

## NOVA TÉCNICA DE SECAGEM SOLAR INDUSTRIAL DE CACAU<sup>1/</sup>

José Marcondes Borges<sup>2/</sup>

Gonzalo Roa<sup>3/</sup>

Luiz Gabriel Villa<sup>4/</sup>

Rogério dos Santos Serôdio<sup>5/</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

Na Zona Cacaueira da Bahia, a secagem das amêndoas, operação indispensável no beneficiamento do cacau, é feita, tradicionalmente e em sua quase totalidade, nas barcaças e nos secadores artificiais. Essa fase é considerada a mais difícil no beneficiamento do produto naquela região, sobretudo para os pequenos produtores e em determinadas áreas muito chuvosas. As chuvas freqüentes e, às vezes, prolongadas, que ocorrem na região, durante a época do beneficiamento, retardam consideravelmente a secagem.

As barcaças (Figura 1) são constituídas, essencialmente, de uma plataforma de madeira e de um teto móvel. Na plataforma, ou lastro, que mede, comumente, 12 m de comprimento por 6 m de largura, o cacau é exposto ao sol, em camadas de

---

<sup>1/</sup> Recebido para publicação em 28-05-1980.

<sup>2/</sup> Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, Minas Gerais.

<sup>3/</sup> Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem, Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, Minas Gerais.

<sup>4/</sup> Departamento de Engenharia Agrícola, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, DF, Colômbia.

<sup>5/</sup> Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) da CEPLAC. Caixa Postal 7. 45600 Itabuna, Bahia.

5 a 6 cm de altura, e revolvido constantemente durante todo o período de secagem. O teto, que pode deslizar sobre a plataforma, cobre o cacau durante a noite, protegendo-o das chuvas. Não obstante seu grande uso, a barcaça apresenta inconvenientes: área relativamente grande, alto custo de construção e mão-de-obra operacional elevada. Quando a secagem na barcaça é bem conduzida e em condições climáticas favoráveis, o produto é de ótima qualidade; todavia, em condições de chuvas prolongadas, a demora no processo dá origem ao desenvolvimento de fungos na superfície das amêndoas. Para eliminá-los, faz-se o «pisoteio», operação adicional, relativamente cara e demorada.

Do grande número de aparelhos citados na literatura, a lenha, a óleo ou a gás liquefeito de petróleo, o chamado secador tubular é o mais empregado na Região Cacaueira da Bahia. Consiste, em síntese, numa construção de dois andares (Figura 2) em que, no piso do andar inferior se coloca um tubulão de ferro, como fonte de aquecimento, secando-se o cacau sobre chapas perfuradas, ou seja, o lastro, disposto como piso do andar superior. Numa das extremidades do tubulão fica a fornalha (a lenha ou a óleo diesel); na outra, a chaminé. No andar superior, ao lado da área de secagem, há um «resfriador», plataforma de madeira, onde o cacau é resfriado, depois de retirado do lastro. O secador descrito é empregado, normalmente, quando as condições climáticas dificultam a secagem na barcaça e sempre que as circunstâncias exigem uma secagem rápida do cacau. É elemento constante, ao lado das barcaças, nas médias e grandes instalações de beneficiamento, não obstante seu alto custo de construção e ser, muitas vezes, causa da má qualidade do cacau produzido. Ultimamente, vinha-se difundindo o uso de secadores a gás liquefeito de petróleo, em substituição ao descrito anteriormente; todavia, é possível que as restrições derivadas do aumento de preço do petróleo invertam essa tendência.

A literatura é rica em trabalhos alusivos a aparelhos e a processos de secagem de cacau; GHOSH (3) escreveu pormenorizadamente sobre este problema, na Zona Cacaueira da Bahia.

A partir da chamada crise do petróleo, apareceu, com acentuado vigor, a procura de fontes alternativas de energia, entre elas a energia solar. Além da hipótese, difundida entre os produtores de chocolate, de que a secagem ao sol favorece a qualidade do produto, a tradição e a experiência seculares regionais do uso da barcaça levaram os autores a pensar em melhorar a operação de secagem natural, sem perder de vista o fato de as condições climáticas prevalentes na região sugírem a sua associação à secagem artificial.

Não obstante os autores desejarem contar com maior número de dados e de experiências neste trabalho, julgou-se conveniente publicar esta nota prévia, tendo em vista: 1) as vantagens já comprovadas do novo processo, 2) o rápido desenvolvimento da cacauicultura nacional, mercê dos programas de incremento de produção, orientados pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), e, finalmente, 3) o «deficit» já verificado no número de instalações de secagem existentes, que poderá ser reduzido com o uso do secador descrito. Segundo dados do Departamento de Extensão da CEPLAC, havia, em 1978, na Região Cacaueira, 12.050 barcaças, com 592.000 m<sup>2</sup> de área e 157.995 toneladas de capacidade, para um «deficit» avaliado em 56.417 m<sup>2</sup> de área e 13.997 toneladas de capacidade.

