

Potencial Pedoclimático do Estado de Alagoas Para a Cultura do Milho em Manejo com Alta Tecnologia, Manejo C e Cenário Chuvoso Regular

Ademar Barros da Silva¹; André Julio do Amaral¹; Alexandre Hugo César Barros¹; Luciano José de Oliveira Accioly¹; José Carlos Pereira dos Santos¹; José Coelho de Araújo Filho¹; Manoel Batista de Oliveira Neto¹; Roberto da Boa Viagem Parayba¹ & Elmo Clarck Gomes²

¹Embrapa Solos UEP Recife. ademar@uep.cnps.embrapa.br; andre@uep.cnps.embrapa.br; alexandre@uep.cnps.embrapa.br; coelho@uep.cnps.embrapa.br; josecarlos@uep.cnps.embrapa.br; ²Bolsista da Embrapa Solos UEP Recife.

Apoio: Secretaria de Estado de Agricultura e do Desenvolvimento Agrário de Alagoas (SEAGRI-AL)

RESUMO - Este trabalho tem como objetivo identificar e quantificar o potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para o cultivo de milho. A partir do levantamento de solos do Estado (escala 1:100.000), foi realizada a aptidão pedológica de cada classe. Na avaliação da aptidão climática foram definidos cinco critérios para compor a legenda dos mapas: a) aptidão plena sem limitação climática; b) plena, mas com pequeno excesso hídrico; c) moderada por excesso hídrico; d) moderada por deficiência hídrica; e e) inapta elevada deficiência hídrica. A aptidão pedoclimática foi obtida pela sobreposição dos mapas de potencial pedológico e de aptidão climática. O Estado de Alagoas apresenta 3.947 km² (14% da área total) com potencial pedoclimático Preferencial para a cultura do milho. São as áreas dos tabuleiros, com predomínio de Argissolos e Latossolos. A classe com potencial pedoclimático Médio ocupa 7.595 km² (27% da área total) e localiza-se nos municípios Paripueira, Barra de São Miguel, Flexeiras, São Luís do Quitunde, Chã Preta, Quebrangulo, Viçosa, Santana do Ipanema, Batalha, Senador Rui Palmeira e Mata Grande. Os fatores restritivos são relevo ondulado, solos pouco profundos, pedregosidade, textura arenosa e riscos de erosão. Em alguns locais há problemas de excesso hídrico e período chuvoso prolongado. As classes com potencial Baixo e Muito Baixo ocupam 15.712 km² (55% da área estadual) e estão presentes principalmente na parte oeste do estado. Os fatores restritivos são deficiência hídrica, solos rasos, relevo forte ondulado e montanhoso, textura arenosa, pedregosidade, rochiosidade e, em áreas de baixada, drenagem deficiente e riscos de salinização.

Palavras-chave: *Zea mays* L., clima, manejo do solo, fatores limitantes.

Introdução

O estado de Alagoas apresenta ambientes diferenciados quanto aos solos, relevo, uso e ocupação. É importante considerar que a identificação e a espacialização das características ambientais, numa escala adequada, possibilitam uma ocupação dos espaços de forma racional e são fundamentais no planejamento e desenvolvimento agrícola. A utilização prática desses conhecimentos nas atividades rurais, aliada ao clima, pode reduzir os efeitos da degradação dos recursos naturais. Em função do exposto, o governo de Alagoas e a Embrapa Solos firmaram um convênio com o objetivo de realizar o Zoneamento Agroecológico do Estado (escala 1:100.000), envolvendo vários planos de informação, dentre eles o levantamento de

solos, a avaliação climática para três cenários pluviométricos e a avaliação da aptidão pedoclimática para culturas, inclusive o milho.

