



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Centro de Pesquisas do Cacau



BOLETIM TÉCNICO N° 219

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS HOMOGÊNEAS DA REGIÃO CACAUEIRA DA BAHIA, BRASIL

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



2020

© 2020 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Todos os direitos reservados. Permitida a reprodução parcial ou total desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é do autor.

Ano 2020

Tiragem: 1.000 exemplares

Elaboração, distribuição, informações:

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Superintendência Regional no Estado da Bahia

Centro de Pesquisas do Cacau

Comissão de Editoração: Dan Érico Vieira Petit Lobão; Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Jacques Hubert Charles Delabie; José Raimundo Bonadie Marques; José Inácio Lacerda Moura; José Luís Bezerra; Karina Peres Gramacho; Manfred Willy Muller; Raúl René Melendez Valle; Uilson Vanderlei Lopes.

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditor: Quintino Reis de Araujo.

Editoração eletrônica: Selenê Cristina Badaró e Jacqueline C. C. do Amaral.

F
633.745
N 219

Santos Filho, L. P. et al. 2020. Identificação de áreas homogêneas da região cacaueira da Bahia, Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, nº 219. 32p.



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Centro de Pesquisas do Cacau



ISSN 0100-0845

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS HOMOGÊNEAS DA REGIÃO CACAUEIRA DA BAHIA, BRASIL

*Lindolfo Pereira dos Santos Filho; Jaime Araújo Filho;
Antônio Alberto Carmo Ferreira; Antônio Fontes de
Faria Filho; Audo Dias do Nascimento; Augusto Cesar
Daneu Lins; Edwaldo Pinheiro de S. Filho; Ivan
Henrique Simião Benevides; João Felipe de Sabóia
Orrico; João Henrique Silva Almeida; Joílson Santos
Matos; José Aurélio Seara da Silva; Josemário Santos
da Paixão; Josias Silva Macêdo; Marcus Vinicius
Bittencourt Garcia; Paulo Roberto Hoog de Sá; Rubens
Tadeu Vieira Passos; Vilson Santos Souza*

BOLETIM TÉCNICO N° 219

Ilhéus-Ba

2020

SUMÁRIO

1.	Resumo	7
2.	Abstract	8
3.	Introdução	9
4.	Metodologia	10
5.	Resultados	17
6.	Literatura Citada	29

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS HOMOGÊNEAS DA REGIÃO CACAUUEIRA DA BAHIA, BRASIL

Lindolfo Pereira dos Santos Filho; Jaime Araújo Filho; Antônio Alberto Carmo Ferreira; Antônio Fontes de Faria Filho; Audo Dias do Nascimento; Augusto Cesar Daneu Lins; Edwaldo Pinheiro de S. Filho; Ivan Henrique Simião Benevides; João Felipe de Sabóia Orrico; João Henrique Silva Almeida; Jollson Santos Matos; José Aurélio Seara da Silva; Josemário Santos da Paixão; Josias Silva Macêdo; Marcus Vinicius Bittencourt Garcia; Paulo Roberto Hoog de Sá; Rubens Tadeu Vieira Passos; Vilson Santos Souza

1. RESUMO

A cacauicultura destaca-se pelo seu papel estruturante nas áreas social e econômica do Estado da Bahia. Nos municípios produtores de cacau (MPC) deste Estado os fatores produtividade, solo, clima, variedade e manejo causam variações no rendimento produtivo do cacaueiro, que em consequência tornam alguns grupos desses municípios distintos, quanto à produtividade desse cultivo. Visando subsidiar o planejamento socioeconômico regional e levantamentos por amostragem este trabalho objetivou identificar e separar grupos similares de 33 MPC quanto a esses fatores. Utilizou-se de questionário e da expressão da aprendizagem e manifestação dos conhecimentos de técnicos, como também da técnica de análise de agrupamento. Como estratégia de análise decidiu-se que um grupo fosse reunido a outro se essa reunião não só proporcionasse o menor aumento da variância intergrupo, como também coincidissem com as opiniões dos especialistas. Valeu-se do procedimento “*proc cluster*”, do pacote estatístico SAS, com agrupamento hierárquico. O dendrograma e a visualização georreferenciada dos dados (uso do Quantum-GIS) foram empregados para auxiliar na discussão, comparação e classificação dos agrupamentos obtidos, pelos métodos WARD e SINGLE. Com os dados padronizados, os métodos apresentaram resultados muito próximos aos pré-concebidos pelos técnicos, o que de fato refletiu na redução do efeito das noções arbitrárias desses especialistas. Cada município foi classificado como homogêneo, exceto o de Ilhéus, que foi subdividido em três áreas homogêneas. As 35 áreas municipais resultantes foram classificadas ou alocadas em cinco grupos homogêneos distintos.

Palavras-chave: Agrupamento, produtividade, cultivo do cacau.

CEPLAC-CEPEC, Rod. Ilhéus/Itabuna, km 22, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil.
lindolfo.filho@agricultura.gov.br

2. ABSTRACT

IDENTIFICATION OF HOMOGENEOUS AREAS OF THE COCOA PRODUCING REGION IN BAHIA, BRAZIL

Cocoa culture stands out for its structuring role in the social and economic areas of the State of Bahia. In the cocoa-producing municipalities (MPC) of this state, the factors productivity, soil, climate, variety and management cause variations in the productive yield of the cocoa tree, which consequently make some groups of these municipalities distinct, regarding the productivity of this cultivation. Aiming to subsidize regional socioeconomic planning and sample surveys, this study aimed to identify and separate similar groups of 33 MPC regarding these factors. A questionnaire and the expression of the learning and expression of the technicians' knowledge were used, as well as the cluster analysis technique. As an analysis strategy, it was decided that one group should be joined to another if that meeting not only provided the smallest increase in intergroup variance, but also coincided with the experts' opinions. It used the "proc cluster" procedure, the SAS statistical package, with hierarchical grouping. The dendrogram and the georeferenced visualization of the data (use of Quantum-GIS) were used to assist in the discussion, comparison and classification of the obtained groups, using the WARD and SINGLE methods. With the standardized data, the methods presented results very close to those pre-conceived by the technicians, which in fact reflected in the reduction of the effect of the arbitrary notions of these specialists. Each municipality was classified as homogeneous, except Ilhéus, which was subdivided into three homogeneous areas. The resulting 35 municipal areas were classified or allocated into five distinct homogeneous groups.

Key words: Cluster, productivity, Cultivation of cocoa.

