto à adaptação em áreas alteradas pela mineração de bauxita em Porto Trombetas, município de Oriximiná, PA

Eduardo Francia Carneiro Campello
Priscila Nogueira Matos
Eliane Maria da Silva Ribeiro
Claudia Pozzi Jantalia
Veronica Massena Reis
Alexander Silva de Resende
Raimundo Nonato Vieira da Cunha
Avílio Antônio Franco

***Seropédica – RJ
2008***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridas na:

Embrapa Agrobiologia

BR 465 – km 7

Caixa Postal 74505

23851-970 – Seropédica/RJ, Brasil

Telefone: (0xx21) 3441-1500

Fax: (0xx21) 2682-1230

Home page: www.cnpab.embrapa.br

e-mail: sac@cnpab.embrapa.br

Comitê Local de Publicações: Eduardo F. C. Campello (Presidente)
José Guilherme Marinho Guerra
Maria Cristina Prata Neves
Veronica Massena Reis
Robert Michael Boddey
Maria Elizabeth Fernandes Correia
Dorimar dos Santos Felix (Bibliotecária)

Expediente:

Revisores e/ou ad hoc: Luis Henrique Barros Soares e Sérgio Miana de Faria

Normalização Bibliográfica: Dorimar dos Santos Félix

Editoração eletrônica: Marta Maria Gonçalves Bahia

1ª impressão (2008): 50 exemplares

C193a Campello, Eduardo Francia Carneiro

Avaliação de genótipos de dendê quanto à adaptação em áreas alteradas pela mineração de bauxita em Porto Trombetas, município de Oriximiná, PA / Eduardo Francia Carneiro Campello et al. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 26 p. (Documentos / Embrapa Agrobiologia, ISSN 1517-8498; 255)

1. Dendê. 2. Micorriza vesicular arbuscular. I. Matos, Priscila Nogueira. II. Ribeiro, Eliane Maria da Silva. III. Jantalia, Claudia Pozzi. IV. Reis, Veronica Massena. V. Resende, Alexander Silva de. VI. Cunha, Raimundo Nonato Vieira da. VII. Franco, Avílio Antônio. VIII. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Seropédica, RJ). IX. Título. X. Série..

CDD 595.736

Autores

Eduardo Francia Carneiro Campello

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia.

BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505, Cep 23851-970, Seropédica/RJ

e-mail: campello@cnpab.embrapa.br

Priscila Nogueira Matos

Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ.

BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505, Cep 23851-970, Seropédica/RJ

Eliane Maria Ribeiro da Silva

Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia.

BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505, Cep 23851-970, Seropédica/RJ

e-mail: eliane@cnpab.embrapa.br

Claudia Pozzi Jantalia

Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia.

BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505, Cep 23851-970, Seropédica/RJ

e-mail: claudia@cnpab.embrapa.br

Veronica Massena Reis

Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia.

BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505, Cep 23851-970, Seropédica/RJ

e-mail: veronica@cnpab.embrapa.br

Alexander Silva de Resende

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia.

BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505, Cep 23851-970, Seropédica/RJ

e-mail: alex@cnpab.embrapa.br

Raimundo Nonato Vieira da Cunha

Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental.

Km 29, Rod. AM 010 - Zona Rural, Caixa Postal 319, Cep 69011-970, Manaus/AM

Avílio Antônio Franco

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia.

BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505, Cep 23851-970, Seropédica/RJ

e-mail: avilio@cnpab.embrapa.br

Apresentação

A preocupação crescente da sociedade com a preservação e a conservação ambiental tem resultado na busca pelo setor produtivo de tecnologias para a implantação de sistemas de produção agrícola com enfoques ecológicos, rentáveis e socialmente justos. O enfoque agroecológico do empreendimento agrícola se orienta para o uso responsável dos recursos naturais (solo, água, fauna, flora, energia e minerais).

As atitudes de usar com responsabilidade os recursos naturais (solo, água, ar, flora, fauna, energia), de preservar e conservar a natureza são cada vez mais necessárias para a sociedade moderna acarretando em uma busca constante por sistemas de produção agropecuários apoiados em princípios ecológicos e naturais.

Dentro desse cenário, a Embrapa Agrobiologia construiu o seu atual plano diretor de pesquisa (2008-2011), desenvolvimento e inovação com a seguinte missão “gerar conhecimentos e viabilizar tecnologias e inovação apoiados nos processos agrobiológicos, em benefício de uma agricultura sustentável para a sociedade brasileira”.

A série documentos nº 255 apresenta resultados do estabelecimento de plantas de dendê (*Elaeais guineensis*), uma das mais promissoras fontes vegetais para produção de biocombustíveis, em ensaios de avaliação de crescimento em novas áreas de aptidão para a espécie. Os combustíveis fósseis, que ainda são a base energética do planeta, devem ser progressivamente substituídos em virtude dos problemas ambientais gerados como o efeito estufa e poluição do ar nas grandes metrópoles, e até mesmo pela redução das reservas mundiais. A agroenergia e os biocombustíveis apresentam-se como as grandes alternativas viáveis para uma transição futura para fontes como o hidrogênio, a energia solar, eólica, as marés e a fissão nuclear. O presente documento contém informações sobre um trabalho de introdução de cultivares de dendê na região do Baixo Amazonas, município de Oriximiná, noroeste do Pará, em áreas impactadas pela mineração de bauxita. No caso em questão buscou-se, em primeiro lugar, saber se o cultivo da planta na região seria viável e com isto obter uma alternativa econômica de ocupação do solo, para as comunidades locais, nas áreas de influência, visando a fase de pós-mineração. Os resultados apresentados mostram cultivares dendê com desempenho vegetativo satisfatório para a região, mas os estudos precisam de continuidade até atingir a fase de produção.

