



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



BOLETIM TÉCNICO N° 217

**PERFIS TEMPORAIS DO
FRUTO BILRO NA
REGIÃO CACAUEIRA
DA BAHIA, ANOS
AGRÍCOLAS 1977/78-
2018/19**

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



2019

© 2019 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 2019
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.

Normalização de referências bibliográficas: Maria Christina de C. Faria.
Editoração eletrônica: Selenê Cristina Badaró e Jacqueline C. C. do Amaral.

F
633.745
N 217

Santos Filho, L. P. 2019. Perfis temporais do fruto bilro na Região Cacaueira da Bahia, anos agrícolas 1977/78-2018/19. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, nº 217. 24p.



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



ISSN 0100-0845

**PERFIS TEMPORAIS DO FRUTO BILRO NA
REGIÃO CACAUEIRA DA BAHIA, ANOS
AGRÍCOLAS 1977/78-2018/19**

Lindolfo Pereira dos Santos Filho

BOLETIM TÉCNICO N° 217

Ilhéus-Ba

2019

SUMÁRIO

1. Resumo	7
2. Abstract	8
3. Introdução	9
4. Material e métodos	25
5. Conclusões e considerações	25
6. Literatura Citada	26

PERFIS TEMPORAIS DO FRUTO BILRO NA REGIÃO CACAUEIRA DA BAHIA, ANOS AGRÍCOLAS 1977/78-2018/19

Lindolfo Pereira dos Santos Filho

1. RESUMO

O uso do método de contagem de frutos na previsão de safras de cacau da Bahia pela sua simplicidade e eficácia vem sendo recomendado, entretanto a trajetória do fruto bilro (fruto até 21 dias de desenvolvimento), dentro do ano agrícola, se constitui num forte desafio ao aperfeiçoamento deste método, especialmente na redução do tempo de estimativa. Para atender a essa e outras questões relevantes na produção de cacau da Bahia o estudo objetivou classificar os perfis do fruto bilro do ano agrícola (outubro-setembro) de cacau da Bahia, período 1977/78-2018/19, e estabelecer novos critérios de classificação de futuros perfis do fruto bilro. Os dados do fruto bilro/planta foram obtidos do projeto previsão de safras de cacau da Bahia do Centro de Pesquisas do Cacau CEPLAC/CEPEC. O procedimento de classificação foi feita em etapas. Inicialmente, dos 42 perfis dos frutos bilros utilizados, selecionaram-se cinco perfis padrões e com base neles classificaram-se empiricamente os demais 37. Após, utilizando-se de técnicas multivariadas, classificaram e discriminaram-se os perfis em cinco agrupamentos. Os resultados obtidos propõem, além dos perfis Temporão, Principal e Misto, mais dois perfis de frutificação dos anos agrícolas na região cacaueira da Bahia: o Intermediário e o Médio. Esses resultados além de auxiliarem nos estudos da relação entre perfis de frutificação dos anos agrícolas e as condições ambientais dos agrossistemas ou das unidades produtivas (roças), também viabilizam aperfeiçoar e aumentar a eficiência do método de contagem de frutos na previsão de safras de cacau da Bahia, tornando ainda mais viável a execução dessa estimativa em duas etapas distintas, a primeira em função do número estimado de fruto adulto e a segunda em função do número observado de fruto adulto na safra avaliada

Palavras-chave: fruto jovem, previsão de safra, condições ambientais.

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

2. ABSTRACT

TEMPORAL PROFILES OF “BILRO” FRUIT IN THE CACAO REGION OF BAHIA, AGRICULTURAL YEARS 1977/78-2018/19

The use of the fruit counting method to predict Bahia's cocoa harvests for its simplicity and effectiveness has been recommended. However, the trajectory of the bilro fruit (fruit up to 21 days of development) within the crop year is a strong challenge, improving this method, especially in reducing the estimation time. To address this and other relevant issues in cocoa production in Bahia, the study aimed to classify the profiles of the bilro fruit of the Bahia cocoa agricultural year (October-September), period 1977 / 78-2018 / 19, and to establish new criteria for classification of future profiles of the bilro fruit. The bilro / plant fruit data were obtained from the Bahia cocoa crop forecast project of the CEPLAC / CEPEC Cocoa Research Center. The classification procedure was done in stages. Initially, from the 42 bobbin fruit profiles used, five standard profiles were selected and based on them, the remaining 37 were empirically classified. After using multivariate techniques, the profiles were classified and discriminated into five groups. In addition to the Temporão, Principal and Mixed profiles, the results obtained propose two more fruiting profiles of the agricultural years in the cacao region of Bahia: the Intermediate and the Medium. These results not only help to study the relationship between fruiting profiles of agricultural years and the environmental conditions of agrosystems or production units (farms), they also make it possible to improve and increase the efficiency of the fruit counting method in forecasting cocoa harvests. Bahia, making it even more feasible to perform this estimate in two distinct stages, the first due to the estimated number of adult fruit and the second to the observed number of adult fruit in the evaluated crop.

Key words: young fruit, crop forecast, environmental conditions.

3. INTRODUÇÃO

Na Região Cacaueira da Bahia - RCB as sub-regiões incorporam diferenças interespecíficas principalmente em relação ao solo, topografia, genótipo e manejo do cacauero. Arroyo et al. (1980) visando corrigir, no planejamento amostral, o efeito dessas características no dimensionamento de amostra para previsão de safras de cacau desta região da Bahia reagrupou em sete sub-regiões as 10 microrregiões produtoras de cacau, definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Da mesma forma Cazorla, Aidar e Milde (1980) ao observarem variação da produção de cacau tanto dentro como entre agrossistemas tipificaram o ano agrícola da RCB em três grupos: temporão, principal e misto.

Neste ambiente singular avaliar a relação ambiente e rendimento do cacauero dentro do enfoque sistêmico tem sido um grande desafio, especialmente no contexto da decomposição dos principais componentes do problema estimativa de safra de cacau da RCB. Por exemplo, o método de contagem de frutos na previsão de safras de cacau da Bahia, pela sua simplicidade e eficácia vem sendo recomendado, entretanto a trajetória da produção do fruto bilro dentro do ano agrícola se constitui num forte desafio ao aperfeiçoamento deste método, especialmente na redução do seu tempo de estimativa.