No estado de Alagoas a atividade agrícola principal é o cultivo de cana-de-açúcar. O cultivo de milho é pouco expressivo e, de modo geral, ocupa áreas marginais, apresentando baixas produtividades. As grandes produções estão concentradas nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil (Conab, 2011). Essa cultura é importante na composição de silagem e rações, sendo a principal fonte de energia na dieta de rebanhos bovinos, caprinos, ovinos e na avicultura, e também para alimentação humana. Portanto, a identificação de áreas com potencial pedoclimático para o cultivo do milho, no estado de Alagoas, é muito útil no planejamento agrícola dos governos municipal e estadual. Em geral, os solos profundos, com textura variando de média a argilosa, bem drenados, tais como os Latossolos e Argissolos respondem bem ao nível de manejo, resultando em altas produtividades de milho ou outra cultura de interesse, desde que os fatores climáticos não sejam limitantes. De acordo com o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras é possível empregar diferentes níveis de manejo, destacando-se aqueles onde se utilizam média tecnologia e alta tecnologia, conforme Ramalho Filho & Beek (1995).

Quanto ao clima, os fatores que afetam o crescimento da cultura de milho variam com a região. Nas regiões temperadas e subtropicais, a limitação maior se deve à temperatura do ar e a radiação solar. No Nordeste, destacam-se a precipitação, a temperatura e a evapotranspiração, pois afetam as atividades fisiológicas, interferindo diretamente na produção de grãos e de matéria seca.

Este trabalho objetiva avaliar e classificar o potencial pedoclimático do estado de Alagoas para a cultura do milho (*Zea mays* L.), considerando o uso de alta tecnologia (Manejo C) e o cenário pluviométrico regular.

Material e Métodos

O Estado de Alagoas está localizado no Nordeste brasileiro, entre os paralelos 8°48'52" e 10°30'28" de latitude sul e os meridianos 35°09'09" e 38°14'15" de longitude oeste. Limita-se ao norte com o estado de Pernambuco; ao sul com Sergipe; a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Pernambuco e Bahia (Instituto Arnon de Mélo, 2006). Apresenta forma triangular e tem uma área de 27.797 km².

Aptidão pedológica

A avaliação do potencial pedológico foi feita com base no levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Alagoas (escala 1:100.000), elaborado pela Embrapa

Solos com apoio financeiro da SEAGRI-AL. As unidades de mapeamento são compostas por diferentes classes de solo variando de um a quatro componentes, em função da heterogeneidade da área de estudo. Os solos foram classificados de acordo com Embrapa (2006). Cada classe de solo teve a sua aptidão classificada (em função dos fatores limitantes) como boa, regular, restrita e inapta (Ramalho Filho & Beek, 1995), de acordo com as exigências edáficas da cultura do milho, estabelecidas com base na literatura (Chagas, 1999) e na experiência de pesquisadores com atuação no Estado, considerando relevo, profundidade efetiva, textura, fertilidade, risco de erosão, drenagem, pedregosidade, rochiosidade, salinidade, sodicidade, e o manejo com uso de alta tecnologia, manejo C, ou seja, aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para o melhoramento e conservação das terras e da cultura. A motomecanização pode ser usada nas diversas fases do cultivo.

Com auxílio de um software, a aptidão pedológica de cada classe de solo foi ponderada e como resultado obteve-se o potencial global da unidade de mapeamento, representado por diferentes classes: Alto 1 – (S1) solos com aptidão boa em mais de 75% da área; Alto 2 – (S2) solos com aptidão boa em 50% a 75% da área; Médio – (S3) solos com aptidão boa em 25% a 50% da área, e, ou, aptidão boa mais regular em mais de 50% da área; Baixo – (S4) solos com aptidão boa em menos de 25% da área e, ou, aptidão regular em 25% a 50% da área; Muito baixo – (S5) solos sem aptidão boa e com aptidão regular inferior a 25% da área. Com suporte de geoprocessamento foi obtido o mapa do potencial pedológico do Estado no manejo com alta tecnologia - Manejo C.