Eduardo Francia Carneiro Campello

Chefe Geral da Embrapa Agrobiologia

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | 7 |
| 2. Material e Métodos..... | 10 |
| 2.1. Caracterização da Área Experimental e avaliações realizadas | 10 |
| 2.2. Análises das Plantas..... | 11 |
| 2.3. Análises Microbiológicas..... | 11 |
| 3. Resultados | 13 |
| 3.1. Aspectos climáticos | 13 |
| 3.2. Desenvolvimento das plantas | 14 |
| 4. Considerações finais | 22 |
| 5. Referências Bibliográficas | 23 |

Avaliação de genótipos de dendê quanto à adaptação em áreas alteradas pela mineração de bauxita em Porto Trombetas, município de Oriximiná, PA

Eduardo Francia Carneiro Campello

Priscila Nogueira Matos

Eliane Maria Ribeiro da Silva

Claudia Pozzi Jantalia

Veronica Massena Reis

Alexander Silva de Resende

Raimundo Nonato Vieira da Cunha

Avílio Antônio Franco

1. Introdução

A bauxita é o minério mais importante para a produção de alumínio, contendo de 35% a 55% de óxido de alumínio. É a matéria prima de onde é extraída a alumina (Al_2O_3), que por sua vez é a precursora do alumínio metálico, muito utilizado no mundo inteiro (ABAL, 2008). Na região amazônica brasileira localiza-se a terceira maior reserva de bauxita do mundo, menor apenas que as reservas da Austrália e Guiné. Além da Amazônia, o alumínio pode ser encontrado no sudeste do Brasil, na região de Poços de Caldas e Cataguases (MG). A mineração de bauxita realizada pela Mineradora Rio do Norte (MRN) destaca-se pela importância social e econômica, empregando trabalhadores não só da região, mas de outras regiões do país.

Na região amazônica a lavra da bauxita é feita a partir de operações sequenciais de desmatamento, decapeamento, escavação, carregamento, transporte e recuperação de áreas mineradas (LAPA, 2000). As cavas para exploração da bauxita variam de 9 a 14 m de profundidade, sendo necessário retirar e depositar em montes o solo subsuperficial acima da mina de bauxita. Essa camada subsuperficial, pobre em nutrientes e matéria orgânica, é chamada de estéril, que devido à grande movimentação de máquinas na área, tende a apresentar-se compactado, o que dificulta o desenvolvimento vegetal. Assim após a retirada da bauxita inicia-se a recuperação da área, onde os montes de estéril são regularizados com tratores. Na superfície dessas áreas é recolocada uma camada de 15 cm de espessura do solo retirado do decapeamento (*top soil*). Essa estratégia vem sendo utilizada com custos altos, mas com a vantagem

de favorecer um retorno rápido da biodiversidade (sementes de espécies nativas e organismos do solo) associada a esta camada superficial depositada (FRANCO et al., 2007). Como o desafio a partir daí será restabelecer a vegetação a patamares próximos a condição original, além de contar com o banco de sementes, também são plantadas diferentes espécies produzidas em viveiro, priorizando as leguminosas arbóreas fixadoras de N.

O sucesso da tecnologia de recuperação de áreas degradadas pela mineração baseada na fixação biológica de nitrogênio abre uma nova perspectiva, onde o grande desafio a ser enfrentado pela pesquisa é o de reincorporar essas áreas ao processo produtivo.

Na busca de alternativas para o uso produtivo da área após o período de mineração a cultura do dendê (*Elaeis guinensis*) pode ser aquela que tenha maior consonância com as necessidades da população local (FRANCO et al., 2007). Esta cultura vem despontando como bastante promissora para o projeto brasileiro de bioenergia devido ao potencial de alta produtividade de óleo, estabilidade de produção e um bom retorno econômico. O uso do óleo de dendê como biodiesel pode representar uma importante fonte de energia renovável (MOREIRA, 2006). A região Amazônica apresenta o potencial para o desenvolvimento e plantio desta cultura, com altas precipitação e temperatura em grande período do ano, essa cultura também pode oferecer-se como opção de exploração na região, com objetivos sociais, ambientais e econômicos.

Dois dos grandes problemas a serem superados na cultura do dendê são a sua exigência climática e a alta exportação de nutrientes, principalmente nitrogênio, por ocasião da colheita. Para Urquiaga et al. (2004), somente culturas de alta produção de biomassa e baixa adubação nitrogenada, como o dendê, têm apresentado balanços energéticos altamente positivos.

O balanço energético da cultura é de 8,66 na Malásia (WOOD e CORLEY, 1991). Isso significa que para cada unidade de energia gasta no processo produtivo do óleo de palma, 8,66 são geradas com seu uso. Este valor é excepcional quando se considera o balanço energético de produtos derivados de outras culturas como o milho (2,8) e soja (2,5) nos Estados Unidos, sendo comparável apenas ao álcool de cana-de-açúcar no Brasil, que varia entre 9 a 12

(URQUIAGA et al., 2004). Este balanço energético poderia ser de 11, caso a adubação nitrogenada, necessária para se manter a produtividade do dendê, fosse eliminada. Nesse sentido, a identificação de genótipos menos dependentes da fertilização nitrogenada, ou o uso de técnicas que possibilitem a redução dessa adubação, assumem papel de destaque.

Conforme as pesquisas da Embrapa Amazônia Ocidental, o cultivo de dendê é indicado para a Amazônia porque nas condições de clima e solo desta região devem-se cultivar espécies perenes, por oferecerem uma maior proteção do solo e apresentarem menor impacto ao ambiente e por melhor se adaptarem a sua baixa fertilidade natural (TUPINAMBA, 2007).

A Amazônia possui cerca de 70 milhões de hectares considerados como áreas aptas ou aproveitáveis para o cultivo do dendezeiro. Dessa área potencial somente 39 mil hectares são utilizados efetivamente com a cultura sendo que 85% dessa área cultivada estão localizadas no Estado do Pará. O Amazonas possui a maior área potencial para o plantio do dendê, cerca de 50 milhões de hectares. Os demais Estados da Amazônia Ocidental como Acre, Amapá, Rondônia e Roraima têm, em conjunto, 9 milhões de hectares do total de área potencialmente aproveitável (SUFRAMA, 2003).