Para reduzir essas limitações Zarone e Aidar (1992) sugeriram que a previsão de cacau da Bahia deveria ser executada em duas etapas distintas: a primeira em função do número estimado de fruto adulto e a segunda em função do número observado de fruto adulto na safra avaliada. Contudo, o problema em estimar a produção com base no fruto adulto é operacional e recai exclusivamente na elaboração e execução do plano amostral. No entanto, a dificuldade em aumentar ainda mais o tempo de previsão de safra ou estimar os frutos adultos depende de como definir previamente o perfil do fruto bilro (fruto até 21 dias de desenvolvimento). É aí que entram os efeitos das variáveis ambientais e, por conseguinte, o grande desafio de relacioná-las ao rendimento do cacauero.

Para atender essa necessidade, este estudo objetivou classificar os perfis do fruto bilro do ano agrícola de cacau da Bahia do período 1977/78-2018/19 e estabelecer critérios de classificação de futuros perfis do fruto bilro.

4. MATERIAL e MÉTODOS

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, na região cacauceira da Bahia-RCB predomina a Tipologia Tropical chuvoso de floresta sem estação seca; pluviosidade média mensal superior a 60 mm e anual superior a 1500 mm; temperatura do mês mais frio acima de 18°C; verões longos e quentes com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (SEI, 2018). A extensão geográfica da região e o efeito da maritimidade caracterizam a baixa amplitude térmica e o deslocamento das isotermas médias anuais, em valores decrescentes, de leste para oeste. O plantio de cacau predomina até aproximadamente 100 km da faixa litorânea (Roeder, 1975).

Os dados do fruto bilro/planta foram obtidos do projeto previsão de safras de cacau da Bahia-SPSC, conduzido desde 1977 pela Comissão Executiva de Recuperação da Lavoura Cacauceira, Centro de Pesquisas do Cacau, Setor de Socioeconomia- CEPLAC/CEPEC/SESOE. Os anos agrícolas avaliados foram os de 1997/78 a 2018/19. No projeto SPSC o valor médio do fruto bilro/cacauceiro é obtido de 21 em 21 dias, em cada uma das 17 coletas por ano agrícola, em 139 pontos amostrais, com um total de 868 cacauceiros (tipos comuns, híbridos e plantas enxertadas em brotos basais), distribuídos em três estratos (norte, centro e sul) da RCB.

Por Perfil do fruto bilro entende-se a trajetória periódica de produção do fruto bilro que no período de outubro-setembro conecta um ano agrícola anterior com o posterior e que tende a evoluir de acordo com as condições ambientais.

Em resumo, o procedimento de classificação foi feita em etapas. Inicialmente dos 42 perfis do fruto bilro avaliados selecionaram-se cinco perfis padrões e com base neles classificaram-se empiricamente os demais 37 perfis. Após, definiram-se três variáveis independentes quantitativas e a variável dependente qualitativa e, utilizando-se de técnicas multivariadas, classificaram e discriminaram-se os perfis em cinco agrupamentos.

Na primeira etapa para agrupar os anos homogêneos utilizou-se da metodologia e dos resultados obtidos por Cazorla, Aidar e Milde (1980) e Zarone e Aidar (1992), destacando-se que na RCB os perfis do bilro são diferentes entre anos agrícolas e agrossistemas; o ciclo do bilro é de outubro a setembro e subdivide-se em duas safras: temporã (outubro-março) e principal (maio-setembro); que pode ocorrer pico de produção do bilro na entre safra; a moda do pico da temporã acontece em janeiro e fevereiro (coletas 5 a 7); a do pico da

Perfis temporais do fruto bilro

principal em junho (coletas 12 e 13), e que a moda do pico relativa a entre safra ocorre em abril e maio (coletas 9 e 10).

Assim, adotou-se a divisão do ano agrícola da Bahia em duas safras (s): a temporã (s=1), de outubro a março, e a principal (s=2), de abril a setembro; calcularam-se: o total de fruto bilro por Ano Agrícola (tFb_a); o percentual do número médio do fruto bilro por coleta e Ano Agrícola (pFb_c); o total dos percentuais do fruto bilro por Safra Agrícola ($tpFb_s$). E para classificar os demais perfis de acordo com os padrões estabelecidos utilizaram-se das seguintes regras:

1. No Grupo Principal foram classificados os perfis cujo total dos percentuais do fruto bilro na Safra Principal ($tpFb_2$) foi igual ou maior que 65%;

2. Grupo Misto: os perfis que apresentaram picos bem definidos em ambas as safras (temporã e principal) com característica de perfil do dorso de um camelo. Devido ao possível efeito dos agrossistemas optou-se por considerar anos que registraram $tpFb_1$ e $tpFb_2$ (tanto na safra principal como na temporã) maior que 30%;

3. Grupo Temporão: perfis com o pico $tpFb_1 > tpFb_2$ (pico da safra temporã maior que o da safra principal) com trajetórias caracterizadas por forte assimetria e cauda mais longa da trajetória achatada no período principal;

4. Grupo Intermediário: os perfis com um único pico no período março a maio;

5. Grupo Médio: perfis com trajetória semelhante a da média histórica do período analisado, ou seja, quando a produção do fruto bilro inicia o crescimento a partir de dezembro, define um patamar de janeiro a junho e cai a partir de julho;

Na segunda etapa, subdividiram-se o período do ciclo da bilração no ano agrícola em três subperíodos: o “subperíodo 1”, da 5ª a 7ª coleta, onde se define o pico da safra temporã; o “subperíodo 2”, da 8ª a 11ª coleta, onde ocorre a entre safras e, em especial, o ciclo vegetativo da safra principal; e o “subperíodo 3”, da 12ª a 15ª coleta, quando acontece o pico da safra principal.

