



Calibração de um determinador simples de umidade para cacau

LINDOLFO PEREIRA DOS SANTOS
EVANDRO SENA FREIRE
EDISON PIRES DO PRADO

Boletim Técnico 135

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA
Órgão vinculado ao Ministério da Agricultura

Centro de Pesquisas do Cacau
Km 22 Rodovia Ilhéus—Itabuna
Bahia, Brasil
1985

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA – CEPLAC
Vinculada ao Ministério da Agricultura

Presidente: Iris Rezende Machado, Ministro da Agricultura

Vice-Presidente: Roberto Fendt Júnior, Diretor da CACEX

Secretário-Geral: Josuelito de Sousa Britto

Secretário-Geral Adjunto: José Carlos Simões Peixoto

Frederico Monteiro Álvares-Afonso

Coordenador Regional: Manoel Malheiros Tourinho

CONSELHO DELIBERATIVO

Presidente: Iris Rezende Machado

Ministro da Agricultura

Vice-Presidente: Roberto Fendt Júnior

Diretor da CACEX

Álvaro Fernandes da Cunha

Representante do Governo do Estado da Bahia

Gerles Gama

Representante do Governo do Estado do Espírito Santo

Orlântides Péricles de Carvalho Filho

Presidente do Conselho Nacional dos Produtores de Cacau – CNPC

Araguacy Affonso Rego

Representante do Ministério da Indústria e do Comércio

José Geraldo Hosannah Cordeiro

Representante do Banco Central do Brasil

Aurélio Correa do Carmo

Representante do Governo do Estado do Pará

José Rodrigues do Prado

Representante do Governo do Estado de Rondônia

Jabes Souza Ribeiro

Representante da Associação dos Municípios da Região Cacaueira da Bahia

Humberto Salomão Mafuz

Representante dos Produtores de Cacau da Bahia

Albérico da Costa Brito

Representante dos Produtores de Cacau da Bahia

Hélio Bandeira Neves

Representante dos Produtores de Cacau da Bahia

Carlos Fernando Monteiro Lindenberg Filho

Representante dos Produtores de Cacau do Espírito Santo

Paulo Dias Morelli

Representante dos Produtores de Cacau do Pará

José Mendonça de Amorim Filho

Representante dos Produtores de Cacau de Rondônia

Paulo de Tarso Alvim Carneiro

Representante dos Empregados do Quadro Permanente da CEPLAC



Calibração de um determinador simples de umidade para cacau

**Lindolfo Pereira dos Santos
Evandro Sena Freire
Edison Pires do Prado**

Boletim Técnico 135

**Centro de Pesquisas do Cacau
Km 22 Rodovia Ilhéus-Itabuna
Bahia, Brasil**

1 9 8 6

BOLETIM TÉCNICO

Publicação de periodicidade irregular, editada pelo Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), destinada à veiculação de artigos científicos e de divulgação técnica, relacionados com assuntos agrônômicos e sócio-econômicos de interesse das regiões produtoras de cacau, de autoria de pesquisadores e técnicos da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), e eventualmente de técnicos de outras instituições.

Chefe do CEPEC: Paulo de Tarso Alvim; **Chefes Adjuntos:** Percy Cabala Rosand e Edmir Celestino de Almeida Ferraz. **Comissão de Editoração (COMED):** Jorge Octávio Moreno, **Coordenador;** Ronald Alvim; Maria Bernadeth Machado Santana; Antonio Henrique Mariano; Ariovaldo Matos; Leda Góes Ribeiro; José Luiz Bezerra.

Editor: *Jorge Octávio Alves Moreno*

Diagramação e Montagem: *Diana Lindo*

Assinatura anual poderá ser feita mediante o envio de Cr\$ 2.500,00 (dois mil e quinhentos cruzeiros) em cheque nominal à CEPLAC – Divisão de Finanças, pagável em Itabuna, BA, ao seguinte endereço:

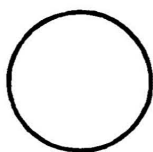
BOLETIM TÉCNICO
CEPLAC/DIBID – Caixa Postal 7
45.600 – Itabuna, BA