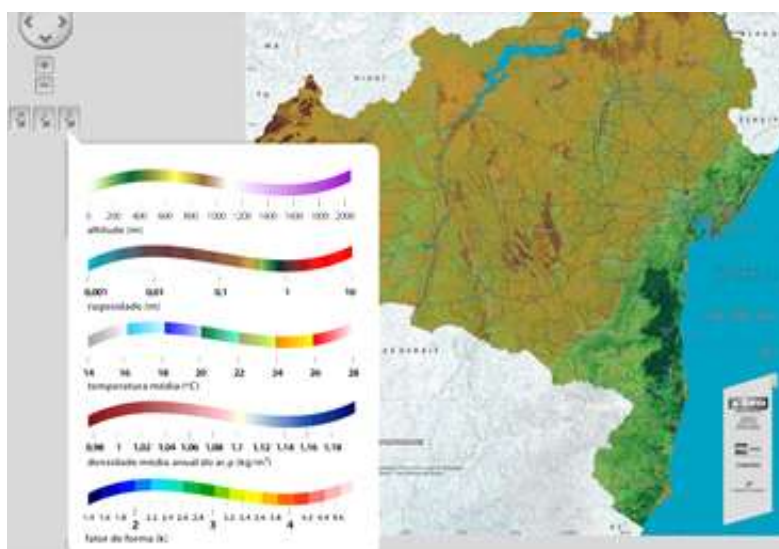
3. INTRODUÇÃO

Em qualquer cultivo o planejamento da produção e a precisão das estimativas são fortemente afetados pela seleção de locais para a amostragem representativa e pelas características individuais de uma determinada variedade, ou qualquer condição diferente do meio ambiente ou de manejo.

Pinto e Crestana (2001), citando FAO (1996), enfatizam quanto à solução deste problema que o Zoneamento Agroecológico determina áreas por meio de interações entre solos, relevo e demais características limitantes, priorizando parâmetros direcionados para as exigências edafoclimáticas das culturas e nos sistemas de produção em que estão inseridas.

No Brasil o sistema agrícola do cacau, concebido em escala geográfica, apresenta o território cacaueiro composto de dois biomas: Amazônico e Mata Atlântica. Na Bahia, esse sistema se localiza no bioma Mata Atlântica (figura 1). Trata-se de um ambiente com 1/5 dos municípios do Estado, numa área total de aproximadamente 400 mil hectares cultivados com cacau.

Figura 1. Mapa da região cacaueira da Bahia



Esse espaço geográfico e suas especificidades biofísicas e socioeconômicas (o ambiente, a economia, a sociedade, a cultura, a política e as instituições) proporcionaram atualmente ao planejamento regional de agro ecossistemas a sua divisão em sete dos 27 Territórios de Identidade existentes na Bahia (Secretaria de Planejamento da Bahia, SEPLA-BA). Da mesma forma em 1988, com base em informações de solo, clima e dinâmica de uso da terra, Silva e Leite (1988) dividiram essa região cacaeira do Sudeste da Bahia em doze agrossistemas.

No entanto, após a entrada da vassoura-de-bruxa nos anos de 1990 toda a dinâmica do sistema de cultivo da região ficou comprometida. O planejamento da produção e a precisão das estimativas, especificamente quanto à produtividade do cultivo, foram afetados fazendo-se necessários novos estudos de partição da região ajustados à realidade atual. Observa-se que em relação a amostragem representativa o último estudo foi realizado 37 anos atrás (Arroyo et al., 1980) quando os autores objetivaram o dimensionamento de amostra para previsão de safras de cacau da Bahia.

Este trabalho objetivou identificar áreas homogêneas municipais (conceito) entre técnicos (população-alvo) dos municípios produtores de cacau da Bahia, quanto aos fatores de produtividade solo, clima, variedade e manejo.

Especificamente objetiva:

- (a) Desenvolver um questionário para avaliar as áreas homogêneas existentes por município;
- (b) Definir as áreas homogêneas na região;
- (c) Distribuir os municípios nas áreas homogêneas definidas na região.

4. METODOLOGIA

A região cacaeira da Bahia (RCB) compreende 1/5 dos municípios da Bahia e cultiva aproximadamente 400 mil hectares de cacau (figura 2).

Situada na planície litorânea o cultivo convencional do cacaeiro na RCB é feito em ambiente natural de proteção e este sombreamento, fator de desempenho da cultura, se estende do norte ao sul, concentrado no centro e raleado nos extremos; a altitude da região aumenta de leste para oeste e a variável quantidade disponível de energia do sol mostra ser um produto da característica predominante do relevo plano ondulado.

Identificação de áreas homogêneas da região cacaueira

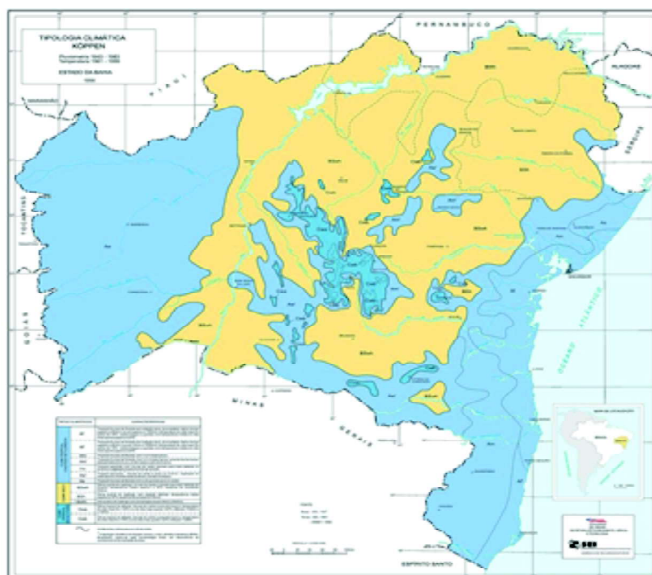
Figura 2. População de cacaueiros na região Sudeste da Bahia



De forma geral, predominam os tipos de solo Latossolo e Argiloso e, especificamente, o Nitossolo concentra na área tradicional do cultivo. Com base na fertilidade do solo a aptidão para o cultivo do cacau varia na direção leste oeste em três faixas: na primeira predomina a baixa-média aptidão; na segunda distingue-se a média-alta e; a baixa aptidão prevalece na terceira faixa (CEPLAC, 1976).

Quanto às bacias hidrográficas se destacam a dos rios de Contas, Almada e Jequitinhonha. Conforme tipologia climática Köppen (figura 3) a região caracteriza-se pelo clima tropical chuvoso de floresta tipo Af' (sem estação seca) e Am (de 1 a 3 meses secos). O volume médio mensal com precipitação pluviométrica maior ou igual a 60 mm diminui do Norte para o Sul, assim como, do Leste para Oeste (Milde e Nitzsche, 1985; e CEPLAC, 1975).

Figura 3. Tipologia climática Köppen da Bahia



TIPOS CLIMÁTICOS		CARACTERÍSTICAS
CLIMA TROPICAL CHUVOSO DE FLORESTA	Af	Tropical chuvoso de floresta sem estação seca; pluviosidade média mensal superior a 60mm e anual superior a 1500mm; temperatura do mês mais frio acima de 18°C; verões longos e quentes com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C.
	Af'	Tropical chuvoso de floresta sem estação seca; pluviosidade média mensal superior a 60mm e anual inferior a 1500mm; temperatura do mês mais frio acima de 18°C; verões longos e quentes com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C.
	Am	Tropical chuvoso de floresta, com 1 a 3 meses secos.
	Am'	Tropical chuvoso de floresta, com 1 a 3 meses secos, caracterizando-se por dois períodos de chuva: um de verão e outro de inverno.
	Aw	Tropical subúmido com chuvas de verão; período seco bem definido no inverno e vegetação predominante de cerrado.
	Aw'	Tropical subúmido; chuvas de verão e seca no inverno, vegetação de caatinga e/ou floresta estacional e/ou tensão ecológica.
	As	Tropical chuvoso de floresta com curto período seco no verão.