A condição climática é um fator primordial na procura de genótipos de dendê que produzam satisfatoriamente, para que se alcance um nível satisfatório de produção. Além disso as plantas demonstram sua resistência ou não às condições adversas, sendo uma informação importante sobre a viabilidade da implantação de uma área para a produção de dendê. Porém é importante o investimento em mais pesquisas, através do monitoramento da sua adaptação local, a habilidade de fixar nitrogênio, diretamente pelas plantas do dendê ou indiretamente, através da transferência do nitrogênio derivado de leguminosas plantadas na entrelinha da cultura.

O objetivo deste trabalho foi realizar o monitoramento do estabelecimento de três genótipos de dendê melhorados pela Embrapa Amazônia Ocidental cultivados em áreas de estéril da Mineração Rio do Norte com e sem consórcio de adubos verdes, em Porto de Trombetas -PA.

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização da Área Experimental e avaliações realizadas

O distrito de Porto Trombetas (56° 27' de longitude Oeste e 1° 42' de latitude Sul), está localizado no município de Oriximiná (PA), a 10 km a oeste da confluência do Rio Trombetas com o Rio Amazonas, distante 450 km de Manaus a leste e 850 km a oeste de Belém, em linha reta (SALOMÃO e MATOS, 2002). De acordo com a classificação Köppen, o clima é do tipo AW. O clima dessa região é bem definido, com estação seca e chuvosa (FERRAZ, 1993).

O experimento foi conduzido em uma área proveniente da exploração da bauxita da Mineradora Rio do Norte recém estabelecida de estéril com 15 cm de *topsoil*.

A implantação foi realizada em janeiro de 2006. A área foi dividida em duas partes. Em uma delas foram estabelecidas as 4 parcelas de cada genótipo de dendê cultivado em consórcio com calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) na entrelinha como adubo verde. Na outra área foi realizado o plantio das 4 parcelas sem este consórcio.

Os genótipos utilizados neste experimento são resultado da experiência no desenvolvimento de genótipos mais produtivos, bem como do Banco de Germoplasma de Dendê mantido pela Embrapa Amazônia Ocidental. Assim foram utilizados 3 genótipos de dendê (*Elaeis guinensis*): C 2501, C2301 e C2528 (Tabela 1).

Tabela 1. Genótipos de dendê (*Elaeis guinensis*) melhorados pela Embrapa Amazônia Ocidental e implantados no experimento

| Categoria | Linhagem Feminina | Linhagem Masculina |
|-----------|--------------------|--------------------|
| C2501 | DA5D X DA3D AF | LM 2T AF |
| C2301 | LM269 X DA115D AF | LM 2T AF |
| C2528 | LM269D X DA115D AF | LM 10 T AF |

Os parâmetros químicos do estéril encontram-se na Tabela 2. Pode-se observar que se trata de um substrato com baixa fertilidade.

Tabela 2: Parâmetros químicos da área de estéril cultivada com dendê.

| Prof (cm) | pH (H ₂ O) | Al ----- | Ca cmol _c dm ⁻³ | Mg ----- | P -----mg dm ⁻³ ----- | K |
|--------------|--------------------------|-------------|--|-------------|-------------------------------------|-------|
| 0-10 | 4,9 | 0,1 | 4,1 | 0,7 | 2 | 175,0 |
| 10-20 | 4,9 | 0,1 | 3,3 | 0,6 | 1 | 128,0 |

As covas foram abertas com dimensões de 0,30m x 0,30m x 0,30m. O espaçamento entre elas foi de 9m x 9 m, entre linhas e plantas. As covas foram adubadas com 50 g de termofosfato; 45 g de cloreto de potássio; 10 g de FTE BR 12 e 50 g de calcário dolomítico.

Na área com a adubação verde, entre cada linha de dendê, foram plantadas 3 linhas de 9 m com o calopogônio com o equivalente a 27 g/ m². Todas foram adubadas com 180 g de termofosfato; 90 g de cloreto de potássio; 45 g de FTE BR 12 e 450 g de calcário dolomítico. Na área sem a adubação verde, entre cada linha de dendê, também foram adubadas 3 linhas centrais da parcela de 9 m com as mesmas quantidades de adubo, para manter o padrão do experimento com adubação verde.

2.2. Análises das Plantas

Foram mensuradas a mortalidade das plantas e as variáveis biométricas como: altura das plantas medindo-se do chão até a base da folha apical, além do número de folhas fotossinteticamente ativas, após 17 e 23 meses do início do experimento. Também foram retiradas amostras de folha indicadora nº 9, para fins de análise de nutrientes, na Embrapa Agrobiologia. As amostras de tecidos foram analisadas para N, P, K, Ca e Mg, conforme metodologia da EMBRAPA (1979). Nestas amostras, também avaliou-se a contribuição da fixação biológica de nitrogênio às plantas de dendê, pela técnica de abundância natural de ¹⁵N (SHEARER e KOHL, 1986).

2.3. Análises Microbiológicas

Foram coletadas raízes das plantas de dendê para determinação da presença de bactérias diazotróficas em cada tratamento. Em cada amostra foram retiradas 10 g e maceradas na proporção de 10% (peso

/volume) em solução salina. A partir desse extrato foram retiradas alíquotas de 0,1mL e inoculadas em frascos contendo os meios de cultivo semi-sólidos e sem a adição de nitrogênio. O material foi incubado a 30°C por 96 horas quando foi feita a avaliação do crescimento da película característica (crescimento positivo) e quantificada a população total de bactérias diazotróficas com base na técnica do número mais provável (NMP), utilizando a tabela de Mc Crady (DÖBEREINER et al., 1995).