Boletim Técnico I

1970

Ilhéus, Comissão Executiva do Plano
da Lavoura Cacaueira, 1970 –
22,5 cm

1. Cacau – Periódicos. I. Comissão Executiva do
Plano da Lavoura Cacaueira, ed.



CDD 630.7405

CALIBRAÇÃO DE UM DETERMINADOR SIMPLES DE UMIDADE PARA CACAU

*Lindolfo Pereira dos Santos Filho**

*Evandro Sena Freire**

*Edison Pires do Prado**

RESUMO

O determinador de umidade por equivalência de água (DUPEA) de simples construção e barato, para uso a nível de fazenda, foi testado para cacau na faixa de umidade de 5,3 a 15%. Seu princípio de funcionamento consiste em se remover água do produto através de aquecimento em banho de óleo.

Através da análise de regressão, constatou-se que a curva de calibração obtida não diferiu do método padrão de estufa. O desempenho do medidor DUPEA foi também superior em relação aos determinadores do tipo resistência elétrica (KPM) usados para cacau.

CALIBRATION OF A SIMPLE MOISTURE METER FOR CACAO

ABSTRACT

The water equivalent moisture meter (DUPEA), of a simple and inexpensive construction for use at the farm level, was tested on cacao in the range of 5.3 to 15% moisture content (w.b.). Its working principle consists of removing the water held in the product by heating it in a oil bath.

By means of regression analysis it was ascertained that the calibrating curve obtained for the DUPEA moisture meter did not differ from that of the ISO standard method. Its performance was also superior to those of the resistance type moisture testers (KPM) employed for cacao.

**Divisão de Tecnologia e Engenharia Agrícolas, Centro de Pesquisas do Cacau, APT CEPLAC, 45600, Itabuna, Bahia, Brasil.*

INTRODUÇÃO

Ao se pretender equacionar os problemas do armazenamento do cacau na região sul-baiana surgiu, naturalmente, a necessidade de um estudo sobre determinação de umidade do cacau. Este parâmetro, além das condições ambientais, na fase de estocagem do grão, atua sobre todos os processos bioquímicos e é tido como um fator de real importância na conservação eficiente do produto.

Para o cacau, como alguns outros produtos agrícolas, usa-se o método indireto, seja pelo princípio da resistência elétrica ou pelo da constante dielétrica, como meio de determinação do teor de umidade a níveis comercial, industrial e, escala reduzida, ao de produtor. Estes métodos foram estudados por Freire & Santos Filho (1982) e Freire et al. (1983), e foi observado que podem dar resultados satisfatórios para o cacau. Embora sejam métodos de fácil e rápida operação, apresentam a grande desvantagem de serem caros e, portanto, de pequeno uso a nível de fazenda, principalmente em pequenas e médias propriedades.

Objetivou-se neste trabalho calibrar um determinador de umidade por equivalência de água (DUPEA) simples e barato, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Agrícola de Universidade Federal de Viçosa (Silva et al., 1984), e compará-lo com medidores do tipo KPM, comumente empregados para cacau.

MATERIAL E MÉTODO

Princípio de funcionamento do determinador DUPEA

A determinação da umidade da amostra neste determinador (Figura 1) é feita retirando a água contida no produto, através de aquecimento em banho de óleo vegetal a uma temperatura específica para cada material. A diferença de massa da amostra é determinada em uma balança simples, pela reposição de certo volume de água equivalente ao removido durante o aquecimento.

Procedimento experimental

O determinador de umidade por equivalência de água foi testado e comparado com seis medidores do tipo KPM (Aqua-Boy) e o método padrão de estufa da ISO* para cacau. Utilizou-se cacau seco com os seguintes teores de umidade: 5,3; 5,5; 6,9; 8,5; 9,1; 10,2; 12,1 e 14,9% (base úmida). Nos três métodos foram feitas três repetições para cada ensaio. Cacau com estes teores de umidade foi obtido pela secagem a 80 °C, de lotes de cacau recém-fermentado em laboratório,

*Cacau triturado, seco em estufa ventilada a $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, em 16 horas.