Ainda nesta Etapa 2, visando simplificar e auxiliar na definição dos perfis padrões os valores máximos do fruto bilro/planta (pico) dos subperíodos (Tabela 1) foram dispostos em três classes: baixa, média e alta. Os blocos de 42 valores por cada subperíodo foram denominados respectivamente Máximo0507, Máximo0811 e Máximo1215, e estes consideradas as três variáveis nas análises de agrupamento e discriminante.

Tabela 1 – Matriz dos 42 objetos (safras) e três variáveis usadas no teste de agrupamento

Variáveis			
Safras (objetos)	Máximo0507	Máximo0811	Máximo1215
1977/78	X11	X12	X13
1978/79	X21	X22	X23
1980/81	X31	X32	X33
...			
2018/19	X421	X422	X423

Lê-se: X_{11} = Valor máximo dos números médios de fruto bilro/planta registrado da 5ª a 7ª coleta, na safra 1977/78... X_{423} = Valor máximo dos números médios de fruto bilro/cacaueiro registrado da 12ª a visita 15ª, na safra 2018/19. Onde em X_{ij} i = safra (1...42) e j =variável (1...3)

Depois, com base na Figura 1, os perfis padrões foram determinados. Para classificar os demais perfis de acordo com esses padrões estabelecidos utilizaram-se das seguintes regras empíricas:

Perfil Médio - com trajetória côncava apresenta picos nos três subperíodos, sendo que a linha se desloca em torno do limite superior da classe média;

Perfil Misto - com trajetória convexa apresenta dois picos, sendo um pico no “subperíodo 1” e outro no “subperíodo 3”. No “subperíodo 2” a linha fica próximo do limite inferior da classe média;

Perfil Intermediário – apresenta um único pico no “subperíodo 2”. A linha se desloca da classe baixa “subperíodo 1” para a classe alta do “subperíodo 2” e retorna para a classe baixa do “subperíodo 3”;

Perfil Temporão - apresenta um único pico no “subperíodo 1”. A linha se desloca da classe alta deste período, atravessa a classe média do “subperíodo 2” e cai para a classe baixa do “subperíodo 3”;

Perfil Principal - apresenta trajetória inversa a da safra temporã. Com pico no “subperíodo 3”, a linha atravessa a classe média do “subperíodo 2” e se desloca até a classe baixa do “subperíodo 1”.

Perfis temporais do fruto bilro

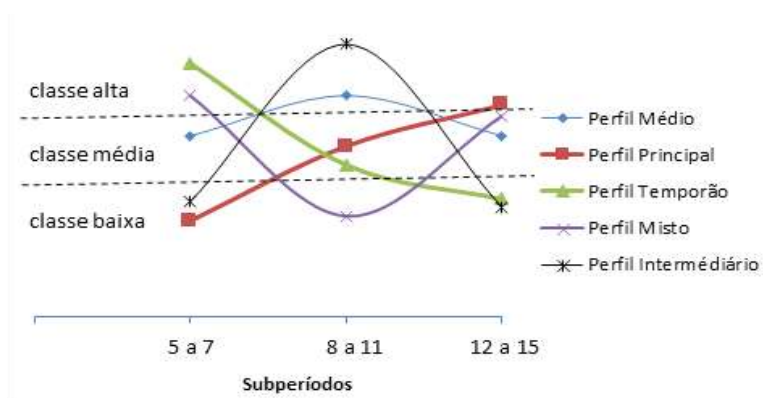


Figura 1. Representação teórica dos perfis do fruto bilro.

Na etapa 3, utilizou-se, com base nos cinco padrões pré-definidos e no agrupamento prévio gerado pela Etapa 2, de um esquema teórico de classificação para agrupar os perfis dos anos agrícolas e propiciar a classificação, comparação e discussão dos resultados. Necessariamente, assim como ocorreu no modo empírico, o critério principal, era que em cada agrupamento deveria ocorrer um único perfil padrão.

Para as análises se empregou a técnica estatística multivariada de agrupamento hierárquico, método de variação mínima de Ward, através do procedimento “Proc Cluster” (SAS, 1987). A escolha deveu-se a característica do método de reunir um grupo a outro se a reunião proporcionar um menor aumento da variância intragrupo. Para unir os grupos homogêneos e definir o nível da hierarquia utilizou-se tanto da estatística SPRSQ (R^2 - semiparcial) como da estatística RSQ (coeficiente de determinação múltipla R^2), que mede a extensão em que os grupos são diferentes uns dos outros. A síntese deste procedimento foi apresentada por meio de um dendrograma.

Finalmente, Etapa 4, uma vez aceito o critério estabelecido pelo método teórico e definidos os grupos buscou-se através desta nova classificação uma regra matemática, para discriminar e classificar um futuro perfil. Utilizou-se do procedimento DISCRIM (AD), com o objetivo de obter, mesmo que ainda de forma preliminar (torna-se necessário a continuidade desse estudo com o uso de outras técnicas e variáveis) uma função discriminante que classifique cada novo perfil do bilro, de um ano agrícola, em um dos cinco grupos definidos neste trabalho.

Foram empregados os métodos de cálculos paramétricos e não paramétricos aliados ao uso das opções das covariâncias agrupadas ou dentro do grupo. O critério de aceitar o método foi o de classificar com erro zero o perfil temporão como perfil principal e vice-versa. As estimativas das taxas de erros total abaixo de 20% também foram usadas como critério. Utilizou-se o valor do Qui-quadrado para testar a homogeneidade das matrizes de covariância intra-grupos, no nível de significância de 10%. Na classificação dos grupos também se valeram das estimativas de taxa de erro de validação cruzada. Testou a hipótese de que as médias dos grupos são iguais, usando estatística univariada e estatística multivariada (F Approximations e Wilks' Lambda) ao nível de significância de 5%. Utilizou-se na execução desses procedimentos o pacote estatístico 'Statistical Analysis Systems-SAS.

