

ISSN 1517-2627

Dezembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 146

Aptidão Pedoclimática para a Cultura da Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Estado de Alagoas

Lúcia Raquel Queiroz Pereira da Luz

Alexandre Hugo César Barros

Aldo Pereira Leite

José Coelho de Araújo Filho

José Carlos Pereira dos Santos

Manoel Batista de Oliveira Neto

Ademar Barros da Silva

Roberto da Boa Viagem Parahyba

Embrapa Solos

Rio de Janeiro, RJ

2011

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ
CEP: 22460-000
Fone: (21) 2179 4500
Fax: (21) 2274 5291
Home page: www.cnps.embrapa.br
E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Presidente: Daniel Vidal Pérez

Secretário-Executivo: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Membros: Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Maurício Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos

Supervisão editorial: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Revisão de texto: André Luiz da Silva Lopes

Edição eletrônica: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Normalização bibliográfica: Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos
Ricardo Arcanjo de Lima

1ª edição

E-book (2011)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Solos**

L979a Luz, Lúcia Raquel Queiroz Pereira da.

Aptidão pedoclimática para a cultura da mandioca (Manihot Esculenta Crantz) no estado de Alagoas / Lúcia Raquel Queiroz Pereira da Luz ... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011.

38 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 146)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/>>.

Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2011).

1. Aptidão. 2. Solo. 3. Clima. 4. Mandioca. 4. Alagoas. I. Barros, Alexandre Hugo Cezar. II. Leite, Aldo Pereira. III. Araújo Filho, José Coelho. IV. Santos, José Carlos Pereira dos. V. Oliveira Neto, Manoel Batista de. VI. Silva, Ademar Barros da. VII. Parahyba, Roberto da Boa Viagem. VIII. Título. IX. Série.

CDD (21.ed.) 631.4

© Embrapa 2011

Autores

Lúcia Raquel Queiroz Pereira da Luz

Pesquisador Embrapa Solos/UEP
Recife
lucia.luz@embrapa.br

Alexandre Hugo Cezar Barros

Pesquisador Embrapa Solos/UEP
Recife.
alexandre.barros@embrapa.br

Aldo Pereira Leite

Técnico Embrapa Solos/UEP Recife
Email: aldo.leite@embrapa.br

José Coelho de Araújo Filho

Pesquisador Embrapa Solos/UEP
Recife
jose.coelho@embrapa.br

José Carlos Pereira dos Santos

Pesquisador Embrapa Solos/UEP
Recife
josecarlos.santos@embrapa.br

Manoel Batista de Oliveira Neto

Pesquisador Embrapa Solos/UEP
Recife
manoel.neto@embrapa.br

Ademar Barros da Silva

Pesquisador Embrapa Solos/UEP
Recife
ademar.barros@embrapa.br

Roberto da Boa Viagem Parahyba

Pesquisador Embrapa Solos/UEP
Recife
roberto.parahyba@embrapa.br

Apresentação

Cultura tradicional e com forte caráter socioeconômico, a mandioca participa da alimentação como importante componente energético. Para muitas famílias, representa também fonte de renda essencial, devido à fabricação e comercialização de seus derivados. Atualmente, desponta como uma das culturas mais promissoras para produção de etanol combustível. Adaptada às diversas condições ambientais, representa um dos cultivos com grande potencial para o desenvolvimento agrícola do Estado de Alagoas, que hoje participa apenas com 4% do total da produção nordestina desta raiz.

Gerar informações úteis para planejamento e desenvolvimento do cultivo da mandioca no Estado de Alagoas a partir de informações ambientais, considerando, ao mesmo tempo, aspectos edáficos e climáticos, foi o objetivo deste trabalho, que considerou como informações básicas o levantamento de solos do estado (escala 1:100.000), um estudo de aptidão climática com cenários diferenciados referentes aos anos secos, anos regulares e anos chuvosos, e condições ambientais importantes para o cultivo da mandioca em sistemas de manejo com média (B) e alta (C) tecnologias. Constitui-se numa importante ferramenta para tomada de decisões no sentido de racionalizar a expansão da cultura.

O estudo foi direcionado no sentido de classificar as melhores terras para o desenvolvimento da cultura, buscando atingir sua capacidade genética

produtiva e também atingir a sustentabilidade ambiental. Assim, muitas áreas com solos apropriados e condições climáticas adequadas foram classificadas como inaptas por apresentarem condições de relevo que podem proporcionar problemas erosivos a partir de seu uso com a cultura da mandioca, em função da movimentação de terra em momentos como o preparo do solo para o plantio e a colheita.

Os resultados apresentados devem ser entendidos dentro dos limites da escala em que foi produzido (escala 1:100.00). Uma escala ampla e importante para decisões governamentais para o desenvolvimento da cultura em áreas prioritárias. Pequenas áreas com bom potencial produtivo para o cultivo da mandioca não podem ser apontadas neste zoneamento. Para isto, é necessário utilizar uma escala maior.

Maria de Lourdes Mendonça Santos Brefin
Chefe Geral Embrapa Solos

Sumário

Introdução	13
Aptidão Pedológica	14
Aptidão Climática	19
Aptidão Pedoclimática	26
Considerações Finais	35
Conclusões	36
Referências	37

Lista de Tabelas

Tabela 1. Potencial pedológico das unidades de mapeamento de solos ...	16
Tabela 2. Distribuição das áreas nas diferentes classes de potencial pedológico para a cultura da mandioca, no nível de manejo com média tecnologia (B), no Estado de Alagoas	17
Tabela 3. Distribuição das áreas nas diferentes classes de potencial pedológico para a cultura da mandioca, no nível de manejo com alta tecnologia (C), no Estado de Alagoas	18
Tabela 4. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura da mandioca	23
Tabela 5. Distribuição das áreas nas diferentes classes de aptidão climática para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas	26
Tabela 6. Cruzamento do potencial pedológico com a aptidão climática para a obtenção do potencial pedoclimático da mandioca	27
Tabela 7. Legenda do potencial pedoclimático para a cultura da mandioca	27
Tabela 8. Potencial pedoclimático das terras para o cultivo da mandioca, empregando-se médio nível tecnológico (manejo B) em anos chuvosos ...	29
Tabela 9. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca, para manejo das terras empregando alto nível tecnológico (manejo C), para anos chuvosos	29

Tabela 10. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca, para manejo das terras empregando médio nível tecnológico (manejo B) em anos regulares	31
Tabela 11. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca, para manejo das terras empregando alto nível tecnológico (manejo C), para anos regulares	31
Tabela 12. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca, para manejo das terras empregando médio nível tecnológico (manejo B) em anos secos	33
Tabela 13. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca, para manejo das terras empregando alto nível tecnológico (manejo C), para anos secos	33

Lista de Figuras

Figura 1. Localização das terras com potencial pedológico para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se médio nível tecnológico (Manejo B)	18
Figura 2. Localização das terras com potencial pedológico para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se alto nível tecnológico (Manejo C)	19
Figura 3. Localização dos postos pluviométricos utilizados para o zoneamento pedoclimático da mandioca para o Estado de Alagoas	22
Figura 4. Localização das áreas com potencialidade climática no cenário chuvoso para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas	24
Figura 5. Localização das áreas com potencialidade climática no cenário regular para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas	24
Figura 6. Localização das áreas com potencialidade climática no cenário seco para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas	25
Figura 7. Fluxograma de fases para elaboração do zoneamento de aptidão pedoclimática da cultura da mandioca para o Estado de Alagoas	26
Figura 8. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se nível tecnológico médio (Manejo B) em anos chuvosos	30

Figura 9. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se alto nível tecnológico (Manejo C) em anos chuvosos	30
Figura 10. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se nível tecnológico médio (Manejo B) em anos regulares	32
Figura 11. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se alto nível tecnológico (Manejo C) em anos regulares	32
Figura 12. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se nível tecnológico médio (Manejo B) em anos secos	34
Figura 13. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se alto nível tecnológico (Manejo C) em anos secos	34

Aptidão Pedoclimática para a Cultura da Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Estado de Alagoas

Introdução

Alimento de grande importância na alimentação humana e animal, a mandioca atualmente desponta também como produtora de etanol, que pode ser utilizado como combustível, para a fabricação de bebidas, fármacos e cosméticos. Seu ciclo dura entre 8 e 18 meses, dependendo da variedade. A mandioca de mesa, conhecida como macaxeira ou aipim, tem seu ciclo completado entre 8 e 10 meses (FUKUDA et al., 2006).