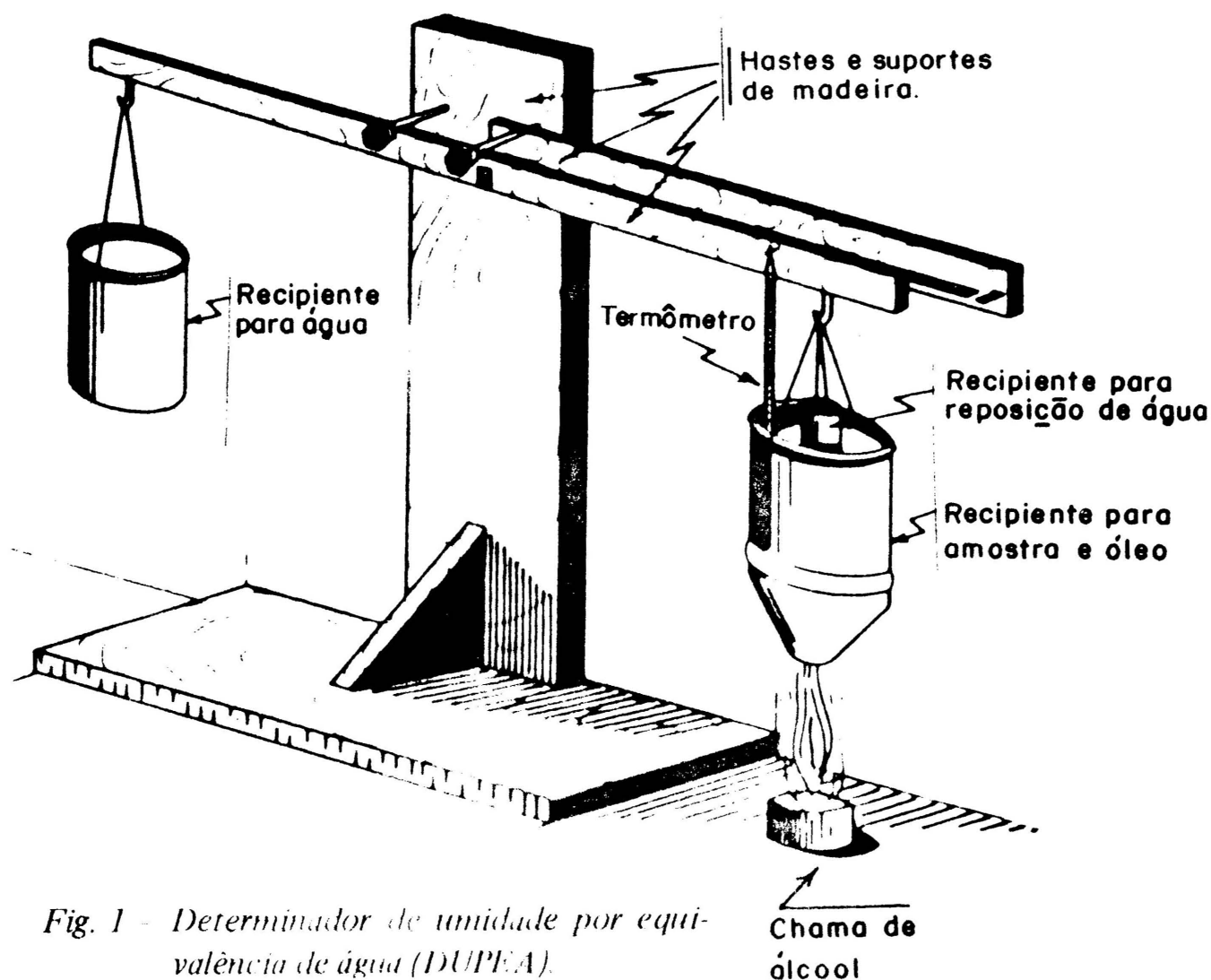


Fig. 1 - Determinador de umidade por equivalência de água (DUPEA).

acondicionados em sacos plásticos à temperatura ambiente até o equilíbrio e seus teores de umidade acompanhados pelo método laboratorial de estufa a 105 ± 2 °C por 24 horas.

Os testes com o aparelho foram feitos usando grãos de cacau partidos ao meio, seguindo a seqüência de passos recomendados para o determinador DUPEA, descrita por Silva et al. (1984). A quantidade de óleo de soja usada para cacau, em cada teste, foi de 200 ml.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observações feitas nos testes preliminares para determinar a temperatura de trabalho do medidor DUPEA mostraram que a temperatura ideal para o cacau foi de 150 °C. Este valor é inferior ao encontrado para outros produtos, dada a necessidade de partir os grãos antes de cada determinação. Grãos inteiros, quando aquecidos em óleo a temperaturas acima de 100 °C, apresentavam rompimen-

to do tegumento com conseqüentes salpicos de óleo que alteravam a leitura do determinador.