Ao todo se utilizaram das seguintes técnicas de análise discriminante, 1=Método Normal e pool=Yes; 2= Método Normal e pool=No; 3= Método Não paramétrico com $k=13$ (k-vizinhos mais próximos); 4=Método Não paramétrico, raio(r)=0.0025 para a estimativa da densidade do Kernel=normal e pool=Yes; 5= Método Não paramétrico, raio(r)=0.0025 para a estimativa da densidade do Kernel=normal e pool=No; 6= Método Não paramétrico, raio(r)=1.7 para a estimativa da densidade do Kernel=normal e igual covariância pool=YES; 7= Método Não paramétrico, raio(r)=1.7 para a estimativa da densidade do Kernel=normal e pool=No.

Nota-se que na opção "Pool=YES" o "Proc Discrim" usa a matriz de covariância agrupada para calcular as distâncias quadradas (generalizadas) e calcular as funções discriminantes lineares. Quando se especifica Pool=NO, o procedimento usa as matrizes de covariância dentro do grupo para calcular as distâncias e calcular as funções discriminantes quadráticas. Associado a opção Kernel=normal o pool=YES implica estimativas de Densidade de Kernel com Largura de Banda igual e com Pool=No com largura de Banda desigual. O parâmetro radius r , assumindo normalidade, minimiza um erro quadrado médio aproximado.

Observa-se também que quando se classifica os mesmos dados usados para derivar a função discriminante, as estimativas de contagem de erros são tendenciosas (SAS, 1987). Para reduzir o viés utilizou-se da opção CROSSVALIDATE que classifica cada observação usando uma função discriminante computada de todas as outras observações, excluindo a observação sendo classificada, ou seja, exhibe estimativas de taxa de erro de validação cruzada (SAS, 1987). Ressalta-se que essas e outras análises mais detalhadas não foram objetivo deste estudo, mas constituíram-se numa prévia da metodologia do próximo trabalho de classificação do perfil do bilro de um ano

Perfis temporais do fruto bilro

agrícola com base nos cinco grupos definidos neste trabalho e com acréscimo de outras variáveis como a temperatura do ar e a precipitação pluvial.

Com base nos pFb_c , na análise gráfica e nos conhecimentos a priori de classificação de perfis do fruto bilro selecionaram-se cinco perfis padrões: Médio, Principal, Temporão, Misto e Intermediário (Figura 2).

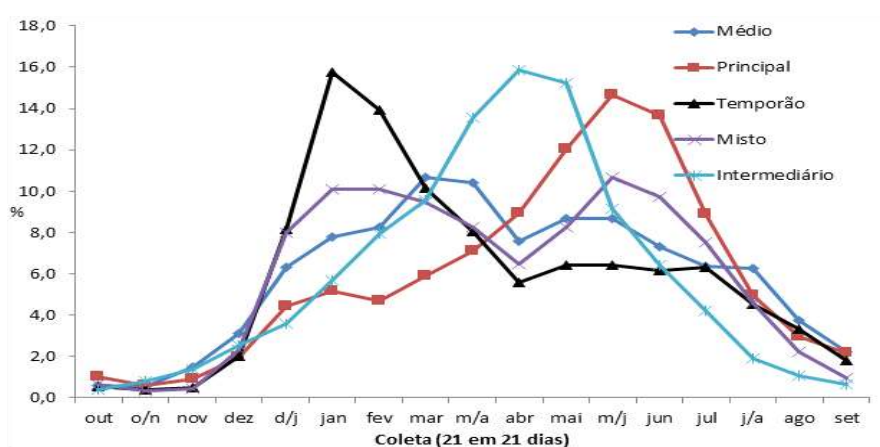


Figura 2. Padrões de perfis do fruto bilro na região cacaueira da Bahia.

A Figura 3 mostra isoladamente os cinco anos agrícolas que definiram os perfis do fruto bilro na região cacaueira da Bahia.

De acordo com os padrões e regras estabelecidas nessa primeira etapa os anos agrícolas foram classificados conforme Tabela 2.

Análise de agrupamento

Quanto a importância das variáveis observou-se rejeição da hipótese nula de que as médias dos grupos são iguais, ao nível de significância de 5%, tanto com a estatística univariada, a partir de uma aproximação de F, ($p < 0.0001$) bem como com a estatística multivariada de Wilks' Lambda ($p < 0.0001$).

A análise gráfica, Figura 3, mostrou que conforme os níveis de similaridades (linhas verticais) dentro do grupo Principal a homogeneidade do grupo Principal é menor que a do grupo Temporão, indicando que podem existir mais de que dois grupos homogêneos nos perfis dos bilros dos anos agrícolas de 1977/78 a 2018/19. Observa-se que à medida que o número de ramos cresce à esquerda