Fonte: Base – Superintendência de estudos econômicos e sociais da Bahia-SEI, 1997. Instituto Nacional de Meteorologia- INMET, 1991.

Identificação de áreas homogêneas da região cacauceira

Área homogênea é, neste estudo, definida como o ambiente geométrico, onde os genótipos não diferenciam entre si quanto à intensidade dos efeitos das variáveis: tipo de solo, tipo de variedades, relevo, altitude, manejo, densidade do plantio, nível de sombreamento e precipitação pluviométrica.

A amostra analisada será de 33 municípios (objetos ou indivíduos) que correspondem aproximadamente 71,2% da produção de cacau da Bahia (IBGE, 2015).

Para identificar as áreas não homogêneas dentro dos MPC optou-se pelas informações de técnicos especializados, considerando a percepção dos entrevistados em relação aos objetivos do trabalho e, em seguida, para caracterizar as áreas homogêneas, com base nos dados obtidos por meio de um questionário (Tabela 1), utilizou-se não só da expressão da aprendizagem e manifestação dos conhecimentos desses técnicos como da técnica de análise de agrupamento.

Tabela 1. Total de especialistas por unidade de Escritório Local da CEPLAC

Unidade de Escritório Local	Áreas homogêneas	Total de especialistas
Ilhéus	Ilhéus1, Ilhéus2, Ilhéus3, Uruçuca, Ubaitaba, Canavieiras, Una, Ibirapitanga	25
Itabuna	Itabuna, Itajuípe, Floresta Azul, Ibicaraí, Itagí, Coaraci, Ibicuí, Itororó, Barro Preto, Buerarema	31
Camacan	Camacan, Arataca, Pau Brasil, Santa Luzia, Itapitanga, Mascote	8
Ipiaú	Ipiaú, Aiquara, Apuarema, Dario Meira, Gandu, Ibirataia, Itagibá, Jequié, Jitaúna, Jussari, Ubatã	29
Total		93

Seguindo uma ordem lógica visou obter informações sobre: a relação solo, relevo e altitude; e variáveis como a precipitação pluviométrica, variedades de cacau comum, híbrido e clonado, idade do cacauceiro, uso de tecnologia e manejo da área homogênea do município (Tabela 2). Nessa elaboração do questionário

Tabela 2. Formulário de caracterização de área homogênea

Nota: preencher um formulário por cada área homogênea	
Município:	Data: / /20
Número da área:	
Número da área:	
Localização ou Zona rural:	

balancearam-se os aspectos de completude e relevância, com perguntas diretas e respostas quantitativas sobre os atributos. A validade da formatação do seu conteúdo foi verificada através da aplicação inicial e posterior desse instrumento junto a especialistas da área. O posicionamento dos blocos de questões seguiu a sequência dos fatores clima, solo, manejo e variedade. Para organizar as respostas obtidas tabularam-se os dados utilizando do Excel.

Diante do grau médio de complexidade dos conceitos desses fatores estabeleceu a estratégia de elaboração e aplicação do questionário com apenas 47 perguntas organizadas em sete quadros. Nessa elaboração viabilizaram-se, exceto no quadro 3, respostas que completavam o todo e que exerceriam possíveis efeitos sobre a outra.

Logo após a coleta dos dados foram selecionadas, pelos especialistas, as variáveis consideradas relevantes à produtividade e que melhor descrevessem as diferenças entre esses municípios. A correlação (Pearson) foi utilizada para auxiliar nessa redução do número de variáveis, indicando a importância individual das mesmas na explicação da produtividade.

Além das variáveis medidas de forma primária, através desse questionário, foram incluídas duas outras variáveis secundárias: tamanho da área cultivada municipal (IBGE, 2015) e índice municipal de infecção da vassoura-de-bruxa.

Observa-se que as características edafoclimáticas e geomofológicas regionais (altitude baixa predominante, posição do cultivo no relevo suavemente ondulado e ondulado, quantidade disponível de energia do sol, ausência de uma estação seca, contiguidade da área cultivada, aliados à qualidade de média a alta fertilidade dos solos predominantes) influenciam diretamente processos como a incidência e severidade da doença *Moniliophthora perniciosa* [(Stahel) (Singer); Aims & Phillips-Mora], comumente Vassoura-de-Bruxa (VB), geradora de grande impacto econômico negativo na lavoura. Sendo assim, a opção de inserir essas duas variáveis deveu-se ao fato de que elas, independente do manejo, afetam a variável produtividade.

Para reduzir o efeito de quaisquer preconceitos e noções arbitrárias na

caracterização das áreas homogêneas na RCB utilizou-se da técnica análise de agrupamento do SAS (cluster analysis), por meio do procedimento “proc cluster”, que faz agrupamento hierárquico onde um “cluster” pode estar contido inteiramente dentro de outro, mas não se permite intersecção (Fernandes et al., 2010).

Adotou-se a estatística proporções de variância ou correlações semi parciais quadradas (semipartial R^2) para medir a homogeneidade dos agrupamentos ou refletir a homogeneidade decrescente dos membros em um “cluster”, à medida que eles são combinados. Para agrupar as observações foram utilizados os métodos WARD E SINGLE e para auxiliar na escolha do número de cluster usou-se a estatística pseudo F (PSF) admitindo-se, a priori, que existem de 3 a 7 áreas homogêneas na RCB.

Seguiu-se a estratégia de obter, através da opinião dos técnicos, o número de grupos homogêneos na RCB a partir do agrupamento maior para o menor. Assim, um grupo foi aceito reunido a outro se essa reunião não só proporcionasse o menor aumento da variância intergrupo como atendesse aos conhecimentos técnicos.

O dendrograma e a visualização georreferenciada dos dados, com o uso do Quantum-GIS, foram utilizados para auxiliar na classificação, comparação e discussão dos agrupamentos. Os dados foram convertidos à unidade percentagem e também padronizados em um único escore-padrão do tipo z, conhecido como z-escore (Equação 1). Para converter a variável densidade utilizou-se a base de 1089 plantas por hectare. A variável idade foi convertida em percentagem tendo como base a idade média máxima de 100 anos dos cacaueiros antigos.

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}, \quad z_{ij} \sim (0, 1_j)$$

Ainda, para auxiliar na discussão dos agrupamentos identificados utilizou-se a média e o índice de variação (IV, equação 1) de cada variável selecionada dentro do agrupamento.

$$IV_{ij} = \frac{CV_j}{\sqrt{n}}, \quad \text{equação 1}$$

Onde: i-ésimo valor do cluster j, CV é o coeficiente de variação e n o número de municípios no cluster j.