Aptidão climática

Foram utilizados os totais mensais de precipitação pluviométrica e temperatura do ar de Alagoas e estados vizinhos, oriundos do Núcleo de Meteorologia e Recursos Hídricos de Alagoas, da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste e do HidroWeb da Agência Nacional de Águas. A discriminação dos cenários pluviométricos seguiu a metodologia proposta por Varejão-Silva & Barros (2002). Para cada posto pluviométrico, foi estabelecido o total de precipitação pluviométrica nos três meses consecutivos mais chuvosos de cada ano hidrológico completo. Em seguida, a distribuição gama incompleta (Thon, 1951) foi ajustada à série desses totais em cada posto, de acordo com Mielke (1976). Os critérios para discriminar os anos hidrológicos foram enquadrados numa das categorias indicadas (Varejão-Silva, 2001): "**anos secos**" aqueles em que o total de precipitação, nos três meses consecutivos mais chuvosos, foi igual ou menor que o valor correspondente à probabilidade de 25%; "**anos chuvosos**" aqueles cujo total de precipitação, nos três meses consecutivos mais chuvosos, é superior ao valor correspondente à probabilidade de 75%; "**anos regulares**", todos aqueles

anos não classificados nas duas categorias anteriores. Os conjuntos de dados dos anos “secos”, “regulares” e “chuvosos” de cada posto foram utilizados para obter as correspondentes médias mensais dos totais pluviométricos, necessárias para caracterizar os respectivos cenários. Os balanços hídricos foram estimados, separadamente, para todos os cenários, usando-se o método proposto por Thornthwaite & Mather (1957).

A cultura do milho tem o ciclo vegetativo curto, por isso, foram empregados elementos do evapopluviograma para cada localidade, que leva em consideração as exigências da cultura, separadamente em cada mês do seu ciclo vegetativo, expressas em termos de um ou mais dos seguintes parâmetros mensais:

P_m/EP_m - relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial no mês m ;

EXC_m - estimativa do excedente hídrico no mês m ; e

DEF_m - estimativa da deficiência hídrica no mês m .

Os critérios utilizados para caracterizar os graus de aptidão climática do milho foram obtidos após diversas tentativas, a partir do balanço hídrico climatológico mensal, todas acompanhando, mês a mês, do plantio à colheita, as condições de desenvolvimento da cultura (Varejão Silva; Barros, 2002). Foram adotados os parâmetros abaixo, relacionados aos meses (1, 2, 3 e 4) do ciclo vegetativo (tomado como 120 dias):

- Aptidão Moderada por excesso hídrico: se a soma do excedente hídrico for igual ou superior a 400mm ($\sum EXC_j \geq 400\text{mm}$) ou, alternativamente, se em qualquer mês for igual ou exceder a 200 mm ($EXC_i \geq 200\text{ mm}$);

- Aptidão Plena, com possibilidade de período chuvoso ser muito longo, caracterizando pequeno excesso hídrico ($P_4/EP_4 \geq 1$), podendo prejudicar a secagem dos grãos e a colheita (4º mês após o plantio);

- Aptidão Plena ($\sum EXC_j < 400\text{mm}$; $EXC_i < 200\text{ mm}$; $DEF_i < 5\text{ mm}$; $DEF_k = 0$ e $P_4/EP_4 < 1$), sem limitações climáticas apreciáveis;

- Aptidão Moderada por deficiência hídrica, quando num mês qualquer a deficiência for inferior a 5 mm ($DEF_i < 5\text{ mm}$), nos demais inferior a 10 mm ($DEF_k < 10\text{ mm}$), tendo o 4º mês relativamente seco ($P_4/EP_4 < 1$) e/ou, quando num mês qualquer a deficiência for inferior a 5 mm ($DEF_i < 5\text{ mm}$), nos demais inferior a 20 mm ($DEF_k < 20\text{ mm}$), tendo o 4º mês relativamente seco ($P_4/EP_4 < 1$); e

- Inaptidão climática por insuficiência hídrica, quando a deficiência hídrica for igual ou superior a 20 mm em dois ou mais meses do ciclo ($DEF_i \geq 5$ e $DEF_k \geq 20\text{ mm}$).