## 2. A NOVA TÉCNICA

Considerando os estudos de secagem efetuados pelo grupo de energia solar da Universidade de Campinas, decidiu-se fazer um teste preliminar de secagem solar de cacau, em pequena escala. Os bons resultados obtidos com o teste 1, realizado na Faculdade de Engenharia de Alimentos daquela Universidade, por VILLA et





FIGURA 1 - Barcaças tradicionais. Operários revolvendo as amêndoas de cacau sobre as plataformas de secagem. Os tetos móveis são vistos no fundo.



FIGURA 2 - Secador tubular. No primeiro plano, a chaminé e, por trás do secador, uma barcaça.

*alii* (4, 5) e BORGES *et alii* (1), foram confirmados por outros testes (2, 3, 4), executados no próprio Centro de Pesquisas de Cacau (CEPEC), da CEPLAC, em sua sede, na Região Cacaueira da Bahia.

Foram usadas amêndoas provenientes do município de Ipiauí e das áreas de produção da Divisão de Agronomia, fermentadas de acordo com o processo do CEPEC. O equipamento utilizado consistiu num ventilador, acoplado, por meio de dutos, à plataforma de secagem e a um coletor solar. O ventilador era centrífugo, acionado por um motor elétrico, de 1,5 CV, e o consumo de energia foi medido com um wattímetro. As paredes que sustentavam a plataforma de secagem, de 2 x 2 metros, eram feitas de tábuas de madeira, com um «plenum» de 0,20 m de altura, tendo na parte superior duas chapas (das usadas comumente em lastro de secadores), cruzadas, para reduzir a área vazada. Com esse artifício foram conseguidas, pelo menos, 20% de área vazada, e não 2,5% como se desejava. O ar aquecido em um coletor solar era insuflado no «plenum» por meio de um ventilador. O coletor era plano, com 20 m de comprimento (10 metros no teste 2), 1 metro de largura e 15 centímetros de altura, feito de chapas de ferro zincado, pintadas de negro-fosco, para que houvesse maior aproveitamento da radiação incidente. A fim de evitar a perda de energia, sob a forma de ondas longas, a calha era coberta com um filme plástico transparente. O coletor foi orientado no sentido leste-oeste, com inclinação de 25°, em relação à horizontal, ou seja, a latitude do lugar, aproximadamente, mais 10°. A temperatura do ar aquecido foi medida com um termômetro inserido no duto e a temperatura e a umidade do ambiente foram registradas num termogrógrafo. A determinação da umidade das amêndoas foi feita pelo processo da estufa, a 105°C, durante 24 horas. A velocidade do ar, determinada preliminarmente com o auxílio de uma sonda fluxométrica e 32 observações, produzia um fluxo de 1,25 m<sup>3</sup> de ar/min/m<sup>2</sup> de piso.

Os resultados obtidos são os que se vêem no Quadro 1.

Em comparação com a barcaça típica de 6 x 12 metros, onde 18 kg de amêndoas/m<sup>2</sup>, constantemente revolvidas, são secadas, em condições climáticas normais, durante 6 a 10 dias, esses resultados mostraram que:

1. O rendimento, por área de secagem, é, talvez, a vantagem mais interessante do novo processo, chegando a ser de 5 a 6 vezes maior que o da barcaça, o que poderia reduzir de modo sensível o custo da instalação, mesmo considerando a compra dos ventiladores e dos coletores.

2. A mão-de-obra restringe-se a um simples revolvimento, em vez da movimentação constante das amêndoas, como no processo tradicional.

3. A energia elétrica exigida e o custo da secagem, considerando a tarifa rural do quilowatt, são pequenos.

4. A redução do tempo de secagem é relativamente pequena, em relação ao processo tradicional.

Tendo em vista os bons resultados obtidos nos testes descritos e em outros, preliminares, em maior escala, decidiu-se desenvolver um secador com a mesma capacidade de uma barcaça tradicional, uma vez que essa capacidade foi a escolhida após longa experiência regional (em torno de 1000 kg de cacau seco, com cerca de 7% de umidade).

### 2.1. Secador

O secador, ainda em fase experimental, compõe-se, «grosso modo», dos seguintes elementos (Figuras 3 a 8):

1. Duas paredes de alvenaria de tijolo e cimento, rebocadas com argamassa de cimento e areia, com 10 metros de comprimento e 1 metro de altura, com distanciamento de 2 metros, foram construídas sobre um piso de concreto. A 80 cm de altura, em toda a extensão entre as paredes, foram dispostas chapas de ferro com



QUADRO 1 - Resultados preliminares dos testes de secagem de cacau em barcaças com coletores solares e ventilação forçada.