Foram coletados raízes e solo na área do dendê para determinação da presença de fungos micorrízicos. Para a avaliação da ocorrência de fungos micorrízicos nas raízes foi utilizada a metodologia proposta por Koske e Gemma (1989). Para cada amostra de raízes foram coletadas em cada parcela 3 subamostras de três plantas e acondicionadas em sacos plásticos para posterior análise em laboratório.

Para avaliação do número de esporos foram coletadas 6 amostras compostas de solo em quatro áreas: Floresta nativa, reflorestamento convencional e nas áreas de dendê com e sem calopogônio. Para cada amostra foram retiradas 3 subamostras de solo. As subamostras foram coletadas ao acaso na profundidade de 0-5 cm, na região da vegetação, e homogeneizadas. Estas amostras foram secas à sombra para posterior análise no laboratório de micorrizas.

De cada amostra de solo retirou-se 50 g para as extrações dos esporos pela técnica do peneiramento úmido (GERDERMAN e NICOLSON, 1963). As amostras foram centrifugadas em solução de sacarose a 45%, a 3000 rpm (1000g), para separação de esporos do solo e posterior avaliação do número de esporos do solo em placa com anéis concêntricos.

Após a contagem, os esporos foram transferidos para uma placa de Petri e agrupados pelo tamanho, cor e forma. Em seguida, foram colocados em lâmina e quebrados delicadamente, sob lamínula, para a exposição das paredes internas. Na mesma lâmina um segundo grupo de esporos foi montado com reagente de Melzer para a identificação das espécies de FMA segundo Walker e Trappe (1993). Esta identificação seguiu a descrição morfológica disponível na internet na página do International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM, 2008), mediante observações em microscópio ótico. Os esporos foram identificados de acordo com a

análise morfológica clássica. Os caracteres taxonômicos incluíram número e tipo de camadas das paredes dos esporos e a sua reação ao reagente de Melzer; características das paredes internas, a variação da cor e tamanho do esporo.

3. Resultados

3.1. Aspectos climáticos

De acordo com os dados da Estação Meteorológica da MRN, nos 2 anos avaliados podemos destacar duas épocas do ano com condições climáticas distintas, características da região. Uma delas foi o período que ocorre entre os meses de junho a novembro, onde ocorreram os menores valores de precipitação pluviométrica (<150 mm) e as maiores temperaturas do ano, variando entre 29 e 27°C. Já entre os meses de dezembro a maio, observa-se uma elevação na precipitação pluviométrica e a temperatura média entre 27,5 e 26°C, caracterizando o período de chuvas característico da região. Na figura 1 encontra-se o histórico da precipitação pluviométrica mensal e temperatura média no decorrer do experimento.

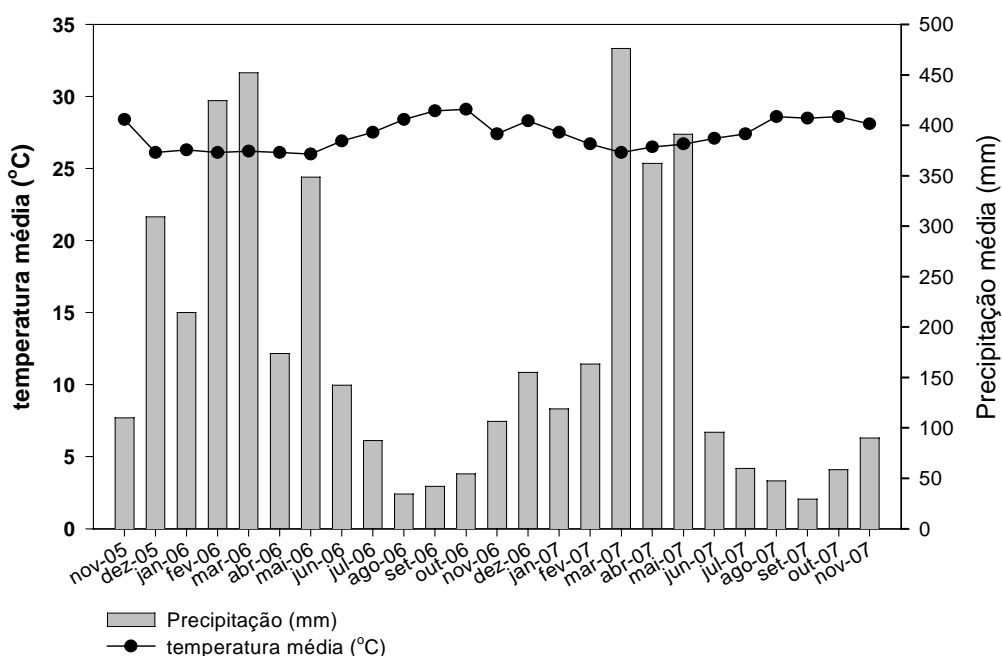


Figura 1. Temperatura média e precipitação mensal durante o período de crescimento das plantas.

Para esta cultura a temperatura média adequada situa-se entre 24 e 28°C, com uma temperatura mínima absoluta não inferior a 16°C. Assim pelos dados observados, a temperatura média desta região atendeu bem as necessidades da cultura.

A exigência hídrica desta cultura é de 2.500 mm/ano e nos meses com precipitação menor a 120-150 mm, recomenda-se a complementação com irrigação. A precipitação anual entre os meses de novembro/2005 a novembro/2006 foi de 2.500 mm e entre dezembro/2006 a novembro/2007 foi de 2.153 mm. No entanto, entre os 24 meses desde o plantio, a precipitação mensal ficou abaixo de 150 mm em 12 destes, sendo em 9 inferior a 100 mm, indicando que a planta passou por períodos de maior 'stress' hídrico.