Foram usados os índices: $j = 1, 2$ e 3 (cumulativo), para designar os três meses iniciais do ciclo; e $i = 1, 2$ ou 3 (não cumulativo) para indicar um dos três meses iniciais do ciclo; os

outros dois meses foram representados por k. Por exemplo: se $i = 3$, então $k = 1$ e 2 . O último mês (secagem e colheita) foi representado pelo índice 4. Considerou-se 100 mm como a capacidade de armazenamento de água pelo solo mais favorável ao presente estudo.

Na avaliação final da aptidão climática, cenário pluviométrico regular, foram definidos cinco critérios para a legenda dos mapas: C1- aptidão plena - sem limitação climática; C2 – plena - pequena probabilidade de ocorrer excesso hídrico; C3 - moderada por excesso hídrico - prejudica a colheita e/ou a secagem de grãos; C4 - moderada por deficiência hídrica - prejudicando o desenvolvimento da cultura; e C5 – inapta - elevada deficiência hídrica.

Aptidão pedoclimática

A aptidão pedoclimática foi obtida pela sobreposição dos mapas de potencial pedológico e de aptidão climática. Do cruzamento (software ArcGis) resultaram quatro classes de potencial: Preferencial (P) – ambientes com condições de solo (S) e clima (C) favoráveis; Médio (M) – ambientes com moderadas limitações de solo e, ou, de clima; Baixo (B) – ambientes com fortes limitações de solo e, ou, de clima; e Muito baixo (MB) – ambientes com limitações muito fortes de solos e, ou, de clima (Tabela 1).

Tabela 1. Potencial pedoclimático do estado de Alagoas para a cultura do milho no manejo com alta tecnologia e cenário pluviométrico regular*

Potencial pedológico	Aptidão climática – cenário pluviométrico regular				
	Plena C1	Plena (período chuvoso prolongado) - C2	Moderada (por excesso hídrico) - C3	Moderada (por deficiência hídrica) - C4	Inapta C5
Alto 1(S1)	S1C1	S1C2	S1C3	S1C4	S1C5
Alto 2 (S2)	S2C1	S2C2	S2C3	S2C4	S2C5
Médio (S3)	S3C1	S3C2	S3C3	S3C4	S3C5
Baixo (S4)	S4C1	S4C2	S4C3	S4C4	S4C5
Muito Baixo (S5)	S5C1	S5C2	S5C3	S5C4	S5C5

* Cor verde=áreas preferenciais; cor laranja=áreas com potencial moderado; cor amarela=áreas com potencial baixo; cor cinza=áreas com potencial muito baixo.

Resultados e Discussão

Os resultados do potencial pedoclimático para o cultivo de milho podem ser observados de forma quantitativa na tabela 2 e visualizados na figura 1.

No que se refere ao potencial preferencial (aptidão boa em mais de 75% da área e aptidão boa em 50% a 75% da área), verifica-se, no total, uma extensão territorial de 3.947 km², representando 14% da área total do estado (Tabela 2 e Figura 1). Essas áreas possuem aptidão climática plena para a cultura do milho e estão localizadas, principalmente, nos tabuleiros (folhas de São Miguel dos Campos e Arapiraca), abrangendo os municípios de

Arapiraca, Taquarana, Limoeiro de Anadia, Campo Alegre, Teotônio Vilela, Lagoa da Canoa, Estrela de Alagoas, Junqueiro e São Sebastião (Figura 1). Esses ambientes caracterizam-se por apresentar relevo plano, suave ondulado e às vezes ondulado, vegetação de floresta caducifólia, solos bem desenvolvidos e de boa drenagem (coloração vermelha), mais especificamente Latossolos e Argissolos, de baixa fertilidade natural, em função do alto grau de intemperismo. A fertilidade pode ser corrigida com o uso de corretivos e fertilizantes. No conjunto, as características citadas conferem às unidades de mapeamento, boas condições físicas (aeração, retenção de água, profundidade efetiva).