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	TESTE 2	TESTE 3	TESTE 4
Peso do cacau fermentado	kg	377,6	434,0	747,0
Umidade inicial	% BU	51,5	50,0	49,8
Altura da camada	cm	15,0	17,0	30,0
Tempo de secagem	dias	7,0	7,0	11,0
Consumo de energia	kwh	70,6	67,0	79,0
Preço da energia	Cr\$	37,6	35,7	43,7
Peso total do cacau seco	kg	187,8	222,3	372,2
Umidade final	% BU	6,2	6,0	6,2
Peso unitário do cacau seco	kg/m <sup>2</sup>	46,9	55,6	93,0
Peso unitário do cacau seco	arroba/m <sup>2</sup>	3,1	3,7	6,2
Preço unitário da secagem	Cr\$/arroba	3,0	2,4	1,8

558 furos circulares por dm<sup>2</sup>, tendo cada furo 2mm de diâmetro e um vazamento de 17,5%. As chapas constituem o lastro ou plataforma de secagem do cacau e dividem o espaço em 2 partes:

- uma câmara ou «plenum», inferior, onde o ar é insuflado e
- o compartimento, superior, onde o cacau é depositado. Um painel de madeira, removível, fecha uma das extremidades do «plenum».

2. Acoplado à outra extremidade e protegido por uma coberta própria, fica o ventilador, que insufla no «plenum», por meio de dutos flexíveis, o ar aquecido no teto-coletor.

Havia sido projetado um ventilador de 2,5 HP, todavia, considerando o caráter experimental do protótipo, decidiu-se colocar um de 7,5 HP, provido de um regulador de fluxo.

3. A energia solar é coletada pelo teto, feito de chapas metálicas onduladas, de ferro zincado, pintadas de negro-fosco, apoiadas sobre estruturas de madeira (meia tesoura pendural). Dez centímetros acima do plano das chapas, um filme plástico transparente, comum, recobre o conjunto e retém as ondas longas de irradiação.

Os espaços entre as chapas e o filme plástico e entre as chapas e o forro subjacente, de painéis de «compensado», servem como câmaras de aquecimento do ar, que entra por uma das extremidades do teto e é recolhido, na outra extremidade, pelo duto que o leva ao ventilador.

Considerando o tamanho reduzido do secador em foco e objetivando tornar o teto mais leve e mais barato o custo, projetou-se seu deslocamento lateral, em vez do longitudinal, usado nas barcaças. Desse modo, com um deslocamento de 2,5 metros apenas, atinge-se o mesmo resultado obtido com o deslocamento longitu-

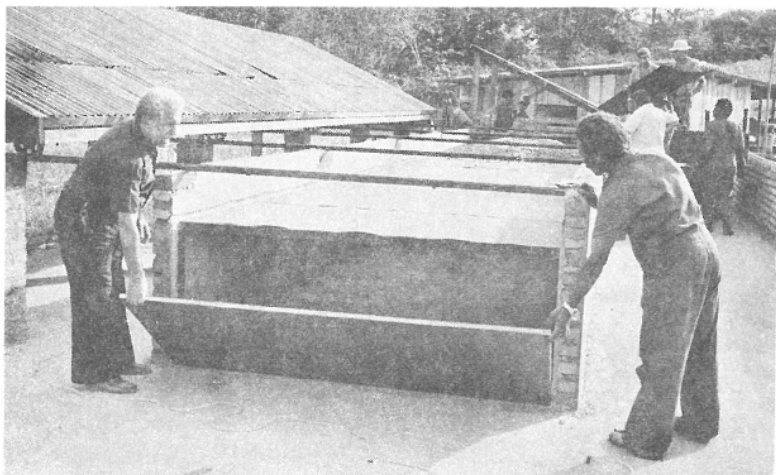


FIGURA 3 - Pormenores do secador solar. No primeiro plano, o painel foi afastado para se ver o "plenum". No fundo, operários depositam as amêndoas de cacau sobre as chapas perfuradas. À esquerda, o teto-coletor, com o filme plástico removido, para mostrar as chapas de ferro zincado. Vêem-se, também, as rodas sobre os trilhos.

dinal de 10 metros, no caso, e de 12 metros, na barcaça.

4. Unidade de aquecimento artificial. Com o modelo em experiência, foi usada uma unidade pequena, a lenha, nas proximidades do ventilador, acoplando-se-lhe um duto fixo, provido de registro.

5. Sem fazer parte do conjunto propriamente dito, mas destinado a observações experimentais, foi disposto, paralelamente ao secador, com distanciamento de dois metros dele, um acumulador de calor (Figura 9). Consta de duas paredes de alvenaria de tijolos, de 10 m de comprimento, afastadas 2 m uma da outra, com alturas diferentes, medindo, uma, 35 cm e, a outra, 70 cm de altura. Uma camada inferior de carvão vegetal, comum, isola o piso de concreto de uma camada de brita (acumuladora de energia solar), cujas pedras foram pintadas de negro-fosco. Sobre a brita colocaram-se lâminas de ferro zincado, dobradas em «V», com a função de coletor solar. Recobriu-se o conjunto com plástico transparente.

