

1. INTRODUÇÃO

Vários estudos têm sido realizados na tentativa de explicar o efeito isolado da chuva, temperatura, radiação solar e de outros fatores climáticos na produção de cacau. As relações encontradas não permitiram detectar tais efeitos, porque valores médios não explicam, totalmente, as oscilações na colheita em função desses elementos meteorológicos. Essas explicações somente serão possíveis em escala menor de tempo e quando detectadas na fase crítica do ciclo de desenvolvimento dos frutos, que correspondem aos primeiros sessenta dias de idade (ALMEIDA & MACHADO, 1994).

O intervalo entre a fertilização da flor e a maturação dos frutos varia com a temperatura do ar durante o período de crescimento. Como na região cacauzeira da Bahia não existe uma estação seca definida, a produção anual de cacau resulta de duas safras: uma denominada de temporã e outra, de principal.

A modelagem para a previsão de colheita, que é de extrema importância econômica, requer conhecimentos detalhados dos fatores ambientais que influenciam a produção de frutos do cacauzeiro.

O presente trabalho foi baseado na hipótese de que colheitas de cacau podem ser previstas a partir de interações entre elementos meteorológicos e os processos fisiológicos determinantes da produção, tendo como objetivos: a) encontrar uma "função" capaz de monitorar, simultaneamente, a disponibilidade de água no solo e de energia efetiva e b) estabelecer modelos estatísticos semanais que permitam prever o número de frutos a ser colhido na safra principal a partir da função determinada no item anterior.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Quadra E do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), localizado no km 22 da Rodovia Ilhéus-Itabuna, Ilhéus, Bahia, latitude 14°45'S, longitude 39°16'W e altitude de 41 m, no período de 01.01.1988 a 31.12.1994.

Dez árvores da cultivar Catongo, com idade aproximada de 12 anos, numa área com cacauzeiros implantados no espaçamento de 3 m x 3 m, constituíram a unidade experimental. Antes de iniciar o experimento, eliminaram-se todos os frutos, a fim de manter as plantas as mais uniformes possíveis quanto à presença de frutos. Foram avaliados, semanalmente, o número de frutos novos (FNo), pecos, doentes ou perdidos por outras causas e colhidos em cada cacauzeiro, adotando-se a metodologia proposta por ALMEIDA (1997).

Os frutos novos (FNo) surgidos eram contados, em toda a planta, quando atingiam cerca de 0,5 cm de comprimento e etiquetados seqüencialmente com o número da respectiva

semana da contagem. Os frutos maduros eram colhidos, contados, pesados e identificados pelo número da semana da contagem.

A evapotranspiração de referência foi estimada pela equação de Penman-Monteith (SMITH, 1991) e o balanço hídrico climatológico seqüencial semanal (BHS) pelo método de TRONTHWAITE & MATHER (1955).

Para iniciar o BHS, o solo foi completamente abastecido, armazenamento de água (ARM)=CAD, o que permitiu estimar seqüencialmente o ARM. Os dados foram computados diariamente e acumulados na semana, sendo que o sétimo dia coincidia com o da contagem dos frutos.

Para estabelecer o modelo de estimativa da produção de cacau foi utilizada, primeiramente, uma função constituída, basicamente, por três fatores: o ARM, a razão efetiva de insolação (REI) e um fator de ajuste (Fa) determinado em função da idade do fruto. Essa função foi denominada de fator de penalização da produção acumulado (Fapea), determinada por ALMEIDA (1997).

A equação para estimar o número de frutos a ser colhido (estimados-FCE), partiu da premissa da existência de uma relação entre a produção potencial (FNo) e o Fapea mediante a expressão:

$$FCE_8 = FN_0 \times \left\{ 1 - \left[\sum_{i=1}^8 Fapea_i \right] \right\}$$

sendo:

FCE₈ - número médio de frutos a ser colhido (previsto) na 8ª semana;

FN₀ - número médio de frutos novos existentes na semana₀;

Fapea₈ - fator de penalização da produção acumulado médio até a 8ª semana.

Para ajustar o modelo de estimativa da produção de frutos de cacau foi testada uma equação regressão linear simples, considerando-se, individualmente, a produção de frutos da safra principal a partir da 8ª semana após o surgimento do fruto.

Os parâmetros da equação regressão foram determinados utilizando-se o Statistical Analysis System (SAS, 1988). A escolha do melhor modelo foi baseada na significância dos parâmetros estatísticos: probabilidades dos testes t e F, coeficiente de determinação ajustado (\bar{r}^2), erro padrão da estimativa (s) e índice de concordância (d) de Willmott.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de frutos novos da safra principal começa entre a quinta e nona semana (final de janeiro a princípio de março) e termina na s/25 a s/34 (final de junho a agosto) e dura cerca de 26 semanas, em média. O período mínimo e máximo para o fruto atingir a maturação foi, respectivamente, de 161 e 196 dias. Devido à relação funcional apresentada entre a evapotranspiração de referência semanal (EToPM) e a duração da colheita (DC), semanalmente, desenvolveu-se um modelo de regressão linear visando prever o número de semanas necessárias para os frutos atingirem a maturação em função apenas da

¹ DSC, Professor Adjunto da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e Pesquisador da CEPLAC, E-mail: halmeida@nuxnet.com.br, Ilhéus, BA.