Tabela 2. Áreas e percentagens de classes de potencial pedoclimático do estado de Alagoas para o cultivo de milho (*Zea mays* L.) com alta tecnologia - Manejo C, no cenário pluviométrico regular

Potencial pedoclimático	Área (km ²)	%
Preferencial	3.947,9	14,3
Médio	7.595,4	27,4
Baixo	6.834,9	24,6
Muito Baixo	8.878,1	31,9
Tipos de Terreno*	541,5	1,8
Total	27.797,9	100,0

*Áreas urbanas, águas, pequenas ilhas.

A classe de potencial pedológico Médio (aptidão boa entre 25% e 50% e, ou, solos de aptidão boa mais aptidão regular igual ou maior do que 50% da área) (Tabela 2) ocupa 7.595 km² (27% da área estadual) e localiza-se principalmente nas folhas de Rio Largo (municípios Paripueira, Barra de São Miguel, Flexeiras e São Luís do Quitunde), União dos Palmares (municípios: Chã Preta, Quebrangulo, Viçosa), e nos municípios de Maribondo, Boca da Mata, Feliz Deserto e Coruripe (problemas de excesso hídrico e período chuvoso prolongado). Os fatores mais restritivos estão relacionados com o relevo ondulado (Argissolos, Cambissolos), solos pouco profundos associados com afloramentos de rochas (Neossolos Litólicos e Regolíticos, Planossolos), pedregosidade, textura arenosa e riscos de erosão.

Os potenciais pedoclimáticos Baixo e Muito Baixo (Tabela 2 e Figura 1)) abrangem 15.712 km² (55% da área estadual) e estão presentes principalmente nas partes nordeste e oeste do estado (áreas mais secas). Em geral, os principais fatores restritivos dos solos estão relacionados com a pouca profundidade efetiva (Neossolos Litólicos, Planossolos), relevo ondulado a forte ondulado e montanhoso (riscos de erosão), textura arenosa com drenagem excessiva e baixa retenção de água (Neossolos Regolíticos), pedregosidade, rochosidade e, em áreas de baixada, problemas de drenagem deficiente e riscos de salinização, esse último, especialmente, na região do sertão (Planossolos e Neossolos Flúvicos).

Conclusões

O Estado de Alagoas apresenta 3.947 km² (14% da área total) com potencial pedoclimático Preferencial para a cultura do milho. São as áreas dos tabuleiros, com predomínio de Argissolos e Latossolos.

A classe com potencial pedoclimático Médio ocupa 7.595 km² (27% da área total) e localiza-se nos municípios Paripueira, Barra de São Miguel, Flexeiras, São Luís do Quitunde, Chã Preta, Quebrangulo, Viçosa, Santana do Ipanema, Batalha, Senador Rui Palmeira e Mata Grande. Os fatores restritivos são relevo ondulado, solos pouco profundos, pedregosidade, textura arenosa e riscos de erosão. Em alguns locais há problemas de excesso hídrico e período chuvoso prolongado.

As classes com potencial Baixo e Muito Baixo ocupam 15.712 km² (55% da área estadual) e estão presentes principalmente na parte oeste do estado. Os fatores restritivos são deficiência hídrica, solos rasos, relevo forte ondulado e montanhoso, textura arenosa, pedregosidade, rochiosidade e, em áreas de baixada, drenagem deficiente e riscos de salinização.

Literatura Citada

CHAGAS, C. S. et al. **Zoneamento pedoclimático para a cultura do milho no Estado de Santa Catarina**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 65 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quinto levantamento, fevereiro de 2011/Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2011. 39p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

INSTITUTO ARNON DE MELO. **Municípios de Alagoas: Poço das Trincheiras**. Maceió: Encartes da Gazeta de Alagoas, 2006. 419p.

MIELKE, P. W. Simple iterative procedures for two-parameter gamma distribution maximum likelihood estimates. *Journal of App. 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-CNPS, 1995, 65 p.

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

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

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e climatologia. Brasília: INMET, 2001. 515p.

VAREJÃO-SILVA, M.A.; BARROS, A.H.C. Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos. Recife: governo do Estado de Pernambuco. Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, Recife, PE, 2002, 51p.