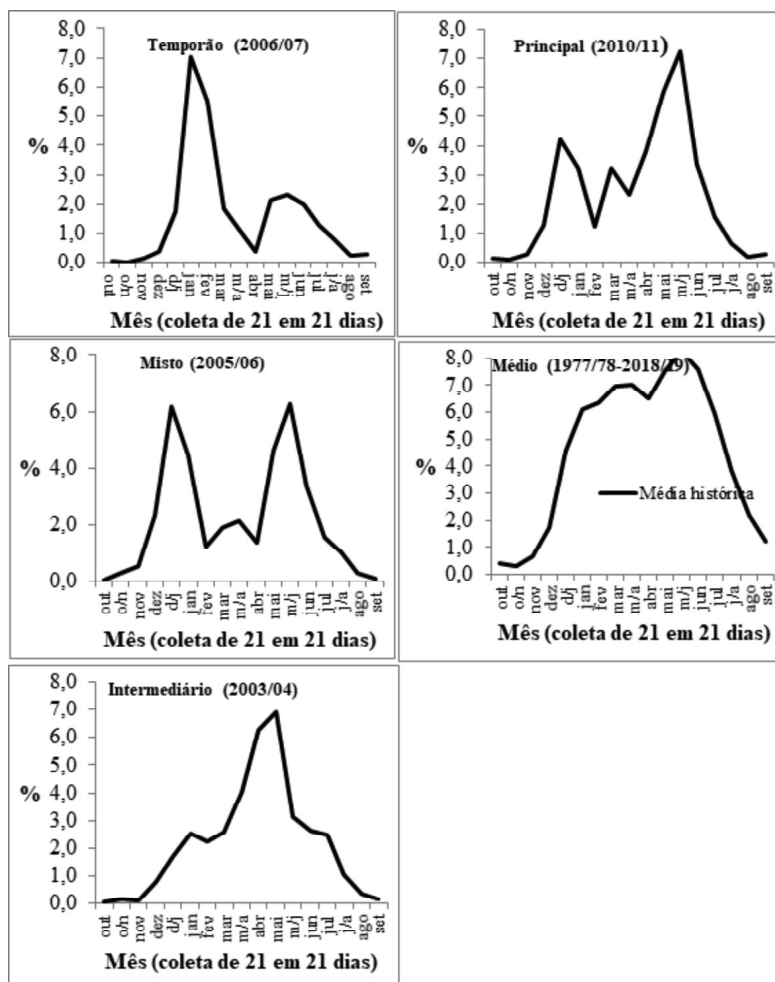


Figura 3. Anos agrícolas característicos dos cinco perfis do fruto bilro, região cacauceira da Bahia, período 1977/78-2018/19.

da raiz, a correlação múltipla ao quadrado (R-squared), que é a proporção da variância contabilizada pelos clusters, se aproxima de 1 e que, essa proporção com dois agrupamentos é de apenas 28,0%, contra 70,6%, de nível de similaridade, representada por cinco cluster. Ou seja, a escolha de cinco agrupamentos de maior homogeneidade interna nos grupos mostrou-se mais legítima que a de dois grupos.

Perfis temporais do fruto bilro

Tabela 02. Agrupamento preliminar dos anos agrícolas e participação percentual da produção de fruto bilro por safra do ano agrícola

Grupo	Ano agrícola	tpFb ₁ Temporão (%)	pFb ₂ Principal (%)
INTERMEDIÁRIO	1978/79	37.1	62.9
	1997/98	32.3	67.7
	2003/04	27.4	72.6
	2004/05	22.2	77.8
	2007/08	40.3	59.7
MÉDIO	1977/78	36.7	63.3
	1986/87	26.5	73.5
	1991/92	37.7	62.3
	1992/93	47.1	52.9
	2018/19	45.8	54.2
MISTO	1985/86	34.0	66.0
	1988/89	41.2	58.8
	1989/90	32.0	68.0
	1993/94	43.5	56.5
	1994/95	42.5	57.5
	2000/01	38.3	61.7
	2001/02	48.8	51.2
	2005/06	45.0	55.0
	2009/10	39.6	60.4
	2011/12	46.6	53.4
2012/13	44.1	55.9	
PRINCIPAL	1980/81	23.3	76.7
	1983/84	21.8	78.2
	1984/85	15.4	84.6
	1987/88	15.0	85.0
	1990/91	21.5	78.5
	1995/96	25.7	74.3
	1999/00	26.7	73.3
	2002/03	26.7	73.3
	2010/11	35.0	65.0
	2013/14	31.5	68.5
	2016/17	24.4	75.6
2017/18	29.0	71.0	
TEMPORÃO	1979/80	50.9	49.1
	1981/82	44.1	55.9
	1982/83	46.1	53.9
	1996/97	56.1	43.9
	1998/99	52.6	47.4
	2006/07	61.4	38.6
	2008/09	51.8	48.2
	2014/15	45.5	54.5
	2015/16	54.3	45.7

A Tabela 3 exibe o histórico dos agrupamentos com os 41 grupos possíveis e, as três primeiras colunas, listam o número de agrupamentos e os nomes dos grupos unidos. Ainda quanto a partição do grupo Principal, e a consequente opção por cinco agrupamentos nesta Tabela 3 observa-se que as menores proporções da variância (SPRSQ) contabilizadas, devido à junção de dois clusters,

Tabela 3. Descrição do Agrupamento de perfis do fruto bilro e estatísticas de dissimilaridade											
NCL	Agrupamento	F	REQ	SPRSQ	RSQ	NCL	Agrupamento	FREQ	SPRSQ	RSQ	
41	1978/79	2007/08	2	0.00	1.000	20	1995/96	2010/11	2	0.00	0.963
40	2009/10	2011/12	2	0.00	0.999	19	1990/91	2016/17	2	0.00	0.958
39	1991/92	1982/83	2	0.00	0.999	18	CL26	2008/09	3	0.00	0.953
38	CL39	2018/19	3	0.00	0.998	17	CL24	CL31	4	0.01	0.947
37	1980/81	1999/00	2	0.00	0.998	16	CL38	2014/15	4	0.01	0.940
36	1992/93	2012/13	2	0.00	0.997	15	CL30	CL32	5	0.01	0.933
35	1994/95	2002/03	2	0.00	0.996	14	CL22	CL16	8	0.01	0.923
34	1986/87	2013/14	2	0.00	0.995	13	CL28	CL35	5	0.01	0.911
33	CL41	2000/01	3	0.00	0.994	12	CL18	2006/07	4	0.02	0.895
32	CL36	1993/94	3	0.00	0.993	11	CL29	CL20	4	0.02	0.878
31	1979/80	1996/97	2	0.00	0.992	10	CL25	2004/05	3	0.02	0.861
30	1985/86	1989/90	2	0.00	0.991	9	CL13	CL15	10	0.02	0.843
29	1984/85	1987/88	2	0.00	0.989	8	CL11	CL19	6	0.03	0.816
28	1977/78	CL34	3	0.00	0.988	7	CL9	CL23	13	0.03	0.784
27	1983/82	2017/18	2	0.00	0.986	6	CL21	CL10	7	0.04	0.746
26	1998/99	2015/16	2	0.00	0.984	5	CL17	CL12	8	0.04	0.706
25	1997/98	2003/04	2	0.00	0.981	4	CL14	CL7	21	0.09	0.621
24	1988/89	2001/02	2	0.00	0.979	3	CL4	CL6	28	0.13	0.492
23	2005/06	CL40	3	0.00	0.975	2	CL3	CL8	34	0.21	0.280
22	CL33	1981/82	4	0.00	0.971	1	CL2	CL5	42	0.28	0.000
21	CL37	CL27	4	0.00	0.967						

Perfis temporais do fruto bilro

foram a do cluster 41, perfis 1978/79 e 2007/08, que compõem o agrupamento Médio e a que formou o agrupamento 40, perfis 2009/10 e 2011/12, do agrupamento Misto. Na classificação dos cinco grupos se reuniram o cluster 17 com o cluster 12.