Quadro 1. Altitude (%)

Baixa ()	Alta ()
-----------	----------

Nota: Altitude: Baixa até 200 m; e Alta acima de 200 m

Quadro 2. Relevo (%)

Plano ()	Suavemente ondulado ()	Ondulado ()	Escarpado ()
-----------	-------------------------	--------------	---------------

Quadro 3. Solo (%)

Relevo	Participação por tipo (%)			
	Argissolo	Latossolo	Cambissolo	Gleissolo/hidromórfico
Baixada				
Terço inferior				
Terço médio				
Terço superior				
Total				

Quadro 4. Precipitação pluviométrica (marque com um X os meses com precipitação pluviométrica média acima de 60 mm)

jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Quadro 5. Uso do solo (%)

Cacau ()	Consórcio ()
-----------	---------------

Quadro 6. Manejo (marque com um x o manejo predominante)

Tipo	Temporã (out-abr)	Principal (mai-set)
tradicional ⁰		
tecnificado ¹		

0= roçagem, poda e limpeza; 1= uso da herbicida, tratos culturais, retirada de vassouras, desbrota, poda, adubação.

Quadro 7. Genótipo

Tipo	Participação na área total (%)	Idade aproximada	Densidade (plantas/ha)	Participação por ciclo de colheita (%)		
				temporã	principal	global
Comum						
Híbrido						
Clonado						

5. Resultados

• **Análise da quantidade de agrupamentos.**

Os especialistas envolvidos no estudo selecionaram as seguintes variáveis:

1. Participação percentual da altitude alta;
2. Participação percentual do relevo plano;
3. Participação percentual do relevo escarpado;
4. Participação percentual do solo Argissolo no terço inferior;
5. Participação percentual do solo Latossolo no terço inferior;
6. Participação percentual do solo Cambissolo no terço inferior;
7. Percentagem de meses com precipitação pluviométrica menor que 60 mm;
8. Participação percentual do plantio cacau consórcio;
9. Participação percentual do plantio do cacau clonado;
10. Idade do plantio do cacau clonado;
11. Percentual da densidade do plantio do cacau clonado e;
12. Participação percentual do cacau clonado na safra global.

Com os dados padronizados, os métodos apresentaram resultados muito próximos aos pré-concebidos pelos técnicos, o que de fato refletiu na redução do efeito das noções arbitrárias desses especialistas. A região foi vista como um todo homogênea, quando utilizado o método SINGLE, e também particionada em pequenos agrupamentos, quando do uso do método WARD, que como esperado tendeu a minimizar as diferenças internas dos agrupamentos (Figuras 1 e 2).

Na tabela 3 expõem-se as estatísticas dos agrupamentos. A correlação semi-parcial quadrada (SPRSQ) do cluster Canavieiras-Una foi uma das mais altas (0,0510). A correlação quadrática múltipla (RSQ) mostra que a proporção de variância representada pelos clusters é de 78% quando os dados são agrupados em doze clusters. Sob a hipótese nula de que os dados têm uma distribuição uniforme em vez de formar clusters distintos o valor aproximado esperado de RSQ (ERSQ) para 7 cluster é de apenas 60,6% e somente 35,8% para os três primeiros clusters ou ramos da árvore.

Entretanto, quanto a estimativa do número de clusters, a estatística pseudo F (PSF) mostra que os maiores valores (que corresponde ao um bom número de clusters estimado) ocorrem apenas acima de 20 clusters.

Tabela 3 Estatísticas dos Agrupamentos: número do cluster (NCL), cluster (CL), frequência (F), correlações semi parciais quadradas (SPRSQ), correlação quadrática múltipla (RSQ), valor aproximado esperado de RSQ (ERSQ), pseudo F (PSF)

NCL	CL		FREQ	SPRSQ	RSQ	ERSQ	PSF
34	Ipiaú	Jitaúna	2	0.0008	0.999	.	38.1
33	Mascote	Santa Luzia	2	0.0010	0.998	.	35.1
32	Aiquara	Apuarema	2	0.0013	0.997	.	31
31	Jussari	Pau Brasil	2	0.0023	0.995	.	24.4
30	Ibirataia	Itagiba	2	0.0030	0.992	.	20.2
29	Arataca	CL31	3	0.0036	0.988	.	17.6
28	Ibicuí	Itororó	2	0.0036	0.984	.	16.3
27	Cl32	Jequié	3	0.0055	0.979	.	14.3
26	Dario Meira	Gandu	2	0.0059	0.973	.	13
25	Barro Preto	Itajuípe	2	0.0063	0.967	.	12.1
24	Floresta Azul	Ilheus3	2	0.0065	0.96	.	11.5
23	Ibirapitanga	Ubaitaba	2	0.0083	0.952	.	10.8
22	Cl26	Ibicarai	3	0.0085	0.943	.	10.3
21	Cl28	Itapitanga	3	0.0090	0.934	.	10
20	Cl23	CL33	4	0.0103	0.924	.	9.6
19	Camacan	Uruçuca	2	0.0124	0.912	.	9.2
18	Buerarema	Itabuna	2	0.0145	0.897	.	8.7
17	Cl18	Ilheus2	3	0.0157	0.882	.	8.4
16	Cl25	Ubatã	3	0.0187	0.863	.	8
15	Cl22	CL24	5	0.0187	0.844	.	7.7
14	Cl15	CL34	7	0.0207	0.824	.	7.5
13	Cl17	CL20	7	0.0215	0.802	.	7.4
12	Cl30	ITAGI	3	0.0220	0.780	.	7.4
11	Cl27	CL29	6	0.0243	0.756	.	7.4
10	Cl19	Ilheus1	3	0.0265	0.729	.	7.5
9	Cl14	CL12	10	0.0404	0.689	.	7.2
8	Coaraci	CL21	4	0.0413	0.648	.	7.1
7	Canavieiras	UNA	2	0.0510	0.597	0.606	6.9
6	Cl16	CL13	10	0.0525	0.544	0.562	6.9
5	Cl11	CL9	16	0.0538	0.49	0.51	7.2
4	Cl5	CL8	20	0.0681	0.422	0.447	7.6
3	Cl6	CL10	13	0.0857	0.336	0.358	8.1
2	Cl4	CL3	33	0.1409	0.196	0.24	8
1	Cl2	CL7	35	0.1956	0	0	.

SPRSQ correlações semi parciais quadradas; RSQ correlação quadrática múltipla; ERSQ valor aproximado esperado de RSQ; PSF estatística pseudo F.

Identificação de áreas homogêneas da região cacaueira

Nas figuras 1 e 2 e na tabela 4 observa-se, ainda quanto à definição do número de agrupamento, que:

- i) Oito municípios se destacam quanto à homogeneidade dos agrupamentos à medida que os “clusters” são combinados: Una, Canavieiras, Coaraci, Ilhéus1, Itagi, Uruçuca, Camacan e Ubatã;
- ii) As maiores similaridades foram registradas entre os municípios ao noroeste da região: Aiquara, Apuarema, Arataca, Dario Meira, Floresta Azul, Gandu, Ibicarai, Ibirataia, Ilheus3, Ipiaú, Itagi, Itagiba, Jequié, Jitaúna, Jussari, Pau Brasil, Coaraci, Ibicuí, Itapitanga e Itororó;
- iii) Os métodos foram sensíveis aos elementos mais distantes como os municípios de Canavieiras e Una e;
- iv) Que, Ilhéus1, Uruçuca e Camacan, no corte de três agrupamentos no dendrograma do método WARD, apresentam similaridades com os municípios do agrupamento Centro e Sul.