Os resultados obtidos pelo método DUPEA foram comparados com os dos métodos de estufa e dos medidores KPM. As amostras de cacau foram limitadas a 12% de umidade para o determinador KPM por ser este o limite máximo da escala do instrumento (Quadro 1).

O comportamento do determinador DUPEA foi bastante bom. Os desvios observados em relação ao método padrão de estufa (ISO) foram menores do que 0,6% de umidade. Este valor ocorreu isoladamente para o teor de umidade de 9,1%, podendo ser devido a erros de natureza operacional. Os KPM's apresentaram, no entanto, um desempenho inferior. Para estes aparelhos foram verificados desvios até de 1,7%, para o teor de umidade de 5,3% e até de 1,2% para o teor de umidade de 6,9. Pela comparação das figuras 2 e 3, pode-se ter uma idéia melhor do comportamento geral de ambos os tipos de aparelho. Observa-se que praticamente todas as leituras do medidor DUPEA encontram-se dentro da faixa de tolerância de $\pm 0,5\%$ de umidade, o que não aconteceu com os resultados obtidos com os aparelhos KPM. Houve para ambos os tipos de determinador uma certa tendência de subestimar a umidade do cacau.

As médias de repetições com o determinador DUPEA foram submetidas a análise de regressão e são mostradas na Figura 4, onde se verifica uma acentuada tendência linear do gráfico obtido. Nesta Figura são ainda mostrados a equação de regressão, que apresentou um valor de $R^2 = 0,9905$, e o intervalo de confiança para 95% de probabilidade. Análises dos coeficientes da equação de regressão, através do teste de hipótese para $\alpha = 0$ e $\beta = 1$ a nível de 5% e 1% de probabilidade, mostraram que estas situações podem ser tomadas como perfeitamente verdadeiras. As médias dos resultados obtidos com o determinador de umidade DUPEA para cacau, na faixa de umidade de 5,3 a 14,9% não diferiram significativamente das médias obtidas com o método padrão de estufa da ISO.

O tempo médio gasto em cada teste foi de 40 minutos. Com o tipo e tamanho de chama usados, condições ambientes de pouco vento (sala fechada), temperatura de aproximadamente 23° C e posição do recipiente com óleo cerca de 7 cm do nível do álcool, gastaram-se cerca de 9 a 10 minutos para se obter a temperatura de trabalho (150° C) e 4 a 5 minutos para se fazer a reposição de água. Esta era feita após o término da fervura do óleo. Estes dados são importantes, pois podem ser usados em substituição ao termômetro, embora uma certa perda de precisão não deva ser descartada.

Determinador Simples de Umidade de Cacau

Quadro 1. Valores de umidade do cacau(% b.u.) obtidos com o método de estufa (ISO) e os determinadores testados (DUPEA e KPM).

Teste	ISO	DUPEA	Determinadores KPM					
			1	2	3	4	5	6
1	5,3	5,0	3,9	4,4	4,3	4,2	3,6	4,0
	5,3	5,1	3,9	4,3	4,2	3,9	4,0	4,0
	5,3	5,5	4,3	4,5	4,6	4,0	4,0	3,9
2	5,6	5,8	5,5	5,7	5,7	5,7	5,6	5,7
	5,5	6,0	5,3	5,7	5,8	5,6	5,7	5,7
	5,5	6,2	5,4	4,1	5,7	5,4	5,7	5,8
3	7,0	6,8	5,7	6,6	6,4	6,3	6,3	6,2
	6,8	6,6	5,9	6,4	6,4	6,2	6,4	6,3
	7,0	7,0	6,0	6,4	6,3	6,1	6,4	6,4
4	8,5	8,4	7,9	8,2	7,8	8,3	8,3	8,5
	8,5	8,2	8,3	8,4	8,1	7,8	7,9	8,0
	8,5	8,3	7,8	8,4	7,9	8,3	7,9	8,3
5	9,0	8,5	8,6	9,3	9,1	8,6	8,6	9,3
	9,0	9,0	9,0	8,8	8,5	8,9	9,1	9,4
	9,2	8,7	8,8	9,6	9,0	8,5	9,3	9,7
6	10,2	10,0	9,7	9,7	9,7	9,3	9,8	9,9
	10,2	9,8	9,8	10,2	10,0	9,7	10,1	9,9
	10,1	10,0	9,5	10,2	9,9	9,2	9,5	10,2
7	12,1	12,1	-	-	-	-	-	-
	12,1	12,0	-	-	-	-	-	-
	12,1	12,0	-	-	-	-	-	-
8	14,9	15,0	-	-	-	-	-	-
	15,0	14,8	-	-	-	-	-	-
	14,9	14,6	-	-	-	-	-	-