Quanto às similaridades dos demais perfis com os perfis padrões destacam-se: o perfil de 1997/98 com o padrão 2003/04 (Intermediário); o de 2012/13 com o padrão 1992/93 (Misto); os de 2009/10 e 2011/12 com o padrão 2005/06 (Médio); o perfil 1995/96 com o padrão 2010/11(P); e os perfis 2008/09, 1998/99 e 2015/16 com o de 2006/07 padrão Temporão.

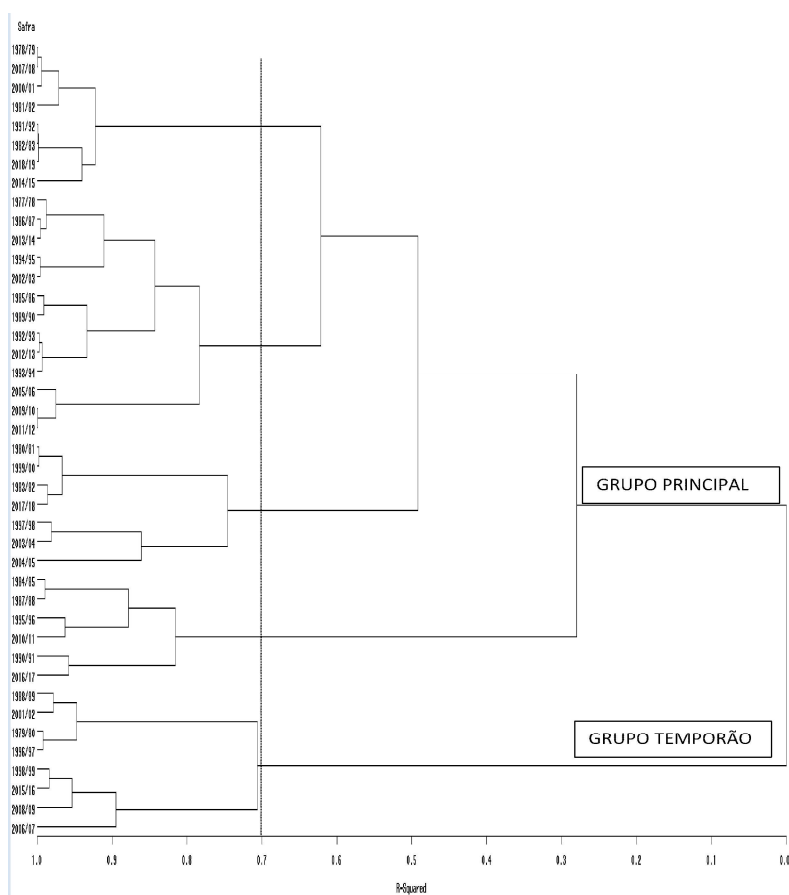


Figura 4. Dendrograma para o agrupamento de 42 perfis do fruto bilro, safras 1977/78-2018/19, pelo método Ward, utilizando coeficiente de determinação múltipla R^2 .

Análise discriminante

Verificou-se que os grupos encontrados estão significativamente separados e que as variáveis selecionadas foram importantes para essa discriminação. A classificação foi feita utilizando-se tanto do método paramétrico como o do não paramétrico.

Quanto a importância das variáveis na significância da função encontrada a hipótese de que as médias dos grupos são iguais foi rejeitada, ao nível de significância de 5%, tanto com a estatística univariada, a partir de uma aproximação de F, ($p < 0.0001$) bem como com a estatística multivariada de Wilks' Lambda ($p < 0.0001$).

Avaliando se as matrizes de variâncias e covariâncias são diferentes observou-se que as matrizes de covariância dentro dos grupos são desiguais, o que se aconselha o uso da função discriminante quadrática como critério de classificação. O valor do teste Chi-Square=42.805 proporcionou $Pr > ChiSq=0.0105$, valor significativo no nível 0,10.

O desempenho das funções discriminantes, avaliado através das estimativas das taxas de erro, pode ser observado na Tabela 4. Atendendo aos pressupostos da análise discriminante o Método 5 (não paramétrico, $r=0.0025$, Kernel=normal e pool=No) reclassificou apenas dois perfis, com um erro global de 0.0583: tanto o Médio de 1990/00 como o perfil Intermediário de 2000/01 foram reclassificados para Misto. Nota-se, que independente do resultado favorável ao uso da função discriminante quadrática e do seu maior poder de discriminação entre grupos, os métodos apresentaram custos iguais de má classificação, ou seja, custo zero, pois independente do método aplicado todos não reclassificaram um perfil principal em um agrupamento temporão e vice-versa, e todas as estimativas das taxas de erros totais ficaram abaixo de 20%.

Como observado (Tabela 4) o desempenho das funções discriminantes foi avaliado estimando-se as taxas de erro tanto pela regra discriminante linear como pela regra discriminante quadrática, com os dados procedidos ou não de uma população normal. Observa-se que a taxa de erro não foi a mesma para as funções discriminantes lineares e quadráticas. A taxa de má-classificação variou de 4% a 18,9%. A função discriminante do Método Normal, pool=No, com sete reclassificação foi a que apresentou a maior taxa de erro total (0.1892). Como se esperava as estimativas de contagem de erros de resubstituição não foram maiores do que a estimativa da contagem de erros de validação cruzada.