Produzindo entre 142 L e 250 L de etanol combustível por tonelada de raízes processadas, esta raiz tem sido cotada como uma das principais fontes alternativas para a produção de energia limpa e renovável (REGULY, 1998).

A mandioca produzida no Nordeste do Brasil corresponde a aproximadamente 33% da produção nacional, com produtividade média em torno de 10 t ha⁻¹. Destaca-se a Bahia como maior produtor. Alagoas participa com cerca de 4% da produção nordestina, produzindo 318.231 t em 20.396 ha, atingindo uma produtividade média de 15,60 t ha⁻¹. O Agreste é a região que concentra maior área plantada, maior número de produtores e alcança as maiores produtividades do Estado (IBGE, 2010).

Por ser uma cultura de crescimento geopositivo, sua produtividade é significativamente afetada por condições de solo que limitem o aprofundamento de suas raízes e seu cultivo compromete o ambiente em

áreas onde o relevo apresenta-se com declividade acentuada. As maiores produtividades são obtidas em solos com textura média, bem estruturados e com boas condições de drenagem. Os períodos críticos no que se refere às precipitações são os primeiros 30 dias após o plantio e durante o brotamento das gemas. Solos encharcados prejudicam a cultura em qualquer fase do seu desenvolvimento (CAVALCANTE, 2005). Assim, definir a aptidão agrícola das terras para o desenvolvimento da mandioca é essencial tanto do ponto de vista socioeconômico quanto do ecológico.

Com o objetivo de aportar informações relevantes para futuras ações de desenvolvimento em nível governamental, este trabalho foi concebido a partir do levantamento de solos do Estado de Alagoas, do estudo da aptidão climática e da busca do entendimento das condições ideais de desenvolvimento da cultura. Consiste no zoneamento pedoclimático da mandioca para o Estado de Alagoas, na escala 1:100.000, em três cenários climáticos correspondentes aos anos secos, anos regulares e anos chuvosos, para níveis de manejo utilizando média (B) e alta (C) tecnologias. Trata-se de um estudo básico destinado à orientação de instituições financiadoras e de planejamento. Constitui-se numa importante ferramenta para tomada de decisões no sentido de racionalizar a exploração da cultura incrementando sua produtividade de maneira sustentável.

Aptidão Pedológica

A partir dos dados do levantamento de solos do Estado de Alagoas (escala 1:100.000), realizado pela equipe da Embrapa Solos/Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Recife, foram feitas interpretações para avaliação dos parâmetros relacionados ao solo e ao ambiente, em todo o Estado de Alagoas, para o zoneamento pedológico da mandioca, utilizando os sistemas de manejo com média (B) e alta (C) tecnologias.

O manejo B caracteriza-se pela utilização de alguma tecnologia com modesto emprego de capital e assimilação de resultados de pesquisa para melhoramento e condução da cultura e para manejo e conservação de solos. Considera-se que o agricultor empregará tração animal predominantemente e fará correção do solo e uso de fertilizantes. O manejo C é baseado em

práticas agrícolas de alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para melhoramento e condução da cultura, bem como, para o manejo e a conservação de solos. Considera-se o emprego da motomecanização desde o preparo do solo até a colheita (RAMALHO FILHO; BEEK, 1994; SILVA et al., 2001).

Em levantamentos pedológicos realizados em escala 1:100.000 ou menores, a menor, a entidade espacializada é a unidade de mapeamento (UM), que pode ser definida como um conjunto de áreas com solos que mantêm relações e posições segundo a paisagem. Uma unidade de mapeamento pode ser constituída por uma só unidade taxonômica (unidade simples) ou por várias (unidade combinada), comumente denominada associação, complexo ou grupo indiferenciado de solos (SILVA et al., 2001). No levantamento de solos do Estado de Alagoas foram identificadas 350 unidades de mapeamento (UMs).

Neste trabalho, cada uma das 350 UMs existentes no levantamento de solos do Estado de Alagoas foi subdividida nas unidades taxonômicas (UT) de solos que as compõe e suas características foram avaliadas de acordo com as exigências da cultura da mandioca para cada tipo de manejo. Foram atribuídos valores de 1 a 4, (1 representando a aptidão boa; 2, regular; 3, marginal e 4, inapta). Cada atributo foi classificado independentemente e como potencial final foi considerado o maior valor por ser este o indicativo da maior limitação da classe de solo estudada, considerando seu posicionamento na paisagem.

Foram considerados fatores como profundidade do solo, textura (tanto no que diz respeito à constituição granulométrica quanto ao tipo de argila), estrutura, condições de drenagem interna e riscos de erosão e salinização. Levou-se em conta também fatores como pedregosidade e riscos de encharcamento das áreas. Entre os tipos de manejo estudados, o grande diferencial foi a fertilidade natural dos solos, que no manejo C passa a ser menos limitante, já que este sistema pressupõe o uso de fertilizantes. Entretanto, as limitações quanto ao relevo e à pedregosidade superficial foram mais rigorosas no sistema de manejo C, devido à possibilidade de uso de mecanização do solo tanto no preparo do solo para o plantio quanto para a colheita.

A maior parte das áreas com potencial para o cultivo da mandioca são dominadas pelos Latossolos e Argissolos. A grande concentração das áreas consideradas com médio potencial ocorre na mesorregião leste, área de domínio dos tabuleiros costeiros. Terras com predominância de solos rasos a pouco profundos, pedregosos e com limitações de drenagem interna foram consideradas com baixo potencial.

Na avaliação da classificação final da aptidão pedológica, considerando a proporção de solos com aptidão boa, regular, marginal ou inapta na unidade de mapeamento, foram definidos os potenciais das unidades de mapeamento, classificados como alto 1, alto 2, médio, baixo e muito baixo (Tabela 1).

Tabela 1. Potencial pedológico das unidades de mapeamento de solos.

Potencial da Unidade de Mapeamento	Classificação do Solo Dentro da Unidade de Mapeamento
Alto 1	Unidade de mapeamento com solos de aptidão boa em mais de 75% da área
Alto 2	Unidade de mapeamento com solos de aptidão boa em 50% a 75% da área
Médio	Unidade de mapeamento com solos de aptidão boa em 25% a 50% da área; e/ou solos de aptidão boa mais regular em mais de 50% da área
Baixo	Unidade de mapeamento com solos de aptidão boa em menos de 25% da área e/ou solos com aptidão regular em 25% a 50% da área
Muito Baixo	Unidade de mapeamento sem solos de aptidão boa; e/ou aptidão regular inferior a 25% da área

Em função de aspectos ambientais como o relevo local, além das características intrínsecas aos solos, terras onde predominam solos considerados aptos para o cultivo da mandioca por reunirem condições para a exploração de seu potencial genético tiveram sua aptidão restringida a fim de se evitar futuros problemas relacionados à erosão nessas terras. O zoneamento pode parecer rigoroso para uma cultura de tão fácil adaptação às condições naturais de Alagoas, entretanto, buscou-se, desta forma, chamar a atenção para os usuários das informações para a possibilidade de se ocupar as terras do Estado de maneira responsável do ponto de vista ambiental.

As melhores terras encontram-se no domínio dos Latossolos e dos Argissolos, nas regiões Litoral e Agreste do Estado.

Para o nível de manejo B, aproximadamente 574 km² (2% das terras do Estado) foram definidas como áreas com aptidão alta para o cultivo da mandioca. Essas terras aparecem espaçadas em pequenas áreas marcadas pela cor verde. Com aptidão média, foram classificados aproximadamente 8.444 km² (representando pouco mais que 30% das terras do Estado), destacados com a cor alaranjada, ocupando amplas áreas. A maioria das terras (quase 68%) apresenta aptidão baixa, representada em amarelo e muito baixa representada pela coloração acinzentada (Tabela 2, Figura 1).