6. Toda a instalação foi disposta paralelamente ao caminho, aparente, do sol.

## 2.2. Método

O cacau usado no teste foi colhido nas quadras do Centro de Pesquisas do Cacau e fermentado à moda da Divisão de Agronomia do CEPEC. Ao término da fermentação, foi transferido diretamente do cocho para o secador.

Como testemunha de secagem, foi usada uma das barcaças da mesma Divisão, operada de forma tradicional.

O fluxo de ar na entrada do coletor era de  $17 \text{ m}^3/\text{min}$ . A velocidade do ar através do cacau, ao longo da plataforma de secagem, variou de  $0,2 \text{ m/min}$ , na extre-

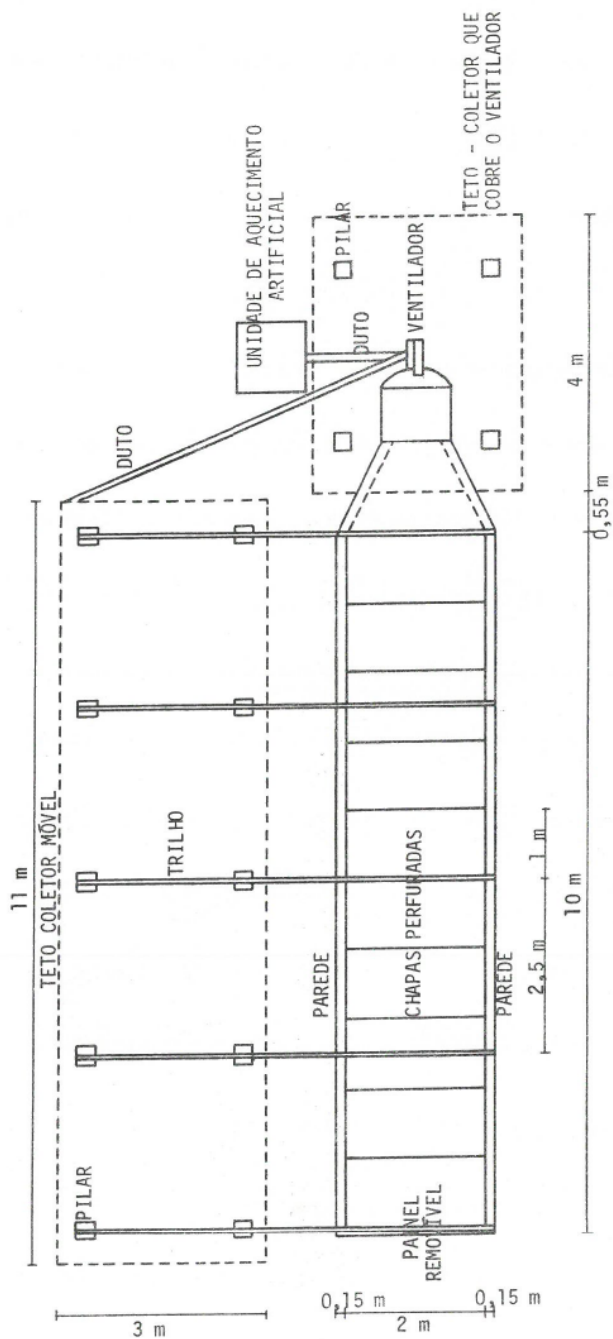


FIGURA 4 - Planta do secador solar.



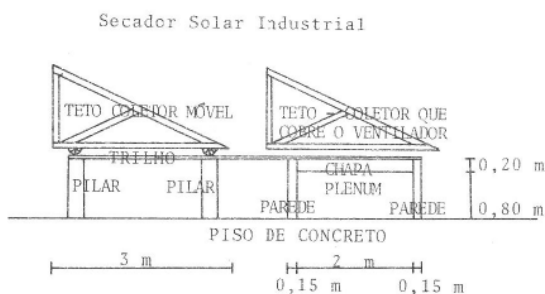


FIG. 5

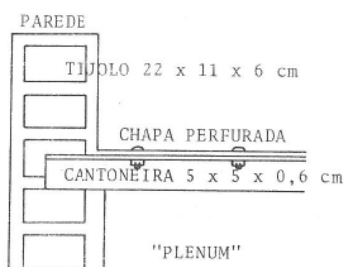


FIG. 6

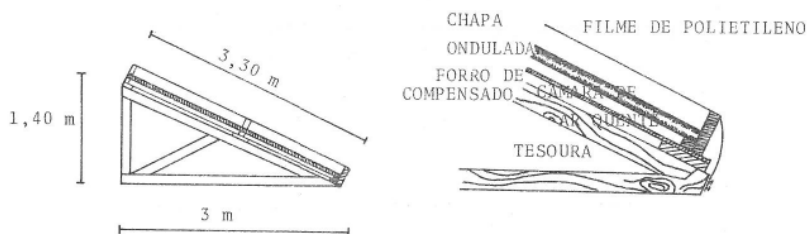


FIG. 7

FIGURA 5 - Elevação.