3.2. Desenvolvimento das plantas

Aos 23 meses a mortalidade de plantas atingiu apenas 2,5% do total de plantas do experimento, sendo 5% do genótipo 2501, 1,7% do 2528 e 0,8% do 2301. Em relação ao crescimento das plantas, em cada época de amostragem não houve diferença significativa entre os tratamentos (figura 2).

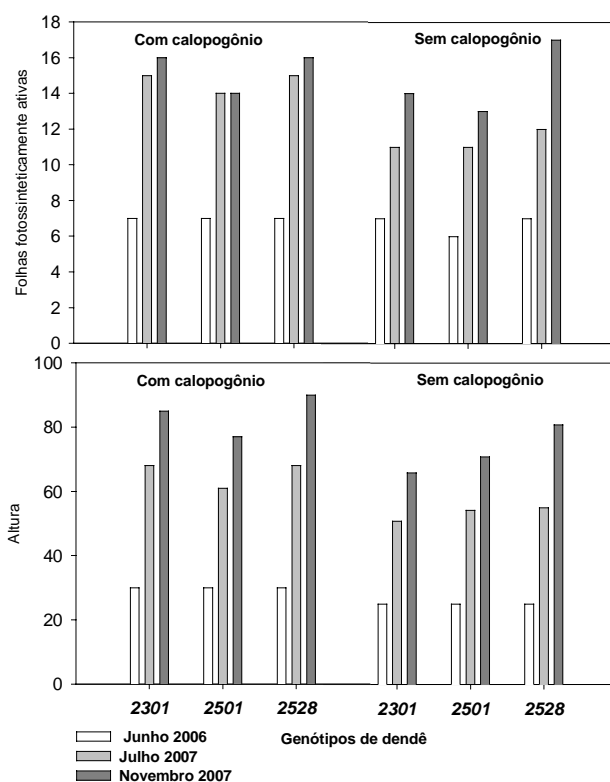


Figura 2. Altura e número de folhas das plantas nos diferentes genótipos de dendê em 3 avaliações sob os tratamentos com e sem adubação verde na entrelinha (Calopogônio).

O resultado obtido do crescimento e número de folhas, na avaliação realizada em 2006, quando as plantas estavam com 8 meses de desenvolvimento no campo, a altura média foi de 30 cm e 7 folhas por planta em ambos tratamentos de adubação verde. Na avaliação realizada em junho de 2007, a altura média de todo o experimento foi de 65 cm e 13 folhas por planta. A foto 1 demonstra os diferentes estágios de crescimento da planta.



Foto 1. Aspecto das plantas de dendê em diferentes estágios de desenvolvimento até os 23 meses após o plantio no campo.

Embora não tenha sido significativo, a área com calopogônio apresentou valores superiores no número de folhas e altura. Esta pequena diferença pode ser atribuída ao manejo realizado na entrelinha para o cultivo do calopogônio, enquanto na área sem este manejo as plantas espontâneas cresceram próximas as plantas, competindo por nutrientes e água. Cabe também destacar que o crescimento do calopogônio ficou restrito a 1,5m da entrelinha, apresentando pequena produção de biomassa, o que não contribuiu para diferenciar drasticamente os tratamentos com e sem a sua presença.

O crescimento do dendê nas condições deste experimento ficou abaixo daquele observado por Moreira (2006) no Maranhão. Naquela condição avaliada, e também com 23 meses de plantio no campo, as plantas dos genótipos C2501 e C2301 estavam com 22 folhas e 2 m de altura.

Este menor crescimento das plantas no mesmo período de crescimento no campo em relação ao observado nas condições do MA pode ser atribuído a ausência de irrigação na área de estéril, pois o clima das duas regiões é muito parecido. No experimento realizado no MA a precipitação média foi de 2.000 mm, com 5 meses apresentando precipitações abaixo de 100 mm, e a temperatura média foi de 27°C. No entanto outra diferença muito grande entre estas áreas são as condições do substrato, o que também pode contribuir para a diferença no crescimento.

O resultados dos teores de nutrientes no tecido foliar, com análise de N, P, K, Ca e Mg e encontram-se na tabela 3.

Malavolta et al. (1989) avaliando as exigências nutricionais da cultura do dendê encontraram os teores mínimos de nutrientes que determinavam uma nutrição adequada para o crescimento das plantas são (em g kg⁻¹): 27 de N; 1,6 de P; 12,5 de K; 5 de Ca e 2,3 de Mg. Adotando-se estes valores como referência observa-se que os teores de N e o P nas plantas de dendê ficaram abaixo dos níveis adequados, indicando que estes nutrientes podem estar sendo limitantes ao crescimento vegetal ideal.

Tabela 3: Teores de nutrientes na biomassa seca de plantas de dendê coletadas com 17 meses de plantio no campo.

| dendê | Teores de nutrientes (g kg ⁻¹) | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|-----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|
| | N | | | P | | | K | | | Ca | | | Mg | | |
| | C/ | S/ | média | C/ | S/ | média | C/ | S/ | média | C/ | S/ | média | C/ | S/ | média |
| C2501 | 16 | 18 | 17* | 0,7 | 0,5 | 0,6* | 14,6 | 10,6 | 12,6* | 6,8 | 5,9 | 6,4* | 3,6a | 3,0 | 3,3a |
| C2301 | 18 | 15 | 16* | 0,6 | 0,5 | 0,5* | 11,5 | 11,0 | 11,3* | 6,0 | 5,6 | 5,8* | 3,0ab | 2,7 | 2,9ab |
| C2528 | 17 | 16 | 17* | 0,6 | 0,5 | 0,6* | 12,1 | 12,5 | 12,3* | 5,6 | 5,4 | 5,5* | 2,8b | 2,5 | 2,6b |
| Média | 17* | 17* | | 0,6a | 0,5 b | | 12,8* | 11,4* | | 6,1* | 5,6* | | 3,1* | 2,7* | |
| CV % | | | 12,8 | | | 24,7 | | | 19,1 | | | 16,7 | | | 17,6 |

C/: calopogônio cultivado na entrelinha; S/: sem calopogônio cultivado na entrelinha.