² DSC, Professor Associado, ESALQ-Departamento de Ciências Exatas, Piracicaba, SP.

³ PhD, Pesquisadora da CEPLAC e do Centro de Estudos do Cacau, Itajuípe, BA.

evapotranspiração. Dos modelos testados, a equação $DC=39,8-3,6 \times \sqrt{ET_oPM}$ foi a que melhor ajustou os dados originais ($r^2 = 0,725$ e coeficiente de variação de 4,50, sendo altamente significativos a 0,01 % de probabilidade.

A equação encontrada para estimar o número de frutos a ser colhido na safra principal foi: $FCE_g = -0,037 + 1,132 \times [(1 - Fapea_g) \times FN_o]$. A análise estatística revelou elevados coeficiente de determinação ajustado ($\bar{r}^2 = 0,895$), baixos erros padrão da estimativa ($s=0,039$) e testes F e T altamente significativos a 0,01 % de probabilidade, para rejeição da hipótese de nulidade do modelo. Essa elevada significância estatística permite prever a produção com antecedência de cerca de dezesseis semanas da colheita.

Os totais médios do número de frutos colhidos por planta (FC) e os estimados (FCE_g), com respectivos desvios e índices de concordância de Willmott, em relação à semana de surgimento do fruto, são mostrados na Tabela 1. Destaca-se que o índice de concordância (d), proposto por Willmott, é uma medida da dispersão dos valores estimados em relação aos observados. Varia de zero (completo desacordo) a um (exatidão perfeita). Já o coeficiente de determinação ajustado é uma grandeza relacionada com a precisão da regressão. Portanto, os dois coeficientes juntos indicam a exatidão e a precisão do modelo.

Tabela 1: Frutos colhidos observados (FC) e estimados (FCE), a partir da 8ª semana após o surgimento do fruto, com os respectivos índices de concordância de Willmott (d)

| Ano | FC | FCE _g | d ₈ | Ano | FC | FCE _g | d ₈ |
|-------|------|------------------|----------------|-------|------|------------------|----------------|
| 1988 | 30,2 | 29,4 | 0,99 | 91/92 | 23,9 | 27,6 | 0,98 |
| 88/89 | 16,7 | 18,3 | 0,85 | 92/93 | 13,0 | 11,0 | 0,98 |
| 89/90 | 24,5 | 23,7 | 0,93 | 93/94 | 11,2 | 11,7 | 0,98 |
| 90/91 | 20,0 | 17,5 | 0,95 | xxxx | xxxx | Xxxx | xxx |

O subscrito corresponde ao número da semana

O número de frutos colhidos estimados, decorridos oito semanas de idade dos frutos, foi muito próximo daquele observado, uma vez que os desvios médios foram de 0,6%. Embora tenha se constatado desvios relativos positivos ou negativos, entre o valor observado e o estimado, superiores a 10%. Ressalta-se, entretanto, que a menor produção de

frutos novos, maiores perda de frutos por peco e dispersão coincidiram com os anos agrícolas: 1990/91, 1991/92 e 1992/93 nos quais o armazenamento de água no solo, nas primeiras oito semanas de idade fruto, foi inferior a 20 mm (abaixo de 60% da água disponível). Esses resultados concordam com os encontrados por ALMEIDA & MACHADO (1994), enfatizando-se que a disponibilidade de água no solo é fator decisivo no pegamento e na manutenção da carga de frutos (bilração) do cacauero.

4. CONCLUSÕES

a) Com base nos resultados, pode-se concluir que: a) o fator de penalização da produção acumulado (Fapea) quantifica e monitora o número médio de frutos a ser colhido a partir da 1ª a 8ª semana após o surgimento do fruto;

b) as perdas na produção de cacau são diretamente proporcionais ao aumento do Fapea e c) o modelo ajustado permite estimar, com elevada significância estatística, o número médio de frutos a ser colhido, por planta, a partir da 8ª semana de idade do fruto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, H. A., MACHADO, R. C. R. Efeito de interações entre elementos meteorológicos na produção de cacau: influência do balanço hídrico. In: International Cocoa Reserch Conference, 11, 1994, Yamoussoukro. Proceedings... Lagos: Cocoa Producers Alliance, 1994. p.667-73.
- ALMEIDA, H.A. Evapotranspiração, balanço hídrico e modelo de estimativa de produção de cacau (Theobroma cacao L.) em função da disponibilidade de água no solo e energia. Botucatu, 1997. 170p. Tese de Doutorado em Irrigação e Drenagem-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- SAS INSTITUTE. SAS user's guide:statistics. 2.ed. Cary,1988. 584p.
- SMITH, M.(Ed.) Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for predictions of crop water requirements. Rome: FAO, 1991. 45p.
- THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. The water balance. Centerton, New Jersey: Drexal Institute of Tecnology. Laboratory of Climatology, 1955. v.8, p.1-104.
- WILLMOTT, C.J. et al. Statistics for the evolution and comparison of models. J. Geophy. Res., v.90, p.8995-9005, 1985.