FIGURA 6 - Pormenor da fixação da chapa na cantoneira, e desta na parede.

FIGURA 7 - Pormenores do teto-coletor.

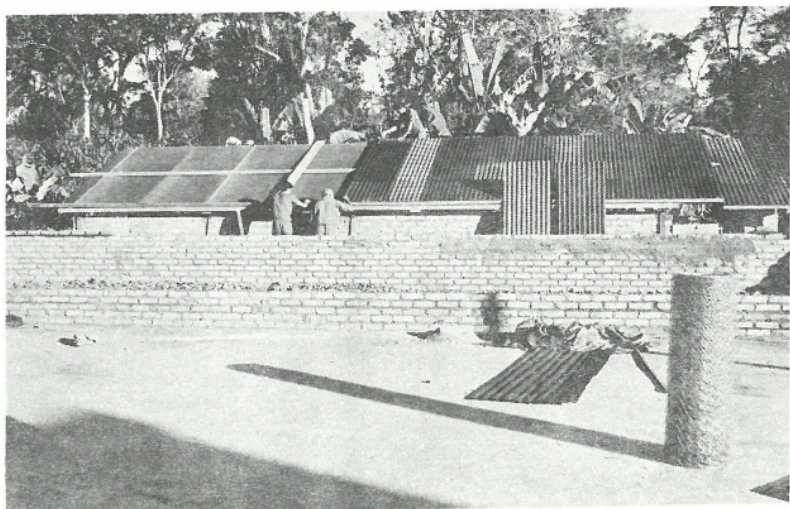


FIGURA 8 - Montagem do teto-coletor.

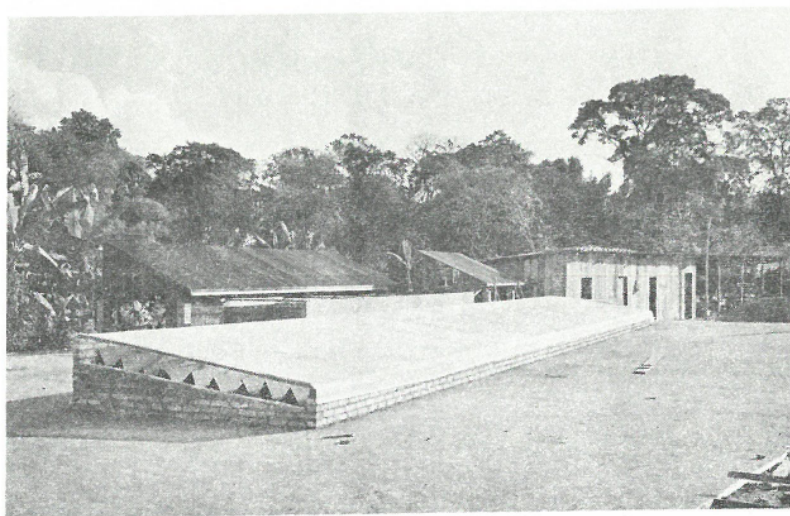


FIGURA 9 - Vista do conjunto. No primeiro plano, o acumulador de calor e, atrás dele, o secador.

midade próxima do ventilador, a 1,8 m/min, na extremidade mais afastada dele.

Os Quadros 2, 3, 4, 5 e 6 mostram os dados gerais obtidos no experimento realizado em agosto de 1978.

QUADRO 2 - Dados gerais sobre a secagem na barçaça tradicional, como testemunha.

DATA	HORAS DE EXPOSIÇÃO AO SOL	OBSERVAÇÕES
17	7,25	Revolvimento *
18	9,75	
19	7,17	
20	8,17	
21	4,58	
22	8,50	
23	6,00	
24	8,25	Pisoteio**
8 dias	59,67	
Peso do cacau úmido		1574 kg
Peso do cacau seco		801 kg
Teor de umidade do cacau seco		8 %
Classificação do produto		Superior

\* Durante todo o período de secagem, foi feito o revolvimento, ao longo do dia, da maneira tradicional, podendo-se considerar a média como sendo de duas horas diárias, pois é comum um operário trabalhar em quatro a cinco barçaças, concomitantemente.

\*\*Efetuado por sete homens, durante 40 minutos, o que equivale ao trabalho de um homem, durante 280 minutos.

### 3. RESULTADOS PRELIMINARES

Seria de grande conveniência fosse registrado, inicialmente, que, mesmo tendo sido usada uma barçaça como testemunha, visto tratar-se de processo tradicional, visa-se, aqui, tão somente fazer uma comparação de processos e não de aparelhos. Na barçaça, há a simples exposição das amêndoas ao sol, ao passo que, no novo processo, a secagem processa-se, principalmente, pela passagem do ar aquecido através da massa de amêndoas de cacau.