Figura 1. Dendrograma com os dados padronizados, método WARD, cluster e correlações semi parcial quadrada

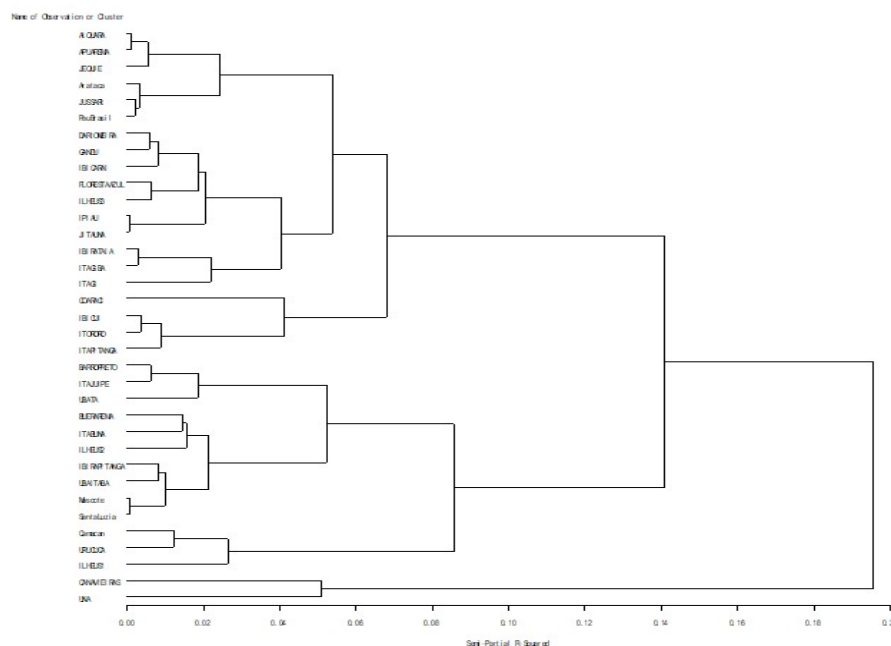
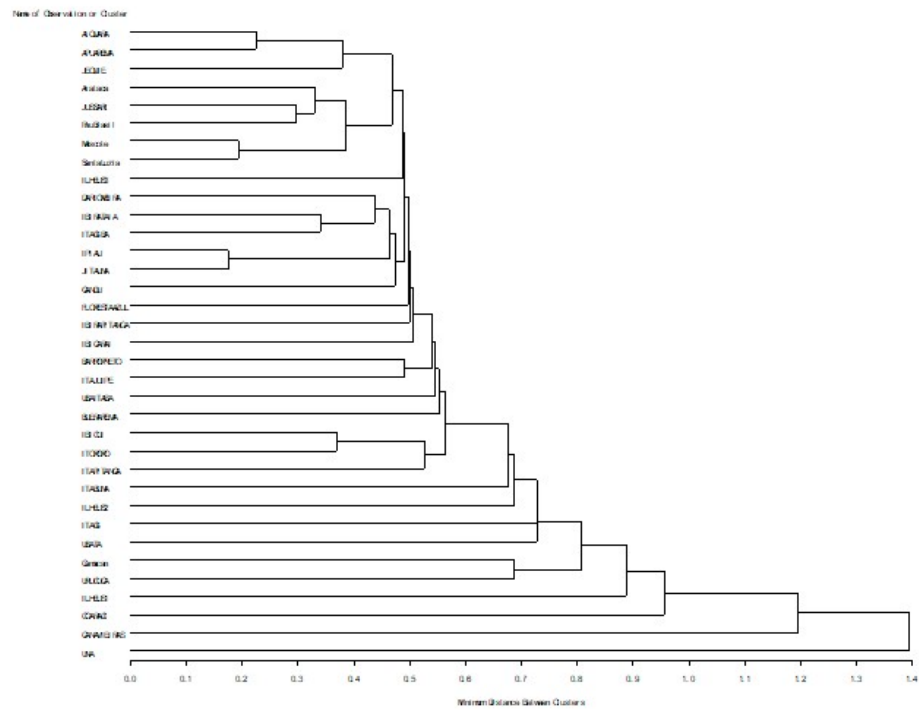


Figura 2. Dendrograma com os dados padronizados, método SINGLE



Identificação de áreas homogêneas da região cacauceira

Tabela 4. Tamanho de Agrupamento 3, 4, 5, 6, e 7, na região cacauceira da Bahia, com os dados padronizados, obtidos pelos métodos de WARD (W) e SINGLE (S)

Município	W3	Município	W4	Município	W5	Município	W6	Município	W7
Aiquara	1	Aiquara	1	Aiquara	1	Dario Meira	1	Dario Meira	1
Apuarema	1	Apuarema	1	Apuarema	1	Floresta Azul	1	Floresta Azul	1
Arataca	1	Arataca	1	Arataca	1	Gandu	1	Gandu	1
Coaraci	1	Coaraci	1	Dario Meira	1	Ibicaraí	1	Ibicaraí	1
Dario Meira	1	Dario Meira	1	Floresta Azul	1	Ibirataia	1	Ibirataia	1
Floresta Azul	1	Floresta Azul	1	Gandu	1	Ilhéus3	1	Ilhéus3	1
Gandu	1	Gandu	1	Ibicaraí	1	Ipiaú	1	Ipiaú	1
Ibicaraí	1	Ibicaraí	1	Ibirataia	1	Itagi	1	Itagi	1
Ibicui	1	Ibicui	1	Ilhéus3	1	Itagibá	1	Itagibá	1
Ibirataia	1	Ibirataia	1	Ipiaú	1	JitaUna	1	JitaUna	1
Ilhéus3	1	Ilhéus3	1	Itagi	1	Aiquara	3	Aiquara	3
Ipiaú	1	Ipiaú	1	Itagibá	1	Apuarema	3	Apuarema	3
Itagi	1	Itagi	1	Jequie	1	Arataca	3	Arataca	3
Itagibá	1	Itagibá	1	JitaUna	1	Jequie	3	Jequie	3
Itapitanga	1	Itapitanga	1	Jussari	1	Jussari	3	Jussari	3
Itororó	1	Itororó	1	Pau Brasil	1	Pau Brasil	3	Pau Brasil	3
Jequie	1	Jequie	1	Coaraci	3	Coaraci	4	Coaraci	4
JitaUna	1	JitaUna	1	Ibicui	3	Ibicui	4	Ibicui	4
Jussari	1	Jussari	1	Itapitanga	3	Itapitanga	4	Itapitanga	4
Pau Brasil	1	Pau Brasil	1	Itororó	3	Itororó	4	Itororó	4
Barro Preto	2	Barro Preto	2	Barro Preto	2	Barro Preto	2	Barro Preto	5
Buerarema	2	Buerarema	2	Buerarema	2	Buerarema	2	Buerarema	2
Camacan	2	Ibirapitanga	2	Ibirapitanga	2	Ibirapitanga	2	Ibirapitanga	2
Ibirapitanga	2	Ilhéus2	2	Ilhéus2	2	Ilhéus2	2	Ilhéus2	2
Ilhéus1	2	ItabUna	2	ItabUna	2	ItabUna	2	ItabUna	2
Ilhéus2	2	Itajuípe	2	Itajuípe	2	Itajuípe	2	Itajuípe	5
ItabUna	2	Mascote	2	Mascote	2	Mascote	2	Mascote	2
Itajuípe	2	Santa Luzia	2	Santa Luzia	2	Santa Luzia	2	Santa Luzia	2
Mascote	2	Ubaitaba	2	Ubaitaba	2	Ubaitaba	2	Ubaitaba	2
Santa Luzia	2	Ubatã	2	Ubatã	2	Ubatã	2	Ubatã	5
Ubaitaba	2	Camacan	3	Camacan	4	Camacan	5	Camacan	6
Ubatã	2	Ilhéus1	3	Ilhéus1	4	Ilhéus1	5	Ilhéus1	6
Uruçuca	2	Uruçuca	3	Uruçuca	4	Uruçuca	5	Uruçuca	6
Canavieiras	3	Canavieiras	4	Canavieiras	5	Canavieiras	6	Canavieiras	7
Una	3	Una	4	Una	5	Una	6	Una	7