Quanto ao nível de manejo C, o percentual de terras com aptidão pedológica alta aumenta para 18,5% (aproximadamente 5.135 km²), devido à redução nas limitações quanto à fertilidade natural dos solos neste sistema de manejo, que presume a utilização intensiva de capital. Tais terras encontram-se em destaque na área central do Estado. Entretanto, as limitações quanto ao relevo aumentam neste tipo de manejo, devido à possibilidade de uso de mecanização do solo tanto no preparo para o plantio quanto para a colheita, tendo sido identificadas como terras com aptidão média, pouco mais que 3.890 km² (cerca de 14% da área total do Estado). Assim, a grande maioria das terras (aproximadamente 66%) foi classificada também neste nível de manejo como de baixa a muito baixa aptidão agrícola para a cultura da mandioca (Tabela 3 e Figura 2).

Tabela 2. Distribuição das áreas nas diferentes classes de potencial pedológico para a cultura da mandioca, no nível de manejo com média tecnologia (B), no Estado de Alagoas.

Potencial Pedológico	Área	
	(km ²)	%
Alto 1	0,00	0,00
Alto 2	574,4	2,1
Médio	8.444,1	30,4
Baixo	3.979,8	14,3
Muito baixo	14.232,5	51,3
Tipos de terreno ¹	536,9	1,9
Área total	27.767,7	100,0

¹ Contempla: áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas.

Tabela 3. Distribuição das áreas nas diferentes classes de potencial pedológico para a cultura da mandioca, no nível de manejo com alta tecnologia (C), no Estado de Alagoas.

Potencial Pedológico	Área	
	(km ²)	%
Alto 1	627,0	2,3
Alto2	4.508,4	16,2
Médio	3.890,7	14,0
Baixo	3.259,9	11,8
Muito baixo	14.944,8	53,8
Tipos de terreno ¹	536,9	1,9
Área total	27.767,7	100,0

¹ Contempla: áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas.

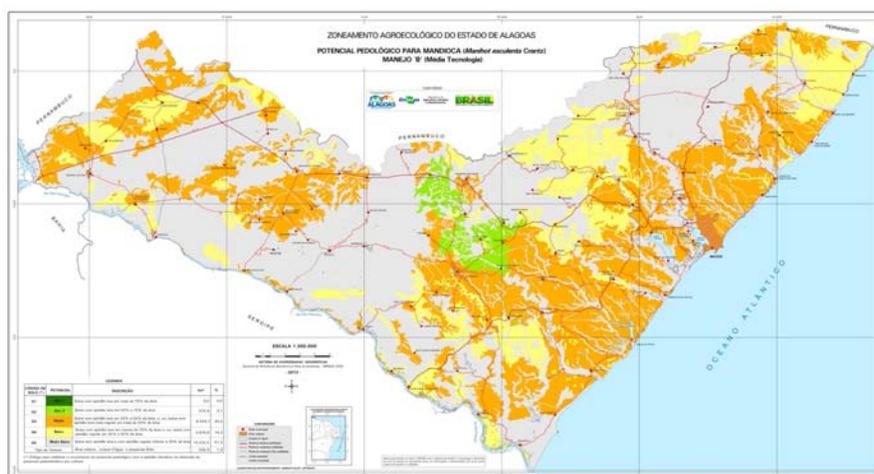


Figura 1. Localização das terras com potencial pedológico para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se médio nível tecnológico (Manejo B).

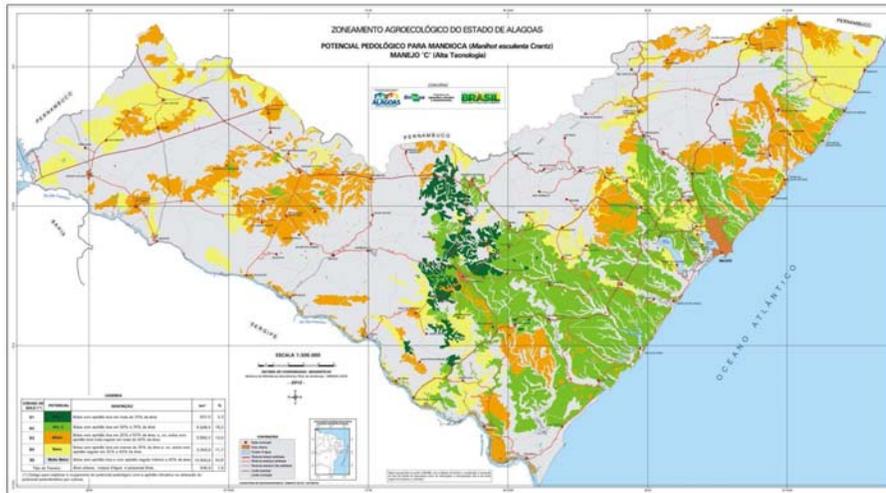


Figura 2. Localização das terras com potencial pedológico para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se alto nível tecnológico (Manejo C).

Aptidão Climática

A mandioca é oriunda de região tropical, encontrando condições favoráveis para o seu desenvolvimento em todos os climas tropicais e subtropicais, sendo cultivada na faixa compreendida entre 30° de latitudes norte e sul, embora a concentração de plantio de mandioca esteja entre as latitudes 15°N e 15°S. Altitudes que variam desde o nível do mar até 800 m são as mais favoráveis (SOUZA; SOUZA, 2000).

A temperatura média do ar ideal situa-se entre os limites de 20°C a 27°C, mas produz bem entre a faixa de temperatura de 16°C e 38°C. Temperaturas muito baixas retardam a germinação, diminuem a taxa de formação de folhas, o peso seco total e o peso seco de raízes. Além disso, a temperatura afeta vários processos fisiológicos, sendo a fotossíntese, a respiração e a transpiração os mais comprometidos. No caso da deficiência hídrica no solo, efeito semelhante ocorre quando a planta aparenta estar em estado de dormência, perdendo as folhas completamente e encurtando os espaços internodais (SOUZA; SOUZA, 2000).

A faixa mais adequada de precipitação pluvial para a mandioca está compreendida entre 1.000 mm/ano e 1.500 mm/ano. Em regiões tropicais, a cultura da mandioca produz em locais com totais pluviométricos anuais de até 4.000 mm/ano, sem estação seca em nenhum período do ano, sendo importante que os solos sejam bem drenados, pois o encharcamento promove a podridão de raízes. Em regiões semiáridas, com 500 mm a 700 mm de chuva por ano, é necessário adequar a época de plantio ao período chuvoso para que não ocorra deficiência de água nos primeiros cinco meses de cultivo (SOUZA; SOUZA, 2000; CAVALCANTE, 2005).

A aptidão climática da mandioca no Estado de Alagoas foi classificada considerando dados meteorológicos, sobretudo de médias mensais de temperatura do ar e precipitação pluviométrica, obtidos nas diversas estações do Estado. A partir desses dados foram calculados os balanços hídricos climatológicos de localidades buscando cobrir todas as regiões. Foram consideradas, também, as fases de vegetação mapeadas quando do levantamento de solos (escala 1:100.000) por ser a vegetação primária um reflexo das condições climáticas e estarem espacializadas de maneira detalhada na caracterização ambiental que acompanha os levantamentos de solos.

Foram utilizados os valores médios mensais disponíveis em Alagoas e nos Estados vizinhos, considerando-se, tanto as normais climatológicas, fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pelo Centro Estadual de Meteorologia e Recursos Hídricos de Alagoas (CEMRH) e pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene). Naqueles locais onde apenas se dispunham de dados de chuva, foi utilizada a estimativa das médias mensais de temperatura do ar. O modelo de regressão múltipla linear para estimar a temperatura média mensal do ar (T_m) em cada mês ($m = 1, 2, 3...12$) e anual ($m = 13$), é descrito conforme a seguinte equação:

$$T_m = A m + B m \phi + C m \lambda + D m \xi + E m \phi^2 + F m \lambda^2 + G m \xi^2 + H m \lambda \phi + I m \lambda \xi + J m \phi \lambda$$

Os coeficientes mensais e anual A_m , B_m , ... J_m da equação foram determinados pelo método dos mínimos quadrados dos desvios, tomando-se a latitude (ϕ), a longitude (λ) e a altitude (ξ) como variáveis independentes.