Mesmo tratando-se de dados preliminares, e sem que tenha havido qualquer otimização de fatores, é indiscutível a redução da área de secagem, de 72 m<sup>2</sup>, na



QUADRO 3 - Dados gerais sobre a secagem no secador misto, durante o período diurno, com aquecimento solar.

	DATAS				TOTAL OU MÉDIA
	17	18	19	20	
Secagem (horas)					
Solar	4,5	9,0	6,5	8,2	28,2
A lenha	0	0	0	0	0
Consumo de lenha (kg)	0	0	0	0	0
Média das temperaturas (°C)					
No secador	NR *	40	37	NR	38,5
Ambiente	NR	28	25	NR	26,5
Diferencial	NR	12	12	NR	12,0
Umidade relativa (%)	NR	63	70	NR	66,5
Revolvimento					
Homens	0	0	1	1	1
Minutos	0	0	15	10	25

\* Não Registrado.

barcaça, para 20 m<sup>2</sup>, no novo secador. Aliás, esse mesmo fato foi observado em todos os testes preliminares e constitui, no momento, a vantagem principal do novo processo. Como consequência dessa redução, toda a estrutura do secador pôde ser simplificada, o que acarretou uma diminuição no preço da construção, avaliando-se, em agosto de 1978, o preço de uma barcaça entre Cr\$ 80.000,00 e Cr\$ 100.000,00, e o do novo secador em Cr\$ 40.000,00, incluído o preço do ventilador.

O preço da energia elétrica utilizada para mover o ventilador é baixo, principalmente considerando a tarifa do quilowatt para o meio rural. Nesse caso, visto tratar-se de um ventilador especial, não se considerou o consumo, mas, em outro teste preliminar, em menor escala, foram gastos, no primeiro semestre de 1977, Cr\$ 70,00 na secagem de 600 kg de cacau seco (40 arrobas), o que corresponderia a um gasto de Cr\$ 105,00 para carga normal de 900 kg (60 arrobas), usada nas barcaças tradicionais de 12 x 6 m.

Considera-se necessário um estudo especial do melhor ventilador para a instalação proposta, todavia, a título de ilustração, adianta-se que, para secar uma camada de 50 cm de café, em uma barcaça de 6 x 3 m, foi usado um ventilador centrífugo, com motor de 10 HP, capaz de fornecer um fluxo de 200 m<sup>3</sup>/min(2).

No que se refere à mão-de-obra, há uma nítida vantagem do novo processo, desde a operação de carga, pois a própria forma do secador permite que ele seja carregado diretamente do exterior e até mesmo do veículo condutor do cacau fermentado. Nos testes preliminares do novo processo, nas pequenas barcaças de 2 x 2 m, em camada de 14 cm, não houve necessidade de revolvimento, mas sempre

QUADRO 4 - Dados gerais sobre a secagem no secador misto, durante o período diurno, com aquecimento artificial.

	DATA	TOTAL
	21	OU MÉDIA
Secagem (horas)		
Solar	0,5	0,5
A lenha	7,8	7,8
Consumo de lenha (kg)	100	100
Média das temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ )		
No secador	66	66
Ambiente	26	26
Diferencial	40	40
Umidade relativa (%)	74	74
Revolvimento		
Homens	2	1
Minutos	10	Equiva- lente a 20

que essa espessura foi ultrapassada ou a barcaça aumentada, como é o caso, a operação tornou-se indispensável, ainda que a mão-de-obra seja consistentemente menor no novo processo que no tradicional.

Com base nos experimentos de DORFMAN e colaboradores (2) com café, em camadas de 50 cm de altura, que foi secado sem necessidade de revolvimento, é razoável supor que, em condições adequadas, a movimentação do cacau também poderá ser eliminada, diminuindo-se, desse modo, consideravelmente, o emprego de mão-de-obra. Para uniformizar o fluxo de ar através do produto, favorecendo esse objetivo, preconiza-se o uso de chapas perfuradas com furos de 2 mm de diâmetro e com área perfurada de 2%.

Embora, nos testes em pequena escala, não tenha havido desenvolvimento de fungos superficiais nas amêndoas, acredita-se que em condições climáticas normais, prevalentes na Região Cacaueira da Bahia, com longos períodos de chuvas, haverá o aparecimento de fungos e, conseqüentemente, necessidade de «piso-teio». Outras vezes, por muitos outros motivos, notadamente comerciais, urge apressar a secagem; daí por que se recomenda, para o novo processo, em certas condições, a presença de uma unidade de aquecimento. Esta será usada, necessariamente, nas duas primeiras noites e, ocasionalmente, sempre que houver períodos de chuva prolongada ou haja interesse na redução do tempo de secagem. É evidente que uma unidade de aquecimento, a lenha, inadequada ou mal conduzida ocasionará o mesmo indesejável defeito de «cheiro de fumaça», observado em muitos secadores e nas barcaças que ficam acima ou nas proximidades das cozinhas. Também um aquecimento excessivo, para reduzir muito o tempo de secagem, terá, certamente, um efeito prejudicial sobre a qualidade do cacau.