continuação tabela 4									
Município	S3	Município	S4	Município	S5	Município	S6	Município	S7
Aiquara	1	Aiquara	1	Aiquara	1	Aiquara	1	Aiquara	1
Apuarema	1	Apuarema	1	Apuarema	1	Apuarema	1	Apuarema	1
Arataca	1	Arataca	1	Arataca	1	Arataca	1	Arataca	1
Barro Preto	1	Barro Preto	1	Barro Preto	1	Barro Preto	1	Barro Preto	1
Buerarema	1	Buerarema	1	Buerarema	1	Buerarema	1	Buerarema	1
Camacan	1	Camacan	1	Camacan	1	Dario Meira	1	Dario Meira	1
Coaraci	1	Dario Meira	1	Dario Meira	1	Floresta Azul	1	Floresta Azul	1
Dario Meira	1	Floresta Azul	1	Floresta Azul	1	Gandu	1	Gandu	1
Floresta Azul	1	Gandu	1	Gandu	1	Ibicaraí	1	Ibicaraí	1
Gandu	1	Ibicaraí	1	Ibicaraí	1	Ibicui	1	Ibicui	1
Ibicaraí	1	Ibicui	1	Ibicui	1	Ibirapitanga	1	Ibirapitanga	1
Ibicui	1	Ibirapitanga	1	Ibirapitanga	1	Ibirataia	1	Ibirataia	1
Ibirapitanga	1	Ibirataia	1	Ibirataia	1	Ilhéus2	1	Ilhéus2	1
Ibirataia	1	Ilhéus1	1	Ilhéus2	1	Ilhéus3	1	Ilhéus3	1
Ilhéus1	1	Ilhéus2	1	Ilhéus3	1	Ipiaú	1	Ipiaú	1
Ilhéus2	1	Ilhéus3	1	Ipiaú	1	ItabUna	1	ItabUna	1
Ilhéus3	1	Ipiaú	1	ItabUna	1	Itagi	1	Itagi	1
Ipiaú	1	ItabUna	1	Itagi	1	Itagibá	1	Itagibá	1
ItabUna	1	Itagi	1	Itagibá	1	Itajuipe	1	Itajuipe	1
Itagi	1	Itagibá	1	Itajuipe	1	Itapitanga	1	Itapitanga	1
Itagibá	1	Itajuipe	1	Itapitanga	1	Itororó	1	Itororó	1
Itajuipe	1	Itapitanga	1	Itororó	1	Jequie	1	Jequie	1
Itapitanga	1	Itororó	1	Jequie	1	JitaUna	1	JitaUna	1
Itororó	1	Jequie	1	JitaUna	1	Jussari	1	Jussari	1
Jequie	1	JitaUna	1	Jussari	1	Mascote	1	Mascote	1
JitaUna	1	Jussari	1	Mascote	1	Pau Brasil	1	Pau Brasil	1
Jussari	1	Mascote	1	Pau Brasil	1	Santa Luzia	1	Santa Luzia	1
Mascote	1	Pau Brasil	1	Santa Luzia	1	Ubaitaba	1	Ubaitaba	1
Pau Brasil	1	Santa Luzia	1	Ubaitaba	1	Ubatã	1	Camacan	2
Santa Luzia	1	Ubaitaba	1	Ubatã	1	Camacan	2	Uruçuca	2
Ubaitaba	1	Ubatã	1	Uruçuca	1	Uruçuca	2	Ubatã	3
Ubatã	1	Uruçuca	1	Ilhéus1	2	Ilhéus1	3	Ilhéus1	4
Uruçuca	1	Coaraci	2	Coaraci	3	Coaraci	4	Coaraci	5
Canavieiras	2	Canavieiras	3	Canavieiras	4	Canavieiras	5	Canavieiras	6
Una	3	Una	4	Una	5	Una	6	Una	7

Wi=método Ward; Si=método SINGLE , com i tamanho do agrupamento, i=3 a 7.

Na tabela 5, do coeficiente de correlação, a maioria dos coeficientes não mostra que as variáveis exercem forte relação e influência entre si, e sim se caracterizam por constituir importância individual na explicação da produtividade. Como exceção a esse comportamento destaca-se a alta correlação ($r=0,85$) entre as variáveis área total e índice de VB, confirmando o real impacto econômico negativo da incidência da VB nos maiores MPC.

A Tabela 6 apresenta, por aglomerado, o valor médio e o índice de variação dos dados na unidade percentagem. Em algumas variáveis observam-se expressivas diferenças entre as médias, assim como, entre os índices de variação (IV) dos agrupamentos. As médias no agrupamento cinco foram as que mais se destacaram, especialmente, as das variáveis: altitude, relevo, solo Latossolo, cultivo consorciado, cultivo clonado e participação do clonado na produção. Nos demais agrupamentos somente duas variáveis registraram médias com essa mesma evidência: relevo e produção para o cluster 1; meses secos par o cluster 2; meses seco e plantas clonadas para o cluster 3; e altitude alta e solo Cambissolo para o cluster 4.

Tabela 5. Matriz simétrica do coeficiente de correlação entre as 14 variáveis selecionadas no estudo

	CLI_ALT_ALT	CLI_REL_PLA	CLI_REL_ESC	SOL_TIN_ARG	SOL_TIN_LAT	SOL_TIN_CAM	CLI_CHU	MAN_CON	VAR_CLO_PAT	VAR_CLO_IDA	VAR_CLO_DEN	VAR_CLO_GLO	I_VB_McKin	AREACOL
CLI_ALT_ALT	1,00	- 0,43	0,46	0,07	0,23	- 0,20	0,45	- 0,38	- 0,31	- 0,10	0,25	- 0,55	- 0,38	- 0,31
CLI_REL_PLA		1,00	- 0,13	0,19	0,02	- 0,08	- 0,27	0,56	0,48	0,05	0,11	0,48	0,14	0,00
CLI_REL_ESC			1,00	0,33	- 0,10	0,02	- 0,07	- 0,18	0,01	0,19	0,19	- 0,27	- 0,18	- 0,07
SOL_TIN_ARG				1,00	- 0,47	- 0,01	- 0,11	- 0,24	- 0,19	- 0,03	- 0,28	- 0,15	- 0,09	0,04
SOL_TIN_LAT					1,00	0,01	0,09	0,18	0,02	- 0,39	0,09	0,04	- 0,02	- 0,01
SOL_TIN_CAM						1,00	- 0,21	- 0,00	0,15	0,21	- 0,27	0,18	0,30	0,53
CLI_CHU							1,00	- 0,20	- 0,16	- 0,01	- 0,01	- 0,17	- 0,31	- 0,33
MAN_CON								1,00	0,63	- 0,13	- 0,01	0,33	0,33	0,17
VAR_CLO_PAT									1,00	0,24	- 0,00	0,64	0,21	0,14
VAR_CLO_IDA										1,00	- 0,11	0,25	0,32	0,33
VAR_CLO_DEN											1,00	- 0,31	- 0,46	- 0,52
VAR_CLO_GLC												1,00	0,36	0,30
I_VB_McKin													1,00	0,85
AREACOL														1,00