Os valores seguidos pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste t-LSD.

* não houve diferença estatística entre o sistema de manejo (com e sem calopogônio) e entre genótipos.

A avaliação da população de bactérias diazotróficas foi realizada em junho e novembro de 2007 e os resultados encontram-se na tabela 4.

Tabela 4: População de bactérias diazotróficas em raízes de três genótipos de dendê em duas épocas de amostragem.

| Dendê | Bactérias (log do número de células / g de raiz fresca) | | | |
|-------|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Junho 2007 | | Novembro 2007 | |
| | Com calopogônio | Sem calopogônio | Com calopogônio | Sem calopogônio |
| C2301 | 0,4 | 33,6 | ND | 467,83 |
| C2501 | 1,2 | 61,7 | 0,3 | 15,1 |
| C2528 | 55,8 | 1,7 | 8,33 | ND |

ND- abaixo do numero mínimo de detecção que neste caso foi de 1000 células Média de 4 repetições compostas de 6 plantas.

Observa-se uma grande variação na população de bactérias entre os genótipos e a época de amostragem, com a observação de valores entre 0 e 467,83 log n° cél./g raiz fresca. Em quase todos os tratamentos houve uma drástica redução da população de bactérias na amostragem de novembro, com exceção do C2301, que apresentou um aumento de 140%. Este resultado difere aos encontrados por MOREIRA (2006) que encontrou valores entre 0,1 e 2,11 log n° cél./g raiz fresca em três épocas de coleta em 8 genótipos de dendê, sem variações significativas entre uma amostragem e a outra na maioria dos genótipos. Carvalho (1997, 2002) avaliando a simbiose de plantas adultas com bactérias diazotróficas na Bahia, encontrou uma variação entre 3 genótipos entre 0 e 12 log n° cél./g raiz fresca.

Para quantificar a contribuição desta simbiose na nutrição de N das plantas de dendê em cada genótipo, foi utilizada a estimativa do % do N derivado da FBN pela técnica de abundância natural de $\delta^{15}\text{N}$ (Tabela 5). Os resultados demonstraram que a simbiose com bactéria está pouco eficiente e com grande variabilidade, como foi observado na população de bactérias, onde apenas os genótipos C2501 e C2528 tiveram 4,5 e 4,8% respectivamente de N derivado da FBN.

Estes resultados foram inferiores aos observados por Carvalho (1997), que encontrou que a contribuição da FBN variou entre 12 e 30% da nutrição de N de 3 genótipos de dendê na fase adulta, cultivados na Bahia.

Tabela 5: Estimativa da contribuição da FBN (%) e abundância natural de $\delta^{15}\text{N}$ nos genótipos de dendê e na espécie utilizada como testemunha.

| Dendê | |
|---|--|
| | ----- FBN (%) ----- |
| Dendê C2528 | 4,8 |
| Dendê C2301 | 0,0 |
| Dendê C2501 | 4,5 |
| Coef.variação (%) | 128,9 |
| Análise de variância | |
| Fator: genótipo | Ns |
| genótipos | Valores de $\delta^{15}\text{N}$ nas plantas |
| Dendê cv 2528 | +7,27 |
| Dendê cv 2301 | +7,84 |
| Dendê cv 2501 | +7,35 |
| Testemunha | |
| Embauba (<i>Cecropia polystachya</i>) | +7,64 |

ns- não significativo no teste t (LSD)

Como já foi citado anteriormente o calopogônio não apresentou um crescimento vegetativo vigoroso. No entanto a estimativa da contribuição da fixação biológica de N determinou que as plantas conseguiram obter cerca de 72% do N por este processo (Tabela 6). Outra observação é que a inoculação foi eficiente uma vez que o estéril por suas características (solo de sub superfície) apresenta reduzido número de espécies de bactérias fixadoras de N.

Tabela 6: Estimativa da contribuição da FBN (%) e abundância natural de $\delta^{15}\text{N}$ no calopogônio utilizado como adubo verde na entrelinha do cultivo de dendê.

| Calopogônio | |
|---|--|
| | -----FBN (%)----- |
| | 71,9% |
| | Valores de $\delta^{15}\text{N}$ nas plantas |
| Calopogônio | +2,57 |
| Testemunha Colonião (<i>Panicum maximum</i>) | +11,71 |

As quatro áreas amostradas apresentaram um total de 16 espécies de FMA, pertencentes a 5 gêneros. O maior número de espécies identificadas pertenceu ao gênero *Acaulospora* (*Acaulospora* sp., *A. bireticulata*, *A. foveata*, *A. laevis*, *A. mellea*, *A. rugosa*, *A. scrobiculata* e *A. tuberculata*) representando 50%, seguido pelo gênero *Glomus* (*Glomus* sp., *G. clarum*, *G. formosanum* e *G. macrocarpum*) com 25%. Os demais gêneros encontrados foram *Scutellospora* (*Scutellospora* sp. e *S. scutata*), *Entrophospora* (*Entrophospora* sp.) e *Gigaspora* (*Gigaspora* sp.), representando 13, 6 e 6% respectivamente do total das espécies encontradas no levantamento.

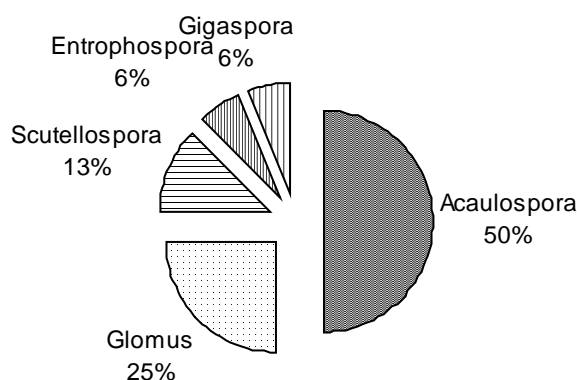


Figura 3: Porcentagem de espécies em cada gênero de FMA, em relação ao número total de espécies identificadas no levantamento.