O pior erro padrão da estimativa das temperaturas médias mensais foi inferior a $\pm 1^\circ\text{C}$. A figura 3 apresenta a distribuição dos postos termopluviométricos utilizados nos estudos agroclimatológicos.

Para atender à grande variabilidade interanual da precipitação que se verifica em Alagoas, este zoneamento contempla três diferentes cenários pluviométricos (anos secos, anos regulares e anos chuvosos). Uma dessas opções poderá ser adotada, em função da tendência dos prognósticos climáticos obtidos por meio dos modelos numéricos globais atualmente em uso (SILVA et al., 2001). Tais prognósticos normalmente são efetuados, com alguns meses de antecedência, levando em conta a fase do fenômeno El Niño-Oscilação-Sul (ENOS) e sua intensidade.

Para a identificação dos cenários pluviométricos, foi inicialmente estabelecido, para cada posto pluviométrico, o total de precipitação registrado nos três meses consecutivos mais chuvosos de cada ano hidrológico completo. Em seguida, uma distribuição gama incompleta, seguindo a conceituação de Thom (1951), foi ajustada à série desses totais em cada posto seguindo a metodologia indicada por Mielke (1976). A qualidade do ajustamento da curva teórica aos valores observados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (MASSEY, 1980) ao nível de significância de 95%.

Foram usados os critérios abaixo descritos para discriminar os anos hidrológicos de cada posto pluviométrico, numa das categorias indicadas:

- a) Anos secos: aqueles em que o total de precipitação, acumulado nos três meses consecutivos mais chuvosos, foi igual ou menor que o valor correspondente a probabilidade de 25%;
- b) Anos chuvosos: aqueles cujo total de precipitação, acumulado nos três meses consecutivos mais chuvosos, é superior ao valor correspondente à probabilidade de 75%;

c) Anos regulares: aqueles anos não classificados nas duas categorias anteriores.

O conjunto dos anos secos, regulares e chuvosos de cada posto foi utilizado para obter as correspondentes médias mensais dos totais pluviométricos, necessárias para caracterizar os respectivos cenários. Para cada cenário, o método de Thornthwaite (THORNTHWAITE; MATHER, 1957) foi utilizado para calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) de cada localidade, considerando-se 125 mm como capacidade de armazenamento de água no solo.

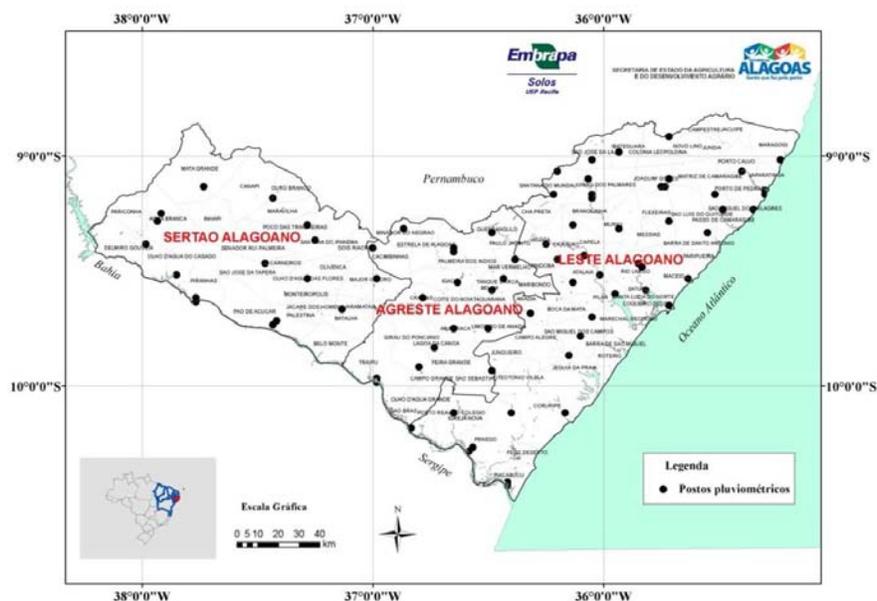


Figura 3. Localização dos postos pluviométricos utilizados para o zoneamento pedoclimático da mandioca para o Estado de Alagoas.

O índice efetivo de umidade (Im), proveniente do balanço hídrico climatológico, que sintetiza as exigências da cultura quanto à temperatura e a disponibilidade de água (excesso e deficiência), foi utilizado, em cada cenário climático, como um dos critérios de seleção para aptidão climática da cultura da mandioca. Os critérios discriminantes de aptidão climática constam na tabela 4.

Tabela 4. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura da mandioca.

Aptidão climática	Im (-)
Moderada por excesso hídrico - dificuldade de colheita	$Im \geq 40$
Plena, podendo apresentar período chuvoso prolongado	$-10 < Im < 40$
Plena	$-35 < Im < -10$
Moderada por deficiência hídrica	$-45 < Im \leq -35$
Inapto por deficiência hídrica acentuada	$Im \leq -45$

A análise das cartas de aptidão climática indica que no cenário chuvoso a faixa litorânea apresenta excesso de umidade para a cultura da mandioca. Partes da Mesorregião do Leste Alagoano, do Agreste e da região montanhosa limítrofe com Pernambuco são áreas predominantemente aptas ao cultivo da mandioca. A parte norte da Mesorregião do Leste é considerada com aptidão climática moderada por excesso hídrico que pode provocar podridão das raízes ou colheita precoce, o que acarreta perdas de produtividade. O Sertão apresenta-se, neste cenário, quase inteiramente na faixa moderadamente apta por pequena deficiência hídrica (Figura 4).

As áreas que apresentam melhores condições climáticas ao cultivo da mandioca em anos considerados regulares e chuvosos estão localizadas em partes das Mesorregiões do Leste e do Agreste Alagoanos, entre os municípios de Arapiraca e Traipú (Figuras 4 e 5). No entanto, esta área se restringe muito em anos secos, tendo como limite a Mesorregião Leste do Estado (Figura 6).

No cenário regular, praticamente toda a Mesorregião do Leste e parte do Agreste Alagoano apresentam aptidão plena. Na parte nordeste da Mesorregião do Leste destaca-se uma área com aptidão moderada por excesso hídrico. O Sertão passa a constituir uma faixa de aptidão moderada por deficiência hídrica e outra inapta por deficiência hídrica severa. A maior porção da superfície do Estado se encontra nas condições plena e moderada por apresentarem deficiência hídrica e, ou excesso hídrico não acentuado (Figura 5).



Figura 4. Localização das áreas com potencialidade climática no cenário chuvoso para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas.

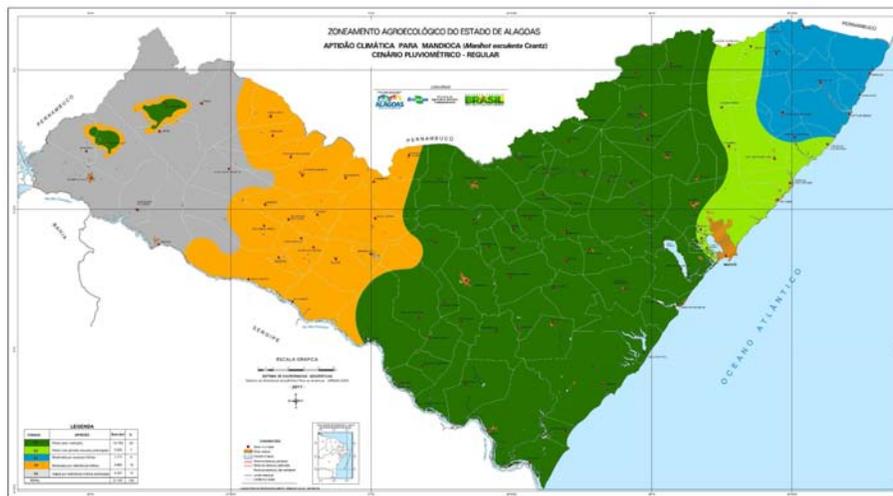


Figura 5. Localização das áreas com potencialidade climática no cenário regular para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas.