Tabela 6. Média (%) e Índice de variação das 12 variáveis selecionadas, por cluster

Cluster	Estatística	Altitude alta	Relevo plano	Relevo Escarpado	Meses secos	Solo argissolo	Solo latossolo	Solo cambissolo	Cultivo consorciado	Plantas clonadas	Idade do clonado	Densidade do clonado	Produção do clonado
1	Média	69,0	6,0	14,0	3,3	1,0	1,0	0,2	0,3	20,4	14,5	78,1	11,7
	Índice variação	12,5	32,4	21,2	40,8	66,7	66,7	66,7	71,1	9,9	8,0	2,0	15,7
2	Média	48,5	6,0	3,4	19,2	3,5	3,0	0,0	2,2	27,5	15,8	73,9	29,5
	Índice variação	24,5	29,9	57,4	30,4	60,4	71,1	0,0	90,1	7,3	7,8	3,3	7,3
3	Média	57,5	6,0	0,0	13,3	7,5	8,0	0,0	0,0	8,5	10,4	73,7	13,3
	Índice variação	23,4	38,9	0,0	40,8	43,6	63,3	0,0	0,0	17,6	8,9	2,2	24,7
4	Média	26,7	5,7	5,0	0,0	1,7	0,0	10,0	3,3	28,0	16,0	68,9	28,7
	Índice variação	100,0	52,3	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	50,0	23,2	6,3	6,7	42,5
5	Média	2,5	72,5	0,0	0,0	0,0	22,5	0,0	40,0	52,5	11,5	79,4	40,0
	Índice variação	100	38	0	0	0	78	0	50	24	30	2	25

Na Tabela 7 observa-se que os resultados da análise de agrupamento acrescida das variáveis tamanho da área homogênea municipal e índice municipal de infecção da vassoura-de-bruxa não representaram diferenças expressivas quando comparada com a análise sem a presença das mesmas. O destaque ficou para Ilhéus3, Ilhéus2 e Buerarema.

Como critério de escolha do tamanho adequado de agrupamentos optou-se pelo corte no dendrograma WARD entre as proporções de variância 0,05 e 0,06 obtendo-se cinco grupos homogêneos distintos.

Na opinião dos especialistas dois desses agrupamentos podem ser eliminados. O agrupamento quatro que teria os seus elementos redistribuídos para o agrupamento dois; e o agrupamento cinco, que devido a sua pequena participação relativa na produção de cacau da Bahia, seus elementos Canavieiras e Una seriam redistribuídos para o agrupamento três (Tabela 7, coluna W5-14)).

Análise da configuração e do uso.

Observa-se que existem diferenças quanto à forma e a distribuição dos municípios dentro das áreas homogêneas definidas através da técnica de agrupamento do método WARD e a do método das sub-regiões por Arroyo et al., 1980 (Tabela 8). Enquanto os municípios dentro dos agrossistemas se mostram representados interligados e adjacentes, com forte dependência do fator proximidade geográfica (Fig. 3a), nos agrupamentos obtidos pelo método WARD se observa ausência dessa contiguidade (Fig. 3c).

O **Agrupamento1** composto pelas áreas homogêneas dos municípios de Aiquara, Apuarema, Arataca, Dario Meira, Floresta Azul, Gandu, Ibicaraí, Ibirataia, a área Ilhéus3 de Ilhéus, Ipiaú, Itagi, Itagibá, Jequié, Jitaúna, Jussari e Pau Brasil estende do norte ao sul. Apresenta-se com o sistema solo/agua em menor volume médio anual da precipitação pluviométrica quando comparado à área tradicional da região. A maioria desses seus municípios situa dentro da zona de expansão do cultivo do cacau, definida a partir de 1976 pelo Governo Federal através da CEPLAC, com o Plano de Diretrizes para a Expansão da Cacaucultura Nacional – PROCACAU.

O **Agrupamento2** forma-se pelas áreas de Barro Preto, Buerarema, Ibirapitanga, a área Ilhéus2 de Ilhéus, Itabuna, Itajuípe, Mascote, Santa Luzia, Ubaitaba e Ubatã é o que se pode chamar de área tradicional do cultivo do cacau.

O **Agrupamento3** caracteriza-se como as áreas com condições solo-clima marginais para o cultivo do cacau ou zona de transição e compõe-se das áreas de Coaraci, Ibicuí, Itapitanga e Itororó.

Identificação de áreas homogêneas da região cacauceira

Tabela 7. Análise agrupamento, com 12 e 14 variáveis, método WARD (W), para o corte de cinco agrupamentos

Município	W5-12	Município	W5-14
Aiquara	1	Aiquara	2
Apuarema	1	Apuarema	2
Arataca	1	Arataca	2
Dario meira	1	Dariomeira	2
Floresta azul	1	Florestaazul	2
Gandu	1	Gandu	2
Ibicarai	1	Ibicarai	2
Ibirataia	1	Ibirataia	2
Ilheus3	1	Ilheus3	4
Ipiau	1	Ipiau	2
Itagi	1	Itagi	2
Itagiba	1	Itagiba	2
Jequie	1	Jequie	2
Jitauna	1	Jitauna	2
Jussari	1	Jussari	2
Pau brasil	1	Paubrasil	2
Coaraci	3	Coaraci	3
Ibicui	3	Ibicui	3
Itapitanga	3	Itapitanga	3
Itororo	3	Itororo	3
Barropreto	2	Barropreto	1
Buerarema	2	Buerarema	2
Ibirapitanga	2	Ibirapitanga	1
Ilheus2	2	Ilheus2	4
Itabuna	2	Itabuna	1
Itajuípe	2	Itajuípe	1
Mascote	2	Mascote	1
Santa luzia	2	Santaluzia	1
Ubaitaba	2	Ubaitaba	1
Ubata	2	Ubata	1
Camacan	4	Camacan	4
Ilheus1	4	Ilheus1	4
Urucuca	4	Urucuca	4
Canavieiras	5	Canavieiras	5
Una	5	Una	5

As áreas homogêneas de Uruçuca, Ilhéus¹ de Ilhéus e Camacan formam o Agrupamento⁴ que se caracteriza como a área de maior concentração de cacauzeiros comuns e híbridos.

O Agrupamento⁵ composta pelas áreas homogêneas dos municípios de Canavieiras e Una definem-se pelo seu relevo plano, solos aluviões e plantio especificamente nas faixas ribeirinhas.