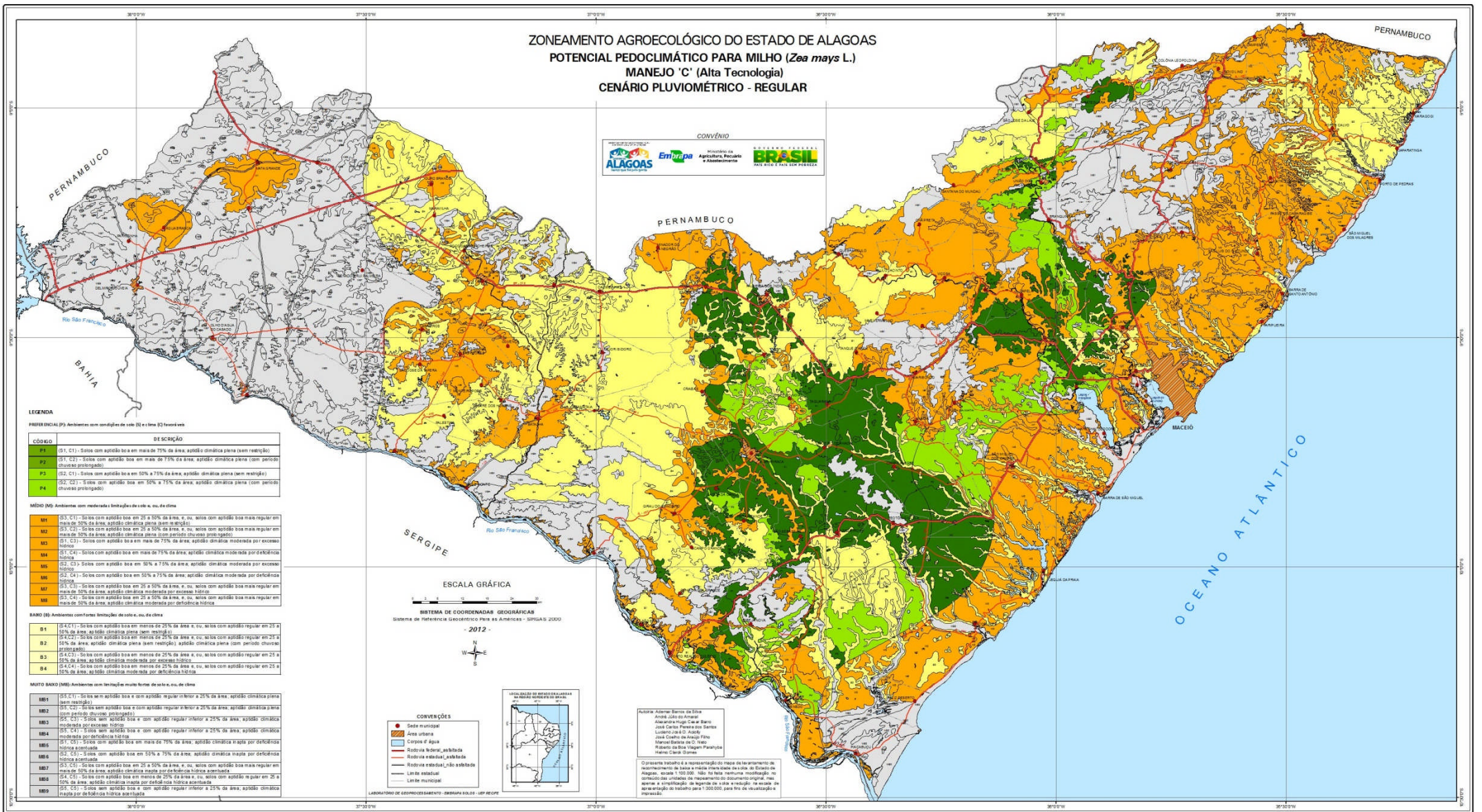


Figura 1. Mapa do potencial pedoclimático do estado de Alagoas para o cultivo de milho no manejo com alta tecnologia (manejo C) e cenário pluviométrico regular.