A maior parte do Estado apresenta condições de aptidão moderada ou inaptidão por deficiência hídrica, quando se caracteriza o cenário seco. No Agreste e no Sertão predomina a aptidão moderada por limitação hídrica, seguindo-se a aptidão inapta por deficiência hídrica acentuada. Nessas circunstâncias, somente a faixa mais úmida da Mesorregião do Leste Alagoano apresenta condições propícias ao cultivo da mandioca (Figura 6).



Figura 6. Localização das áreas com potencialidade climática no cenário seco para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas.

Para anos secos, anos regulares e anos chuvosos, estima-se que 52% (14.546 km²), 60% (16.691 km²) e 55% (15.181 km²) da área do Estado de Alagoas apresentam, respectivamente, condições climáticas plenamente favoráveis à cultura. Nos anos secos, aproximadamente 48% da área do Estado (13.221 km²) apresenta condições moderada e inapta devido à restrição hídrica. Já nos anos chuvosos, observa-se um aumento de áreas com restrição climática moderada devido à probabilidade de ocorrência de excesso hídrico e não se observa áreas com inaptidão para o cultivo (Tabela 5).

Tabela 5. Distribuição das áreas nas diferentes classes de aptidão climática para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas.

APTIDÃO CLIMÁTICA	ÁREA					
	(km ²)			(%)		
	Seco	Regular	Chuvoso	Seco	Regular	Chuvoso
Plena	14.546	14.777	9.053	52	53	33
Plena (podendo ocorrer excesso hídrico)	0	1.914	6.128	0	7	22
Moderada por excesso hídrico	0	1.795	5.229	0	6	19
Moderada por deficiência hídrica	6.244	4.917	7.357	23	18	26
Inapta por deficiência hídrica acentuada	6.977	4.364	0	25	16	0
Total	27.767	27.767	27.767	100	100	100

Aptidão Pedoclimática

Nos estudos de aptidão pedológica e climática, foram considerados os fatores limitantes relacionados aos solos e ao clima do Estado de maneira conjunta e a aptidão pedoclimática das terras ficou definida pela sobreposição dos mapas de aptidão pedológica e de aptidão climática (Figura 7). A aptidão pedoclimática foi restringida pela limitação de solo e, ou, clima que ocorre com maior intensidade. Desta forma, ambientes com elevado potencial edáfico, mas com aptidão climática restrita, tiveram sua aptidão pedoclimática limitada pelo clima, bem como, áreas com clima apto ao cultivo, mas com baixo potencial edáfico, tiveram a aptidão pedoclimática restringida pelo solo (Tabela 6). Detalhes podem ser observados na legenda dos mapas.

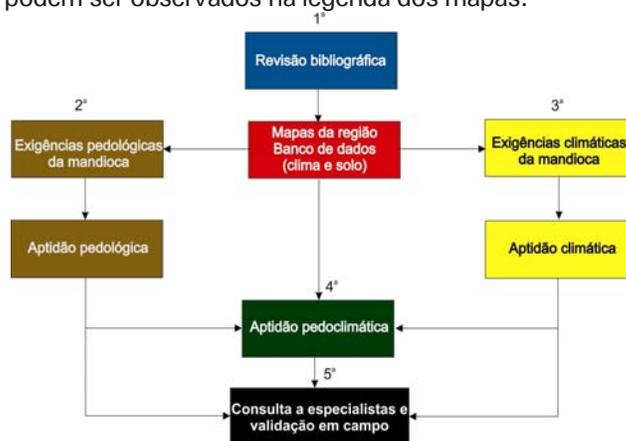
**Figura 7.** Fluxograma de fases para elaboração do zoneamento de aptidão pedoclimática da cultura da mandioca para o Estado de Alagoas. Adaptado de Ramalho Filho et al. (2010).

Tabela 6. Cruzamento do potencial pedológico com a aptidão climática para a obtenção do potencial pedoclimático da mandioca.

Potencial Pedológico (S)	Aptidão climática (C)				
	Plena ¹ C1	Plena (PCP) ² C2	Moderado (EH) ³ C3	Moderado (DH) ⁴ C4	Inapto C5
S1-Alto 1	P1	P2	M3	M4	MB5
S2-Alto 2	P3	P4	M5	M6	MB6
S3-Médio	M1	M2	M7	M8	MB7
S4-Baixo	B1	B2	B3	B4	MB8
S5-Muito Baixo	MB1	MB2	MB3	MB4	MB9

¹ Sem restrição; ² PCP = período chuvoso prolongado; ³ EH = excesso hídrico; ⁴ DH = deficiência hídrica; Potencial Preferencial (P) – cor verde - inclui as subclasses P1 a P4; Potencial Médio (M) – cor laranja - inclui as subclasses M1 a M8; Potencial Baixo (B) – cor amarela - inclui as subclasses B1 a B4; Potencial Muito Baixo (MB) – cor cinza - inclui as subclasses MB1 a MB9 (ver Legenda dos mapas pedoclimáticos).

A legenda final do potencial pedoclimático para a cultura da mandioca é descrita na tabela 7.

Tabela 7. Legenda do potencial pedoclimático para a cultura da mandioca.

Preferencial	Potencial alto 1: ambientes com dominância de solos com aptidão boa e em condições de clima apto para a mandioca Potencial alto 2: ambientes com dominância de solos com aptidão boa e em condições de clima apto para a cultura, porém com ligeira possibilidade de limitação de clima por excesso hídrico
Médio	Potencial médio: ambientes com condições de solo e clima moderados, ou, onde o clima é apto, mas o potencial de solos é moderado ou vice-versa
Baixo	Potencial baixo: ambientes com dominância de aptidão climática apta ou moderada, porém com solos de aptidão marginal para o desenvolvimento da mandioca ou vice-versa
Muito baixo	Potencial muito baixo: ambientes com dominância de solos e, ou, clima, totalmente inaptos para a mandioca

Cabe ressaltar que as áreas com potencial pedoclimático preferencial (alto 1 e alto 2) compreendem ambientes sem restrições significativas de natureza climática e/ou pedológica para a cultura da mandioca, com perspectivas de bons rendimentos em escala comercial e baixos riscos de perda de safra e de degradação ambiental. São ambientes predominantemente formados por solos na classe de aptidão boa, em condições climáticas de aptidão plena para a cultura.

O potencial pedoclimático moderado compreende áreas com restrições moderadas de natureza climática e/ou pedológica para produções em escala comercial. As limitações existentes fazem com que o potencial produtivo da unidade de mapeamento, ainda que atrativo, seja sensivelmente inferior àquele das áreas com “potencial pedoclimático preferencial”.

Os ambientes com potencial pedoclimático baixo apresentam fortes restrições de natureza pedológica e/ou climática, com alto risco de perda de safra em escala comercial e/ou de degradação ambiental.

As áreas com potencial pedoclimático muito baixo apresentam restrições muito fortes, seja de natureza climática e/ou pedológica para a produção, em escala comercial, da mandioca. Compreende os ambientes com solos nas classes de aptidão marginal e inapta e/ou clima inapto para a cultura.

O potencial pedoclimático final indicado expressa o resultado global da soma das aptidões de cada um dos solos componentes da unidade de mapeamento, em conjunto com a aptidão climática. Sua representação no mapa foi feita por meio de cores que expressam a dominância entre o potencial pedológico e a aptidão climática (Tabela 6).

Nas tabelas de 8 a 13 são apresentados os valores quantitativos de áreas de Alagoas nas diferentes condições de potencial pedoclimático. As figuras de 8 a 13 apresentam os mapas de aptidão pedoclimática nos níveis de manejos com média (B) e alta (C) tecnologias, nos cenários de anos chuvosos, anos regulares e anos secos.