Quanto ao uso ressalta-se que as sub-regiões adotadas por Arroyo et al. (1980) e a caracterização preliminar dos agrossistemas ou sistema agrícola proposto por Silva e Leite (1988) consideram as peculiaridades e similaridades do conjunto de sistemas de cultivo da região (variáveis ecológicas, fisiográficas e socioeconômica) no planejamento regional. No entanto, essa característica metodológica difere em parte das áreas homogêneas obtidas cuja especificidade se resume a sustentar a amostragem representativa ou a viabilizar maior precisão das estimativas de produção de cacau dos municípios ou de indicadores fitossanitários municipais.

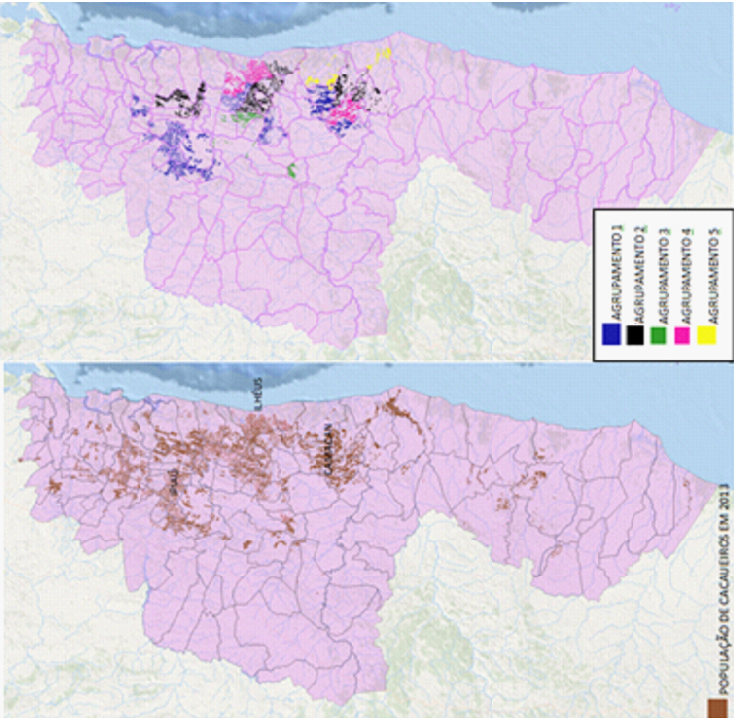
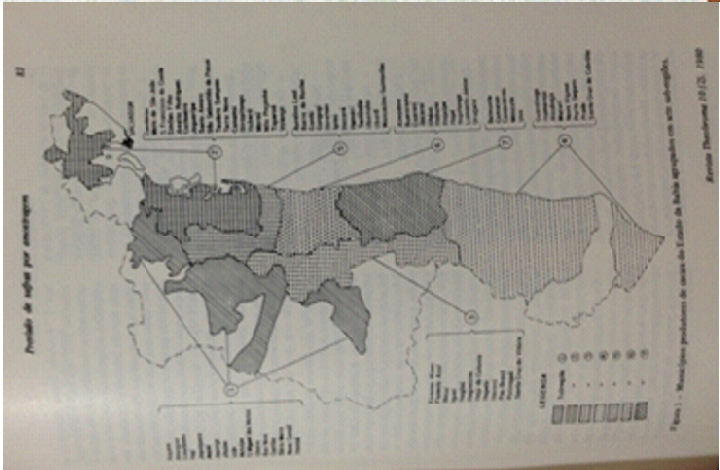
Diante da complexidade das inter-relações dos fatores de produtividade não se pode: descartar investigações futuras; ressaltar a importância do fator informações de especialistas, como critério de avaliação do número de agrupamentos; assim como indicar que outras medidas tornam-se necessárias como, por exemplo, a inserção da variável produtividade média municipal do cacauzeiro e a inclusão dos demais MPC.

Identificação de áreas homogêneas da região cacauceira

Tabela 8. Distribuição dos municípios em áreas homogêneas definidas através do método Ward e em sub-regiões (Arroyo et al., 1980)

Município	Arroyo	Ward
Aiquara	1	3
Dario Meira	1	1
Jequié	1	3
Jitaúna	1	1
Ibirapitanga	2	2
Floresta Azul	3	1
Ibicuí	3	4
Itagibá	3	1
Itororó	3	4
Pau Brasil	3	3
Gandu	5	1
Ibirataia	5	1
Ipiaú	5	1
Ubaitaba	5	2
Ubatã	5	5
Barro Preto	6	5
Buerarema	6	2
Coaraci	6	4
Ibicaraí	6	1
Ilheus1	6	6
Ilheus2	6	2
Ilheus3	6	1
Itabuna	6	2
Itajuípe	6	5
Itapitanga	6	4
Uruçuca	6	6
Camacan	7	6
Canavieiras	7	7
Mascote	7	2
Una	7	7
Apuarema	.	3
Arataca	.	3
Itagi	.	1
Jussari	.	3
Santa Luzia	.	2

Figura 3. Agrupamentos de município na região cacaueira da Bahia
Figura 3a. Sub-regiões



6. LITERATURA CITADA

- ARROYO, J. R. et al. 1980, Dimensionamento de amostra para previsão de safras de cacau da Bahia e resultados preliminares. Revista Theobroma 10(2):79-89. Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, Brasil.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DE RECUPERAÇÃO DA LAVOURA CACAUEIRA-CEPLAC. 1976. Diagnóstico socioeconômico da região cacauceira da Bahia. Dinâmica e uso da terra. Volume 3. Ilhéus, Bahia, Brasil.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DE RECUPERAÇÃO DA LAVOURA CACAUEIRA-CEPLAC. 1975. Diagnóstico socioeconômico da região cacauceira da Bahia. Reconhecimento Climatológico. Volume 4. Ilhéus, Bahia, Brasil.
- FERNANDES, F. B. P. et al. 2010. Análise de agrupamento como suporte à gestão qualitativa da água subterrânea no semiárido cearense Revista Agroambiente On-line, 4(2):86-95, jul-dez, 2010 Artigo Científico. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Produção de cacau, em: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm. Acesso em 03 02 2017.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 1991.
- MILDE, L. C. E.; NITZSCHE, M. H. 1985. Estudo de precipitação diária: I. Regimes pluviométricos da região cacauceira da Bahia. Revista Theobroma 15(2):79-95. Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, Brasil.
- PINTO, L. F. G.; CRESTANA, S. 2001. Características edafoclimáticas e informações socioeconômicas no diagnóstico de agroecossistemas da região de São Carlos, SP(1). Pesq. agropec. bras., Brasília, 36(11):1325-1329.
- SAS Institute. 1987. SAS user's guide: statistics. 5. ed. Cary, NC. 956 p.
- SEI - Superintendência de estudos econômicos e sociais da Bahia, 1997.
- SILVA, L. F. da.; LEITE, J. de O. 1988. Caracterização preliminar dos agrossistemas das regiões cacauceiras da Bahia e do Espírito Santo. Boletim Técnico 156. Centro de Pesquisas do Cacau. km 22 rodovia Ilhéus-Itabuna, Bahia, Brasil. Mapa tipologia climática.