QUADRO 5 - Dados gerais sobre a secagem no secador misto, durante o período noturno, com ou sem aquecimento artificial.

	DATAS				TOTAL OU MÉDIA
	17 18	18 19	19* 20	20* 21	
Secagem (horas)					
Solar	0	0	0	0	0
A lenha	13,0	14,5	0	0	27,5
Consumo de lenha (kg)	300	160	0	0	460
Média das temperaturas (°C)					
No secador	66	57	NR	NR	61,5
Ambiente	21	20	NR	NR	20,5
Diferencial	45	37	NR	NR	41,0
Umidade relativa (%)	90	83	NR	NR	86,5
Revolvimento					
Homens	2	0	0	0	1
Minutos	20	0	0	0	Eq. a 40

\* Secador coberto e o ventilador desligado.

No que diz respeito ao papel da secagem no beneficiamento de cacau, os dois fatores mais proeminentes, na atual conjuntura, são a melhoria de qualidade do produto e o aumento de capacidade de secagem. Aquela visa a inverter a imagem desfavorável e aumentar a cotação do cacau brasileiro no mercado internacional, e este corresponde às necessidades do aumento de produção, o que interessa muito ao Brasil. Quanto ao último aspecto, é preciso levar em conta o custo das instalações e da operação em si, tendo em vista a dificuldade de uso de combustíveis derivados do petróleo, e até da lenha, em algumas áreas. Quanto à qualidade do cacau, acredita-se que, em operações bem conduzidas, os dois processos sejam equivalentes.

O Quadro 7 refere-se ao produto obtido pelo novo processo.

Convém citar, com referência ao assunto em pauta, o laudo do Chefe de Serviço de Classificação de Cacau do CEPEC sobre o produto obtido pelo novo processo: «Cacau de aroma característico, bem fermentado e seco convenientemente. Ausência do cheiro de ácido acético, demonstrando ter sido uma secagem bem conduzida e com bastante aeração. Aspecto externo do cacau excelente, apesar de não ter sofrido o pisoteio, para o polimento da amêndoa. Enfim, um excelente cacau para comercialização».

Uma séria restrição à difusão do novo processo é, no momento, a pequena quantidade de fazendas providas de energia elétrica na Região Cacaueira. Daí a conveniência do estudo de energias alternativas, como a eólica e a hidráulica, para acionar o ventilador, do mesmo modo que o uso do gasogênio e do metano,



QUADRO 6 - Comparação dos dados gerais obtidos na testemunha e no tratamento.

DADOS GERAIS	TESTE-MUNHA	SECADOR MISTO
Peso do cacau úmido (kg)	1574	1629
Peso do cacau seco (kg)	801	795
Teor de umidade no cacau seco (%)	8	6,5
Secagem solar (horas)	59,67	28,7
Secagem a lenha (horas)	0	35,3
Gasto de lenha (kg)	0	560
Dias de secagem	8	5
Revolvimento (minutos)	960	85
Minutos de "pisoteio" (equiv. a 1 oper.)	280	0
Classificação do produto	Sup.	Sup.

NOTA. O consumo de eletricidade não foi computado, porque o ventilador era experimental. Dados de testes anteriores mostram que o custo é relativamente barato, mormente quando se considera o baixo preço da tarifa rural do quilowatt.

para movimentação e aquecimento. Se os resultados das experiências, em curso no CEPEC, para obtenção de metano a partir de casca de cacau derem resultados, haverá dupla vantagem: menos contaminação do cacau com a «podridão-parda», que tem no casqueiro um de seus focos de disseminação, e a possibilidade de o fazendeiro dispor de farto combustível e de baixo custo para ser usado no aquecedor artificial e alimentar uma unidade geradora de eletricidade, destinada a acionar o ventilador.

Outro fator que merece estudo é um sistema acumulador de energia que possa aproveitar o calor solar nas horas noturnas da seca. Os autores não duvidam que há obstáculos a serem enfrentados neste particular; todavia acharam conveniente fosse esse modelo dotado de uma instalação desse gênero. Os primeiros resultados mostraram que, após o pôr do sol, a temperatura do acumulador cai rapidamente e que, pelo menos nas condições atuais, ele não seria economicamente viável nas instalações comerciais.

#### 4. RESUMO

Os bons resultados obtidos, em pequena escala, na secagem de cacau, com ventilação forçada de ar aquecido em coletores solares, levaram os autores ao desenvolvimento de um protótipo de secador misto, para trabalhar em condições de fazendas, com a mesma capacidade das barcaças tradicionais da Região Cacaueira da Bahia.

Mesmo considerando as atuais restrições e o fato de tratar-se de dados preliminares sobre fatores deficientemente estudados, pôde-se chegar às seguintes

QUADRO 7 - Laudo do Posto de Classificação do Cacau, do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC).