Observa-se que, em anos chuvosos aproximadamente 9.000 km², cerca de 32,5% das terras do Estado de Alagoas, encontram-se em condições

ambientais de solo e clima favoráveis ao cultivo da mandioca no manejo B. Destas, apenas cerca de 574 km² (2,1%) apresentam potencial preferencial (Tabela 8 e Figura 8). Quanto ao manejo C, de maneira semelhante ao manejo B, as áreas com potencial para o cultivo totalizam cerca de 9.000 km², pouco mais que 32,5% das terras (Tabela 9). Entretanto, encontrando-se entre elas, aproximadamente 4.756 km² que representam mais que 17% do Estado com potencial preferencial (Tabela 9 e Figura 9). As semelhanças quanto ao total de áreas aptas nos dois sistemas de cultivo são justificadas pelo aumento de áreas com potencial no manejo C, devido à possibilidade de utilização de tecnologias e insumos compensada pelas limitações impostas pelo relevo, que são mais rigorosas devido ao uso de maquinário agrícola neste sistema, que utiliza alta tecnologia.

Tabela 8. Potencial pedoclimático das terras para o cultivo da mandioca, empregando-se médio nível tecnológico (manejo B) em anos chuvosos.

POTENCIAL PEDOCLIMÁTICO	Área	
	km ²	%
Preferencial	574,4	2,1
Médio	8.444,1	30,4
Baixo	3.979,8	14,3
Muito Baixo	14.232,5	51,3
Tipo de terreno ¹	536,9	1,9
Total	27.767,7	100

¹ Contempla áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas.

Tabela 9. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca, para manejo das terras empregando alto nível tecnológico (manejo C), para anos chuvosos.

POTENCIAL PEDOCLIMÁTICO	Área	
	km ²	%
Preferencial	4.755,6	17,1
Médio	4.270,5	15,4
Baixo	3.259,9	11,8
Muito Baixo	14.944,8	53,8
Tipo de terreno ¹	536,9	1,9
Total	27.767,7	100,0

¹ Contempla áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas.

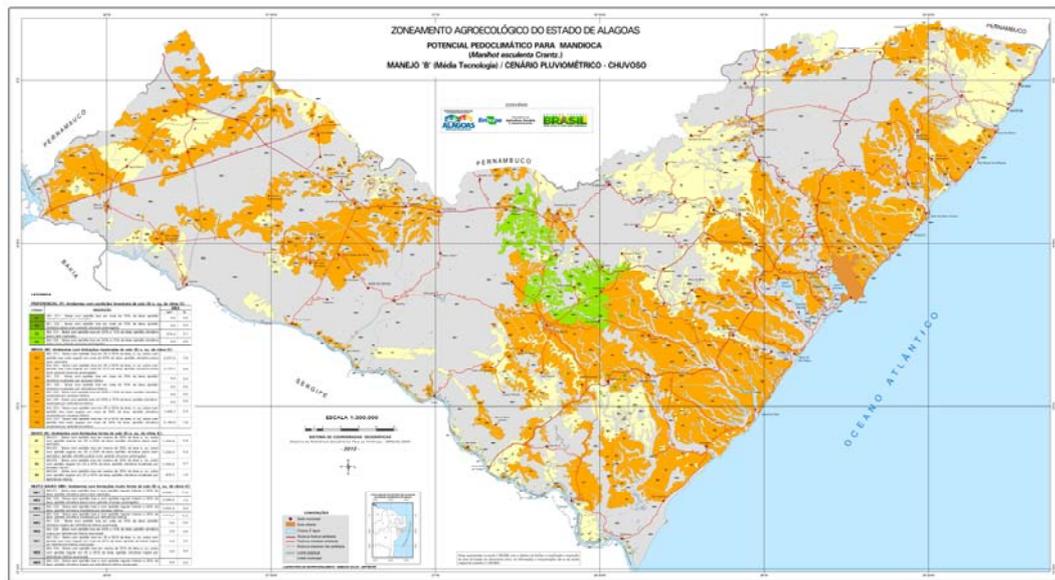


Figura 8. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se nível tecnológico médio (Manejo B) em anos chuvosos.

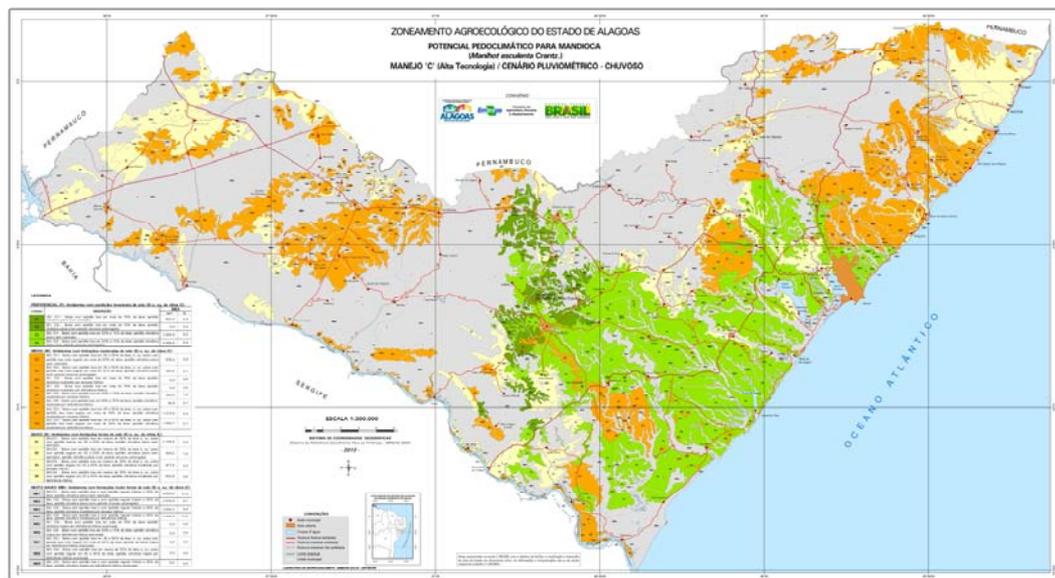


Figura 9. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se alto nível tecnológico (Manejo C) em anos chuvosos.

Em anos considerados regulares, há uma redução para pouco mais que 27,5% de terras com potencial pedoclimático para o cultivo da mandioca no manejo B e cerca de 30% no manejo C (Tabelas 10 e 11 e Figuras 10 e 11). O total de áreas consideradas preferenciais é mantido no manejo B e aumenta em cerca de 1% no manejo C, com relação aos anos chuvosos, havendo relativamente maior redução de áreas com médio potencial quando comparados os dois sistemas de manejo entre os anos chuvosos e os regulares (Tabelas 8, 9, 10 e 11).

Tabela 10. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca, para manejo das terras empregando médio nível tecnológico (manejo B) em anos regulares.

POTENCIAL PEDOCLIMÁTICO	Área	
	km ²	%
Preferencial	574,4	2,1
Médio	7.081,3	25,5
Baixo	3.791,1	13,7
Muito Baixo	15.784,0	56,8
Tipo de terreno ¹	536,9	1,9
Total	27.767,7	100,0

¹ Contempla: áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas.

Tabela 11. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca, para manejo das terras empregando alto nível tecnológico (manejo C), para anos regulares.

POTENCIAL PEDOCLIMÁTICO	Área	
	km ²	%
Preferencial	4.986,2	18,0
Médio	3.425,3	12,3
Baixo	2.652,4	9,6
Muito Baixo	16.166,9	58,2
Tipo de terreno ¹	536,9	1,9
Total	27.767,7	100,0

¹ Contempla: áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas.