Perfis temporais do fruto bilro

Tabela 4. Classificação de ressubstituição-R e de validação cruzada-C por métodos e probabilidade posterior de uma classificação no Grupo

Método	Tipo	Ano Agrícola	De	Para	Inter	Médio	Misto	Princ	Tempo	Prob.
1	R	1988/89	Temporão	Misto	0.0004	0.0715	0.6992	0.0000	0.2289	0.0404
	R	1992/93	Misto	Médio	0.1569	0.5819	0.2586	0.0000	0.0026	
	C	1988/89	Temporão	Misto	0.0004	0.0952	0.8259	0.0000	0.0785	
	C	1990/91	Principal	Misto	0.0000	0.0000	0.5960	0.4040	0.0000	
	C	1992/93	Misto	Médio	0.1799	0.6465	0.1703	0.0000	0.0033	
2	C	2010/11	Principal	Misto	0.0005	0.0000	0.5514	0.4481	0.0000	0.1071
	R	1992/93	Misto	Médio	0.0000	0.5616	0.438	0.0000	0.0004	0.0154
	C	1981/82	Médio	Misto	0.0000	0.0065	0.8598	0.0000	0.1337	
	C	2014/15	Médio	Temporão	0.0000	0.0273	0.0134	0.0000	0.9593	
	C	1992/93	Misto	Médio	0.0000	0.6968	0.3027	0.0000	0.0005	
3	C	1999/00	Intermediário	Misto	0.1472	0.0162	0.8362	0.0000	0.0004	
	C	2017/18	Intermediário	Misto	0.4588	0.0000	0.5408	0.0000	0.0004	
	C	1987/88	Principal	Intermediário	0.9567	0.0000	0.0000	0.0433	0.0000	
	C	2010/11	Principal	Misto	0.0000	0.0000	0.9993	0.0007	0.0000	0.1892
	C	1977/78	Misto	Intermediário	0.3951	0.1728	0.3457	0.0000	0.0864	
4	C	1988/89	Temporão	Misto	0.0000	0.1003	0.5557	0.0000	0.3440	
	C	1992/93	Misto	Médio	0.1860	0.5698	0.1628	0.0000	0.0814	
	C	1996/97	Temporão	Médio	0.0000	0.4635	0.0951	0.0000	0.4414	
	C	2012/13	Misto	Médio	0.0996	0.5228	0.2905	0.0000	0.0871	0.0962
	C	1988/89	Temporão	Misto	0.0000	0.0000	10.000	0.0000	0.0000	
5	C	2010/11	Principal	Misto	0.0000	0.0000	10.000	0.0000	0.0000	0.0583
	C	1999/00	Intermediário	Misto	0.0000	0.0000	10.000	0.0000	0.0000	
	C	2000/01	Médio	Misto	0.0000	0.0000	10.000	0.0000	0.0000	0.0536
	C	1992/93	Misto	Médio	0.2428	0.3899	0.2644	0.0090	0.0940	
	C	2012/13	Misto	Médio	0.1671	0.3473	0.3126	0.0119	0.1611	
6	C	1988/89	Temporão	Misto	0.0774	0.2344	0.3797	0.0181	0.2903	0.0558
	C	1992/93	Misto	Médio	0.0004	0.6850	0.2712	0.0000	0.0434	
	C	1993/94	Misto	Médio	0.0000	0.5872	0.3795	0.0013	0.0319	
	C	2012/13	Misto	Médio	0.0000	0.5501	0.3214	0.0012	0.1273	0.0462

Na tabela 4, 1=Método Normal e pool=Yes resubstituição-R; 2=Método Normal e pool=Yes validação cruzada-C; 3= Método Normal e pool=No resubstituição-R; 4= Método Normal e pool=No validação cruzada-C; 5= Método Não paramétrico com $k=13$ (k-vizinhos mais próximos); 6=Método Não paramétrico, raio(r)=0.0025 para a estimativa da densidade do Kernel=normal e pool=Yes; 7= Método Não paramétrico, raio(r)=0.0025 para a estimativa da densidade do Kernel=normal e pool=No; 8= Método Não paramétrico, raio(r)=1.7 para a estimativa da densidade do Kernel=normal e igual covariância pool=YES; 9= Método Não paramétrico, raio(r)=1.7 para a estimativa da densidade do Kernel=normal e pool=No.

A Tabela 5 traz o resumo das classificações, por etapas, do perfil do fruto bilro das safras avaliadas. Na Etapa 1 ocorreu a Classificação inicial com o uso da análise gráfica na comparação dos perfis, com trajetória do ano agrícola traçada com os valores das 17 coletas; na Etapa 2 a classificação também foi com base na comparação empírica dos perfis, mas a linha que uniu a trajetória ao longo do ano agrícola foi construída com apenas três pontos, esta classificação correspondeu aos dados de entrada da análise de agrupamento da Etapa 3; Na Etapa 3 a classificação foi a obtida pela análise de agrupamento; na Etapa 4 ou final o resultado da Classificação foi pela análise discriminante, com base nos nove métodos.

Destaca-se que em todas as etapas o critério básico estabelecido de classificação foi atendido plenamente. Ou seja, após definir na Etapa 1 os anos agrícolas de perfil Temporão e os de perfil Principal, nas Etapas seguintes nenhum perfil temporão foi reclassificado como perfil principal e vice-versa. Essa premissa básica sendo atendida tornou o procedimento confiável, pois o custo foi mínimo ao classificar o perfil de 1988/89 de temporão para Misto e o perfil de 1996/97 de Temporão para Médio.

Na Etapa 3 e Etapa 4 os únicos anos onde ocorreram alterações no agrupamento Temporão foram os dos anos agrícolas 1981/82, 1982/83, 1996/07 e 2014/15. Na Etapa 4, as reclassificações dos perfis 1981/82 e 2014/15 unicamente só ocorreram com o uso do Método 4 e a do perfil 1996/07 apenas quando do uso do Método 5 (nota-se que na Etapa 4 as reclassificações dependeram do método).

Ainda quanto à finalidade de subsidiar os estudos futuros na relação genótipo x ambiente observa-se que alguns anos devem merecer especial atenção quanto ao seu verdadeiro perfil (Tabela 5). Nesse resumo da Classificação por Etapa nota-se que individualmente 1977/78, 1981/82, 1999/00 e 2017/18 foram reclassificados em três perfis diferentes.