Do total de espécies encontradas 8 estavam presentes na área de Floresta, 6 na área com calopogônio, 11 na área sem calopogônio e 8 na área de reflorestamento. As espécies que ocorrerem exclusivamente na área de Floresta foram: *A. bireticulata*, *A. rugosa* e *G. formosanum*, as que só ocorreram na área de dendê sem calopogônio foram: *Entrophospora* sp, *Acaulospora* sp. e *Scutellospora* sp, e a que só ocorreu na área de reflorestamento foi a *A. mellea* (Tabela 7).

Tabela 7: Número de amostras com espécies de fungos micorrízicos arbusculares encontradas em cada área avaliada.

| Espécies | Floresta | Dendê com calopogônio | Dendê sem calopogônio | Reflorestamento |
|--------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| <i>Acaulospora</i> sp. | | | 1 | |
| <i>A. bireticulata</i> | 1 | | | |
| <i>A. foveata</i> | 2 | | | 2 |
| <i>A. laevis</i> | | 1 | 1 | 2 |
| <i>A. mellea</i> | | | | 3 |
| <i>A. rugosa</i> | 1 | | | |
| <i>A. scrobiculata</i> | 2 | | 1 | 4 |
| <i>A. tuberculata</i> | | 3 | 2 | 1 |
| <i>Entrophospora</i> sp. | | | 1 | |
| <i>Glomus</i> sp. | 1 | | 1 | 2 |
| <i>G. clarum</i> | | 3 | 3 | |
| <i>G. formosanum</i> | 1 | | | |
| <i>G. macrocarpum</i> | 6 | 1 | 4 | 5 |
| <i>Gigaspora</i> sp. | | 3 | 2 | |
| <i>Scutellospora</i> sp. | | | 2 | |
| <i>S. scutata</i> | 3 | 2 | 1 | |

Diversos estudos têm demonstrado que espécies do gênero *Acaulospora* são predominantes em solos de baixa fertilidade (SIEVERDING, 1991) e em áreas degradadas (SANTOS et al, 2000) e que práticas agrícolas que reduzem a fertilidade do solo favorecem a proliferação de espécies desse gênero (SOUZA et al. 1999).

A densidade de esporos de FMA apresentou pequena variação entre as áreas avaliadas. A média encontrada para os esporos na área de dendê com calopogônio foi de 504,7, na área de mata foi 521,7, na área de reflorestamento foi de 555,2 e na área de dendê sem calopogônio foi de 571 (Tabela 8).

Tabela 8: Número de esporos micorrízicos nas áreas do experimento.

| | Floresta | Dendê com calopogônio | Dendê sem calopogônio | Reflorestamento |
|---------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Nº de esporos | 521,7 ^{NS} | 504,7 ^{NS} | 571 ^{NS} | 555,2 ^{NS} |
| CV(%) | | 66,69 | | |
| Erro padrão | | 146,5 | | |

NS - Não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste Bon ferroni

Este resultado demonstra que apesar das áreas com estéril, como os plantios de dendê e reflorestamento, serem extremamente alteradas observa-se que aos 23 meses a comunidade de fungos micorrízicos está próxima a da floresta. Isto reforça a importância da reposição da camada superficial orgânica (top-soil) sobre o solo que fornece nutrientes para o crescimento da planta e serve como banco de semente, além de ajudar na conservação da biodiversidade dos microrganismos que participam da ciclagem dos nutrientes e dos formadores de associações simbióticas com as plantas.

A infecção micorrízica das raízes de dendê foi mais intensa na avaliação de junho, onde os valores foram de 58,8% em média nos três genótipos (Tabela 9). Estes valores indicam que a planta buscou estabelecer esta simbiose para conseguir absorver uma maior quantidade deste nutriente, escasso no substrato avaliado.

Tabela 9. Infecção de fungos micorrízicos na raiz de dendê

| Genótipos | Colonização de Raízes (NMP) | |
|-----------|-----------------------------|----------|
| | Colonização(%) | |
| | Junho | Novembro |
| 2501 | 62,5 | + |
| 2528 | 53,5 | + |
| 2301 | 60,5 | + |

+ presença positiva de FMA, mas com número de propágulos em número insuficiente

No genótipo 2501 foi observado 62,5% de colonização micorrízica, enquanto no genótipo 2301 foi de 60,5% e 53,5% no genótipo 2528. O dado para o genótipo 2301 foi semelhante ao encontrado por Moreira (2006) aos 23 meses de implantação. Na amostragem de novembro

encontrou-se dificuldade para a avaliação da colonização micorrízica, como também observado por Sudo et al (1996) em mudas de pupunheira inoculadas com fungos micorrízicos e Carvalho et al (1999) em mudas de dendezeiro. Para a infecção micorrízica todas as amostras apresentaram-se positivas para a presença de colonização, porém o número de propágulos não foi suficiente para que houvesse a contagem. Esse comportamento é muito observado em condições de 'stress' hídrico onde algumas espécies são muito sensíveis (SIEVERDING, 1991).

A colonização micorrízica apresentou o mesmo comportamento observado na infecção por bactérias diazotróficas, que foi a variação entre as duas épocas de amostragem. Estes resultados observados em novembro são um indicativo que o 'stress' hídrico pode ter contribuído na redução do crescimento radicular, afetando assim estas simbioses. Enquanto no mês de junho ocorre o final da época chuvosa, em novembro temos o final da época da seca (figura 1).

A influência negativa do 'stress' hídrico em novembro é reforçada pela observação de esporos de diversas espécies de fungos micorrízicos que estavam presentes no substrato próximo a rizosfera das plantas. No entanto não conseguiram estabelecer a colonização, que foi reduzida em novembro.