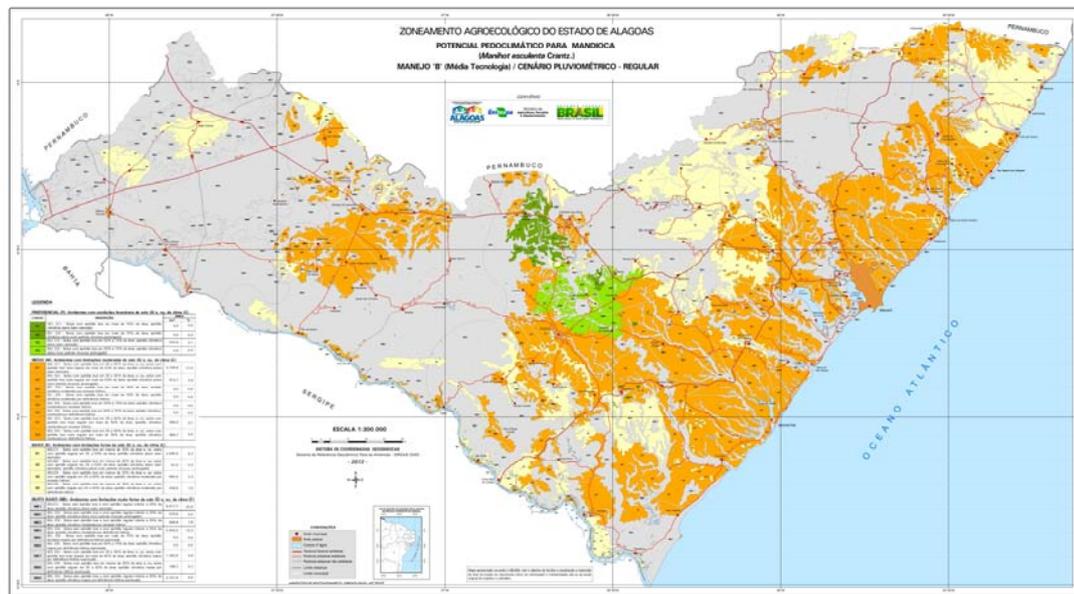


Figura 10. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se nível tecnológico médio (Manejo B) em anos regulares.

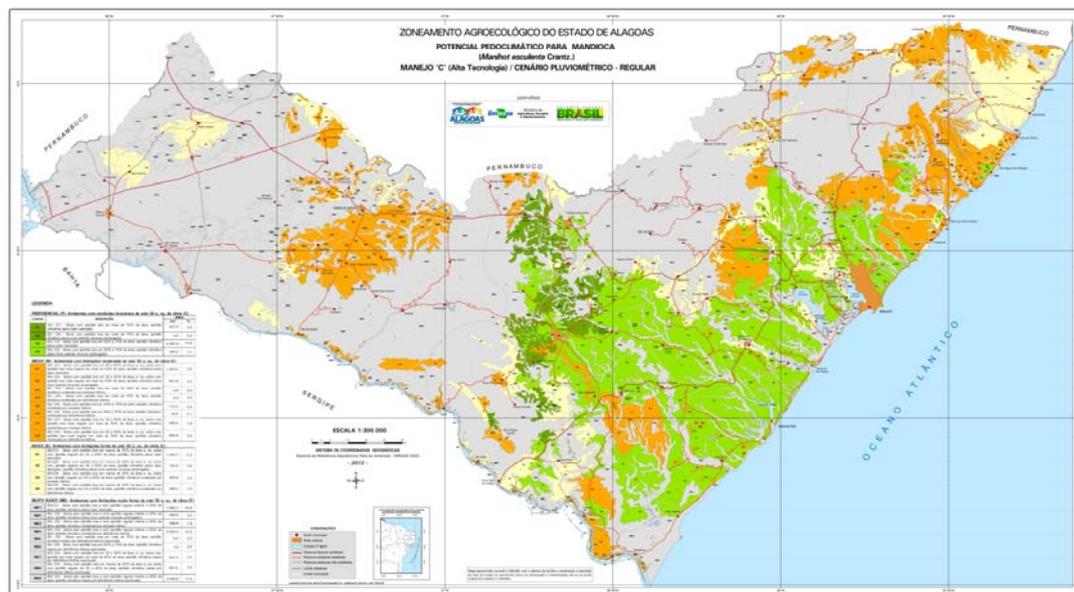


Figura 11. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se alto nível tecnológico (Manejo C) em anos regulares.

No cenário de anos secos, as áreas com potencial pedoclimático para a cultura da mandioca são reduzidas a aproximadamente 6.968 km², representando cerca de 25% do total do Estado, no manejo B; e a cerca de 7.718 km² (aproximadamente 28% do Estado) no manejo C. As áreas com potencial preferencial ficam reduzidas a pouco mais de 170 km² (cerca de 0,6%) no manejo B e a cerca de 4.268 km² no manejo C, representando pouco mais que 15% do Estado (Tabelas 12 e 13 e Figuras 12 e 13).

Tabela 12. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca, para manejo das terras empregando médio nível tecnológico (manejo B) em anos secos.

POTENCIAL PEDOCLIMÁTICO	Área	
	km ²	%
Preferencial	170,8	0,6
Médio	6.796,9	24,5
Baixo	3.617,1	13,0
Muito Baixo	16.646,0	60,0
Tipo de terreno ¹	536,9	1,9
Total	27.767,7	100,0

¹ Contempla: áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas.

Tabela 13. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca, para manejo das terras empregando alto nível tecnológico (manejo C), para anos secos.

POTENCIAL PEDOCLIMÁTICO	Área	
	km ²	%
Preferencial	4.268,4	15,4
Médio	3.449,7	12,4
Baixo	2.483,9	9,0
Muito Baixo	17.028,8	61,3
Tipo de terreno ¹	536,9	1,9
Total	27.767,7	100,0

¹ Contempla: áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas.

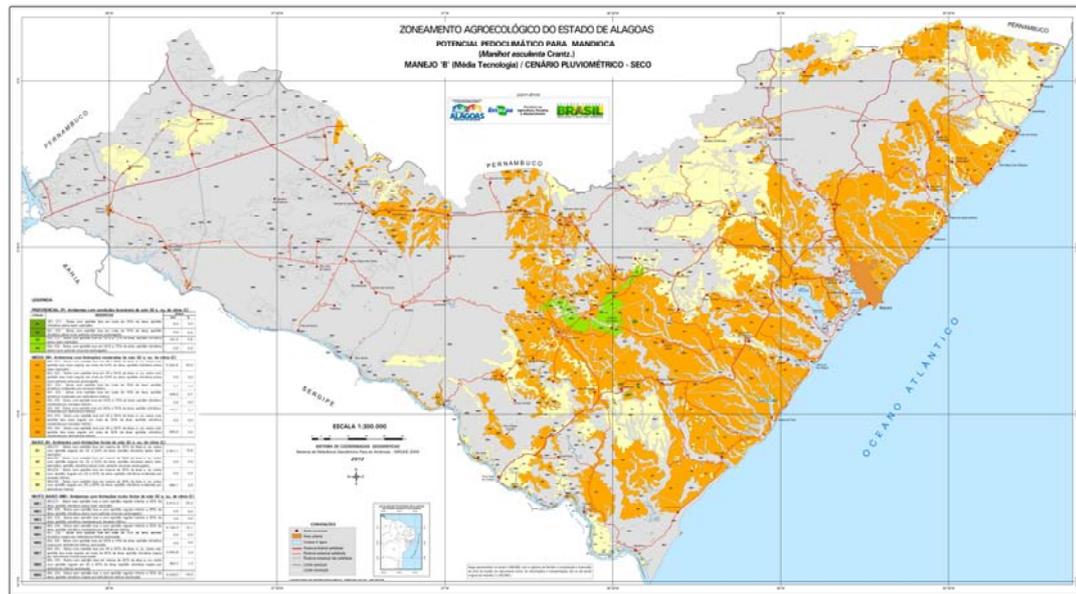


Figura 12. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se nível tecnológico médio (Manejo B) em anos secos.