Perfis temporais do fruto bilro

Tabela 5. Resumo das etapas da classificação do perfil do fruto bilro, período 1977/78 a 2018/19

Classificação por Etapa				Ano Agrícola
E1	E2	E3	E4 (final)	
Intermediário	Intermediário	Médio	Médio	1978/79
Intermediário	Intermediário	Intermediário	Intermediário	1997/98
Intermediário	Intermediário	Intermediário	Intermediário	2003/04
Intermediário	Intermediário	Intermediário	Intermediário	2004/05
Intermediário	Intermediário	Médio	Médio	2007/08
Médio	Médio	Misto	Intermediário	1977/78
Médio	Médio	Médio	Médio	1991/92
Médio	Médio	Misto	Médio ⁷	1992/93
Médio	Médio	Médio	Médio	2018/19
Médio	Principal	Misto	Misto	1986/87
Misto	Médio	Misto	Misto	1985/86
Misto	Médio	Misto	Médio	1993/94
Misto	Médio	Médio	Misto	2000/01
Misto	Médio	Misto	Médio ³	2012/13
Misto	Misto	Temporão	Misto ⁵	1988/89
Misto	Misto	Misto	Misto	1994/95
Misto	Misto	Temporão	Temporão	2001/02
Misto	Misto	Misto	Misto	2005/06
Misto	Misto	Misto	Misto	2009/10
Misto	Misto	Misto	Misto	2011/12
Misto	Principal	Misto	Misto	1989/90
Principal	Intermediário	Intermediário	Intermediário	1980/81
Principal	Intermediário	Intermediário	Intermediário	1983/82
Principal	Intermediário	Intermediário	Misto ²	1999/00
Principal	Médio	Intermediário	Misto	2017/18
Principal	Principal	Principal	Principal	1984/85
Principal	Principal	Principal	Intermediário	1987/88
Principal	Principal	Principal	Misto	1990/91
Principal	Principal	Principal	Principal	1995/96
Principal	Principal	Misto	Misto	2002/03
Principal	Principal	Principal	Misto ³	2010/11
Principal	Principal	Misto	Misto	2013/14
Principal	Principal	Principal	Principal	2016/17
Temporão	Temporão	Temporão	Temporão	1979/80
Temporão	Temporão	Médio	Misto	1981/82
Temporão	Temporão	Médio	Médio	1982/83
Temporão	Temporão	Temporão	Médio	1996/97

continuação tabela 4

Temporão	Temporão	Temporão	Temporão	1998/99
Temporão	Temporão	Temporão	Temporão	2006/07
Temporão	Temporão	Temporão	Temporão	2008/09
Temporão	Temporão	Médio	Temporão	2014/15
Temporão	Temporão	Temporão	Temporão	2015/16
Temporão	Temporão	Temporão	Temporão	2015/16

Notas:

E1= Classificação inicial com o uso da análise gráfica na comparação dos perfis, com trajetória do ano agrícola traçada com os valores das 17 coletas;

E2= Segunda classificação também foi com base na comparação empírica dos perfis, mas a linha que uniu a trajetória ao longo do ano agrícola foi construída com apenas três pontos, esta classificação correspondeu aos dados de entrada da análise de agrupamento da Etapa 3;

E3= Classificação obtida pela análise de agrupamento;

E4= Resultado da Classificação pela análise discriminante com base em sete métodos.

5. CONCLUSÃO

O estudo produziu resultados que permitiram ampliar de três para cinco os perfis do fruto bilro, na região cacauceira da Bahia. Os métodos utilizados na análise discriminante apontam que alguns anos devem merecer especial atenção quanto ao seu verdadeiro perfil. No entanto, destaca-se que em todas as etapas o critério básico estabelecido de classificação foi atendido. Esses resultados juntos com os conhecimentos já adquiridos além de auxiliarem nos estudos da relação entre perfis de frutificação dos anos agrícolas e as condições ambientais dos agrossistemas da RCB, também possibilitam aperfeiçoar e aumentar a eficiência do método de contagem de frutos na previsão de safras de cacau da Bahia. Finalmente, espera-se com esses resultados contribuir na gestão do risco do cultivo, especialmente nos programas de financiamento e custeio agrícola, alerta fitossanitário, combate às pragas e otimização geral de práticas agrícolas para esse cultivo no estado da Bahia.

6. LITERATURA CITADA

- ARROYO V., J. R. et al. 1980. Dimensionamento de amostra para previsão de safras de cacau do Estado da Bahia e resultados iniciais. Revista Teobroma v. 10, abril-Junho, nº 2. Ilhéus-Bahia.
- CAZORLA, I. M.; AIDAR, T.; MILDE, L. C. E. 1989. Perfis do lançamento foliar, da floração, da bilração e de estágios do fruto do cacau no Estado da Bahia, no período de 1977/1988. Ilhéus; Centro de Pesquisas do Cacau, 58p.
- ROEDER, M. 1975. Reconhecimento climatológico. Rio de Janeiro, Carto-Gráfica Cruzeiro do Sul. XVI, 89p. Diagnóstico socioeconômico da região cacauera da Bahia, v. 4. Convênio IICA/Comissão Executiva do Plano de Recuperação da Lavoura Cacauera-CEPLAC. Ilhéus, Bahia, Brasil.
- SAS Institute. SAS user's guide: statistics. 5. ed. Cary, NC, 1987. 956p.
- SEI. 1998. Tipologia Climática Köppen. Governo do Estado da Bahia . Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia. Superintendência de Estudos econômicos e sociais da Bahia (SEI). Bahia Brasil. Acesso em 09/04/2019 por:<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Classifica%C3%A7%C3%A3o.de.k%C3%B6ppen-Geiger.estado.da.Bahia.jpg>
- ZARONI, M. M. H.; AIDAR, T. 1992. Previsão de safras de cacau com base em contagem de frutos. Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília, 27(6):817-833. Brasília-DF.