Estes resultados observados na simbiose com bactérias fixadoras de N e fungos micorrízicos, juntamente com os resultados da análise de plantas são um forte indicativo de que recursos como adubação química, a FBN e a infecção com fungos micorrízicos, ainda precisam ser manejados para garantir níveis adequados destes nutrientes.

4. Considerações finais

Os resultados demonstraram que é viável implantar plantios da cultura de dendê na região de Oriximiná (PA), o que se caracteriza como uma informação inédita. Os três genótipos avaliados apresentaram baixa mortalidade e não apresentaram diferenças no crescimento. Contudo, práticas de manejo precisam ser desenvolvidas para o local, tais como a necessidade de irrigação durante o período de estiagem, principalmente, no período inicial de implantação (2 anos). Outro ponto é a importância em adequar o manejo de adubação e correção da área, bem como da implantação de espécies de leguminosas que

consigam produzir maiores quantidades de biomassa em áreas de baixa fertilidade.

5. Referências Bibliográficas

ABAL. Associação Brasileira do Alumínio. Disponível em: <<http://www.abal.org.br>>. Acesso em 30. maio. 2008.

CARVALHO, A. R. V. de. **Associação de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares em mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.) e dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jaquim.)**. 1997. 262 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

CARVALHO, A. R. V. de. **Contribuição da fixação biológica de nitrogênio na cultura do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jaquim) e o impacto do N-fertilizante sobre esta associação**. 2002. 72f. (Tese de doutorado) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica,

CARVALHO, A. R. V. de; SILVA; E. M. R.; BALDANI, V. L. D.; DÖBEREINER, J. Associação simbiótica de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares em mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jaquim). **Agrotrópica**, Ilhéus, v.11, n.3, p. 169-176, 1999.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas**. Itaguaí, RJ: Embrapa-CNPAB, 1995, 60p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. Rio de Janeiro, 1979.

FERRAZ, J. B. Soil factors influencing the reforestation on mining sites. In: LIETH, H.; LOHMANN, M. (Ed.). In: **Restoration of Tropical Forest Ecosystem: Amazônia**. 1993. v. 47, p.52.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M.; DIAS, L. E.; CASTILHO, A. F.; FORTES, J. L. O.; CAMPOS NETO, D.; CERQUEIRA, L. S.; MOREIRA, J. F.; RESENDE, A. S. Revegetação de Áreas Degradadas pela Mineração e Processamento de Bauxita. In: ALBA, J. M. F. (Org.). **Recuperação de Áreas Mineradas: A Visão dos Especialistas Brasileiros**. Pelotas, RS: Embrapa Clima temperado, 2007. p. 201-212.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decating. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v. 46, p. 235-246, 1963.

INVAM. International culture collection of arbuscular vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Disponível em: <<http://invam.caf.wvu.edu/index.html>>. Acesso em: 10 jan. 2008.

KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, Cambridge, v.92, n.4, p. 486-488, Jun. 1989.

LAPA, R. P. A bauxita e o rejeito da bauxita. In: BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; ROLAND, F. (ed.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro: IB-UFRJ/SBL. 2000. p.27-35

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. In: **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fósforo, 1989. 201 p.

MOREIRA, J. F. **Avaliação do resíduo alcalino do refino de bauxita como condicionador de solos e do estabelecimento de dendê nos tanques de estocagem**. 2006. 65f. 2006. 65 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

SALOMÃO, R. P.; MATOS, A. H. de M. **Plano de exploração florestal em 160 hectares de floresta tropical primária densa: plano de manejo: floresta nacional Araçá – Taquera / IBAMA: porto Trombetas**. Oriximiná, PA: MRN, 2002, 75 p

SANTOS, A. L.; SOUZA, F. A. de; GUERRA, J. G. M.; BERBARA, R. L. L. Estabelecimento e capacidade infectiva de *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum* em solo sob erosão. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 14, n.2, p. 127-139, 2000.

SHEARER, G.; KOHL, D. H. N₂ fixation in fields setting: estimations based on natural ¹⁵N abundance. **Aust. J. Plant Phisiol**, v.13, p.699-756, 1986.

SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Eschborn, Germany: GTZ - Germany Thecnical Cooperation. 1991. 371p

SOUZA, F. A. de; TRUFEM, S. F. B.; ALMEIDA, D. L. de; SILVA, E. M. R. da; GUERRA, J. G. M. Efeito de pré-cultivos sobre o potencial de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares e produção da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p. 1913-1923, 1999.

SUDO, A.; SILVA, E. M. S da; BOVI, M. L. A.; ALMEIDA, D. L.; KOZZOLINO, K. Produção de mudas de pupunheira colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP: v 20, p. 529-532, 1996.

SUFRAMA. Superintendência da Zona Franca de Manaus. **Potencialidades Regionais: Estudos de viabilidade econômica**. 2003. v.5

TUPINAMBA, M. J. **Dendê consorciado apresenta lucro imediato para produtor**. Disponível em: 1<http://www.embrapa.br/noticias/banco_de_noticias/2007/maio/foldernoticia.2007-05-11.5628368136/noticia.2007-05-11.0819556555/mostra_noticia>. Acesso em: 29 jun. 2007.

URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Produção de bio-combustíveis: a questão do balanço energético. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

WALKER, C.; TRAPPE, J.M. Names and epithets in the Glomales and Endogonales, **Mycological Reserch**, v. 97, p. 339-344, 1993.

WOOD, B. J.; CORLEY, R. H. V. The energy balance of oil palm cultivation. In: PORIM INTERNATIONAL PALM OIL CONFERENCE, Kuala Lumpur, Malaysia, 1991. Proceedings. Kuala Lumpur, Malaysia: Oil Research Institute of Malaysia, 1991. P. 130-143.



Agrobiologia

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