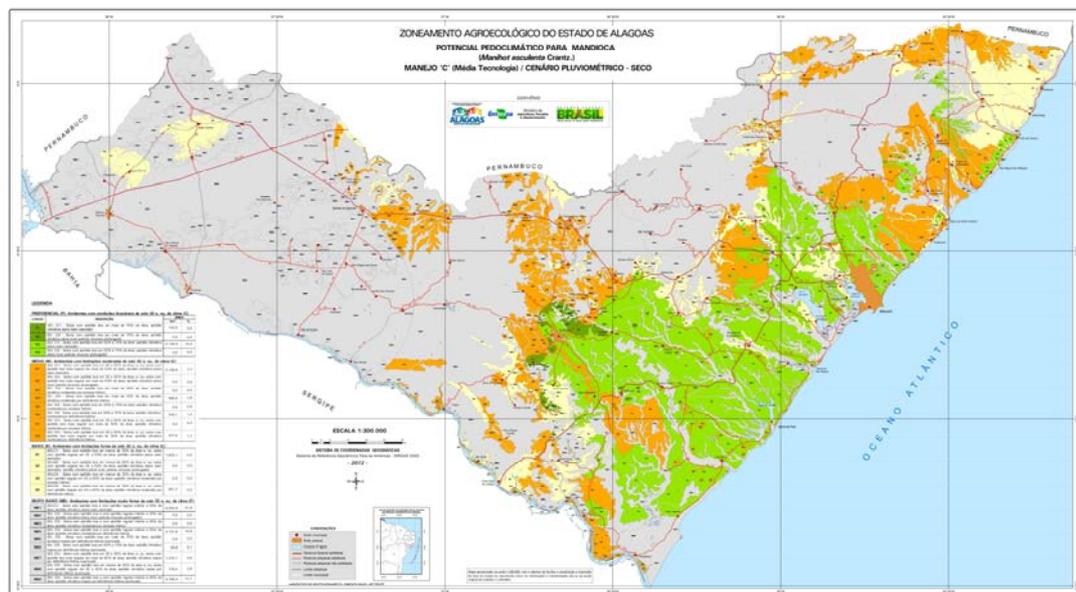


Figura 13. Potencial pedoclimático para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas empregando-se alto nível tecnológico (Manejo C) em anos secos.

Considerações Finais

Neste trabalho não foram delimitados os ambientes já determinados por lei como áreas de preservação ambiental ou de reservas legal e indígena. Portanto, devem ser desconsideradas as indicações de potencial das terras feitas para os ambientes cujos usos já foram definidos por legislações específicas.

Foi observada certa coincidência entre o potencial pedológico e pedoclimático das terras para o cultivo da mandioca, notadamente com relação ao cenário de anos chuvosos. Tal semelhança pode ser explicada pelo fato do clima ser um dos principais fatores de formação dos solos, sobretudo no que se refere à profundidade efetiva dos mesmos, característica fundamental para a escolha de áreas apropriadas para o cultivo da mandioca. As melhores terras encontram-se em áreas de domínio dos Latossolos e dos Argissolos.

O relevo foi o fator ambiental que influenciou mais fortemente na classificação das terras. Algumas áreas com solos profundos que apresentam fertilidade natural adequada foram consideradas com potencial pedológico baixo ou muito baixo devido ao relevo. Buscou-se assim, evitar futuros problemas ambientais relacionados à erosão decorrentes do cultivo da mandioca, cultura que movimentava grandes quantidades de solo, sobretudo no nível de manejo C, que pressupõe o uso de máquinas agrícolas tanto no preparo do solo para o plantio, quanto na colheita das raízes.

É importante ressaltar que este é um trabalho feito numa escala que deve ser entendida como ampla e importante para decisões de governo (1:100.000). As áreas indicadas são apropriadas para o cultivo da mandioca a fim de melhor explorar seu potencial genético traduzido em altas produtividades, excetuando-se aquelas que apresentam como limitação agrícola a susceptibilidade à erosão. Deve-se, contudo, entender que há possibilidade de se encontrar terras apropriadas para o cultivo da mandioca que não podem ser mapeadas na escala 1:100.000, obtendo-se sucesso econômico e sustentabilidade ambiental. Tais áreas poderão ser identificadas em mapeamentos mais detalhados que utilizem escalas maiores.

Sobretudo, deve-se sempre ter em mente o caráter socioeconômico da mandioca, que representa parte importante da alimentação para aqueles que praticam agricultura familiar. Muitas vezes, tais cultivos utilizam o nível de manejo A. Neste tipo de manejo são utilizados os solos mais apropriados na visão do agricultor e, nas etapas de plantio e condução da cultura, não são empregados insumos ou máquinas agrícolas. Nestas condições, áreas que seriam impróprias para a cultura, nos níveis de manejo B e C, são importantes para o cultivo da mandioca, mesmo que a produção seja pequena e a produtividade não alcance nível econômico desejável. Mesmo que obtendo baixo desempenho, esta raiz, além fazer parte de sua alimentação, cumpre papel relevante na vida do homem do campo, que tem muitas vezes na mandioca e no fabrico de seus derivados a única fonte de renda de sua família.

Conclusões

No cenário pluviométrico de anos regulares para o cultivo da mandioca, o Estado apresenta 7.650 km² (28%) de terras com potenciais preferencial e médio, no manejo com média tecnologia (B) e 8.400 km² (30%) no manejo com alta tecnologia (C).

Em anos considerados chuvosos, as fronteiras se deslocam em direção oeste e encontram-se cerca de 9.000 km² (32%) de terras apropriadas para o cultivo (potenciais preferencial e médio) para os dois sistemas de manejo.

No cenário pluviométrico de anos considerados secos, as áreas com potencial pedoclimático para a cultura da mandioca são reduzidas a cerca de 7.000 km² (25%), quando empregado o nível de manejo B; e a pouco mais de 7.700 km² (28%), quando empregado o nível de manejo C.

Na maior parte das áreas com potencial para o cultivo da mandioca há predominância de Latossolos e Argissolos. A grande concentração das áreas consideradas com médio potencial ocorre na mesorregião leste, onde não ocorrem fortes variações dentro dos cenários climáticos analisados.

As terras consideradas com potencial preferencial apresentam maior

variação em relação ao nível de manejo a ser empregado, tanto em anos regulares (2% do total no nível B para 18% no nível C), quanto nos chuvosos (2% do total no nível B para 18% no nível C) e nos secos (menos de 1% do total no nível B para mais de 15% no nível C).

De maneira geral, cerca de 70% das terras do Estado apresentam potenciais baixo e muito baixo para o cultivo da mandioca em todos os cenários climáticos estudados. São terras onde predominam solos rasos a pouco profundos, pedregosos e, ou com limitações de drenagem interna ou em áreas onde o relevo é o fator limitante.

Referências

CAVALCANTE, F. S. **Consortiação de mandioca e feijão comum: viabilidade da exploração em agricultura familiar na Microrregião do Brejo Paraibano**. 2005. 80f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C. Melhoramento Genético Participativo. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e fruticultura Tropical. 2006. p 324-363.

IBGE (Rio de Janeiro,RJ). **Produção Agrícola Municipal - 2010**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&z=t&o=11&i=P>. Acesso em 27 de dez. 2010.

MASSEY Jr., F. J. The Kolmogorov-Smirnov test of goodness of fit. **Journal of American Statistical Association**, v. 46, p. 68-78, 1980.

MIELKE, P. W. Simple Iterative Procedures for Two-parameter Gamma Distribution Maximum Likelihood Estimates. **Journal of Applied Meteorology**, v.15, n. 12. p. 181-183, 1976.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 65p.

RAMALHO FILHO, A.; FREITAS, P. L.; MOTA, P. E. ; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Zoneamento Agroecológico, produção e manejo para a cultura da palma de óleo na Amazônia.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 215p. 1 CD-ROM.

REGULY, J. C. **Biotechnology de processos fermentativos:** fermentações industriais e biomassa celular. Pelotas: Ed. Universitária; 1998. 224p.

SILVA, F. B. R. e; SANTOS, J. C. P; SILVA, A. B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. da B. V.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SOUSA NETO, N. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. Q. P.; LEITE, A. P.; SOUZA, L. G. M. C.; SILVA, C. P.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento agroecológico do Estado de Pernambuco.** Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco - Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2001. (Embrapa Solos. Documentos, 35). CD - ROM. Zapnet.

SOUZA, L. D; SOUZA, L. S. Clima e solo. In: MATTOS, P. L. P.; GOMES, J. C. **O cultivo da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2000. p.11-13. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 37).

THOM, H. S. C. A note on the gamma distribution. **Monthly Weather Review**, v.86, n. 4, p. 117-121, 1951.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance.** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, 1957. 311p. (Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology; v.10, n.3).