CATEGORIAS	ENSAIO DE CORTE - 300 AMÊNDOAS			TOTAL	MÉDIA
	1.º	2.º	3.º		
	CORTE	CORTE	CORTE		
Totalmente marrom	73	50	63	186	62,0
Parcialmente marrom	12	28	15	55	18,3
Violeta	15	21	20	56	18,6
Ardósia	-	-	-	-	-
Mofada	-	-	-	-	-
Infestada	-	-	-	-	-
Germinada	-	1	2	3	1,0
Chocha	-	-	-	-	-
Quebrada	-	-	-	-	-

## DADOS GERAIS

Data	22/08/1978
Procedência	DIBIO
Produtor	CEPLAC
Peso médio de uma amêndoa	1,04 g
Aspecto externo	Bom
Mofo externo	-
Umidade	5,5%
Aroma	Natural
Material estranho % (pesado)	-
Mucilagem e detritos % (pesado)	-
Classificação	Superior
Observações	-

conclusões:

1. O processo descrito é válido, técnica e economicamente, para a secagem de cacau.
2. Em comparação com o processo de secagem natural, em barcaças, predominante na Região Cacaueira da Bahia, o novo processo, sem perda da qualidade superior do produto, apresentou as seguintes vantagens, no teste preliminar:
  - a. Diminuição da área de secagem: 1:4.
  - b. Economia no custo de instalação: 1:2.
  - c. Redução no tempo de secagem: 1:1,6.
  - d. Diminuição da mão-de-obra, para movimentação e «pisoteio»: 1:14.
  - e. Eliminação do desenvolvimento superficial dos fungos e, conseqüentemente, da necessidade de pisoteio.

## 5. SUMMARY

The good results obtained in small scale tests of cocoa drying using forced aeration with air heated in solar collectors and by artificial heaters led the authors to develop a prototype of a solar dryer to operate under farm conditions with the same capacity as the traditional driers of the Cocoa Region of Bahia, Brazil.

Even considering the results as being preliminary, the following conclusions can be stated:

1. The new process is technically and economically feasible to dry cocoa.
2. Comparing the new process with the traditional one of the «barcaças», it presented the following advantages, without imparting any defect to the quality of the product:
  - a. Reduction of the dryer area 1:4.
  - b. Reduction of the cost of the instalation 1:2.
  - c. Reduction of the drying time 1:1.6.
  - d. Reduction of the hand labor 1:14.
  - e. The process avoided the development of fungus over the seeds so that it was unnecessary to employ the «dancing» operation to revolve this.

## 6. LITERATURA CITADA

1. BORGES, J.M., VILLA, L.G., ROA, G. & FREIRE, E.S. Emprego da ventilação forçada e de coletores solares para melhorar a eficiência da secagem natural de cacau. *Ciência e Cultura*, 29(7):119. 1977.
2. DORFMAN, E., ROA, G., VILLA, L.G., TEIXEIRA, A. & GARRUTTI, R. dos S. Utilização de energia solar, complementada com energia elétrica, na secagem de café em barcaças, com circulação forçada de ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6.º, Rio de Janeiro, 1978. Anais, Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1978, P. 85-96.
3. GOSH, B.N. Engineering aspects of cocoa drying in Brazil. *Revista Theobroma*, 2(4):23-37. 1972.
4. VILLA, L.G., BRAUNBECK, O., ROA, G. & BORGES, J.M. Estudo comparativo de secagem solar de cacau, em barcaças. *Ciência e Cultura*, 29(7):116. 1977.
5. VILLA, L.G., RODRIGUES, N.S.S., BRAUNBECK, O., ROA, G. & BORGES, J. M. Secagem de cacau e café em barcaças, com ar forçado, aquecido com energia solar. *Revista Brasileira de Armazenamento*, 2(2):4-10. 1977.



## 7. AGRADECIMENTOS

Os autores deixam aqui seus agradecimentos ao antigo Diretor do CEPEC e atual Diretor Regional da CEPLAC, Fernando Vello, pelo estímulo, pelo decidido apoio administrativo e pelas sugestões técnicas; ao atual Diretor do CEPEC, Luiz Ferreira da Silva, pela prioridade dada ao projeto; aos Drs. João Mayer e Isaías Macedo, da Universidade de Campinas, pelas orientações técnicas; aos Drs. Clive McDonald e Evandro Freire, da Divisão de Bioengenharia do CEPEC, pelas sugestões aventadas; aos Srs. José Dantas da Silva e Azziz Lavigne, pela dedicação, muito acima do cumprimento do dever, na execução dos testes; ao Dr. Geraldo Briglia, Chefe da Divisão de Engenharia e seus auxiliares, aos Chefes e ao Pessoal da Carpintaria e das Oficinas, pela boa vontade na execução do protótipo do secador; ao Prof. Antônio Gonçalves de Oliveira, pela revisão lingüística, e a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para o bom êxito do empreendimento.