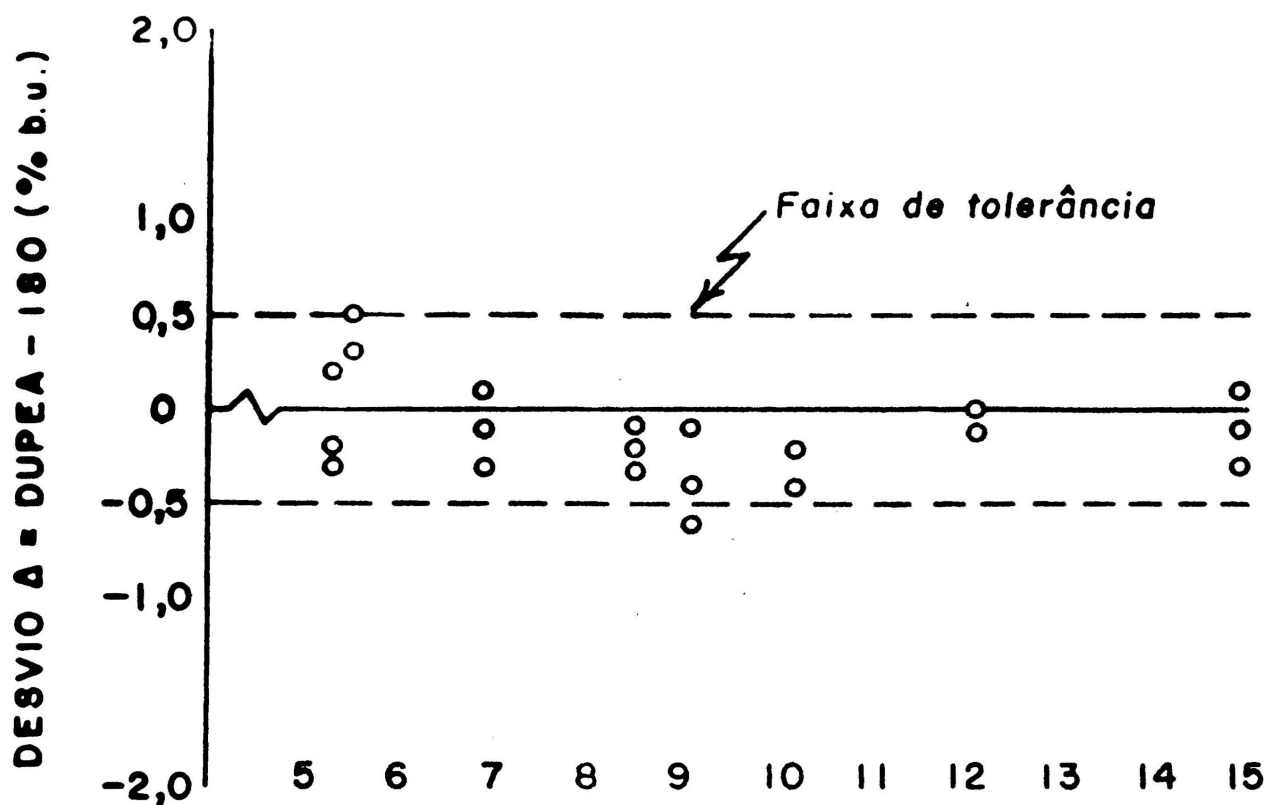


Fig. 2 - Variação dos desvios do medidor DUPEA com a umidade do cacau.

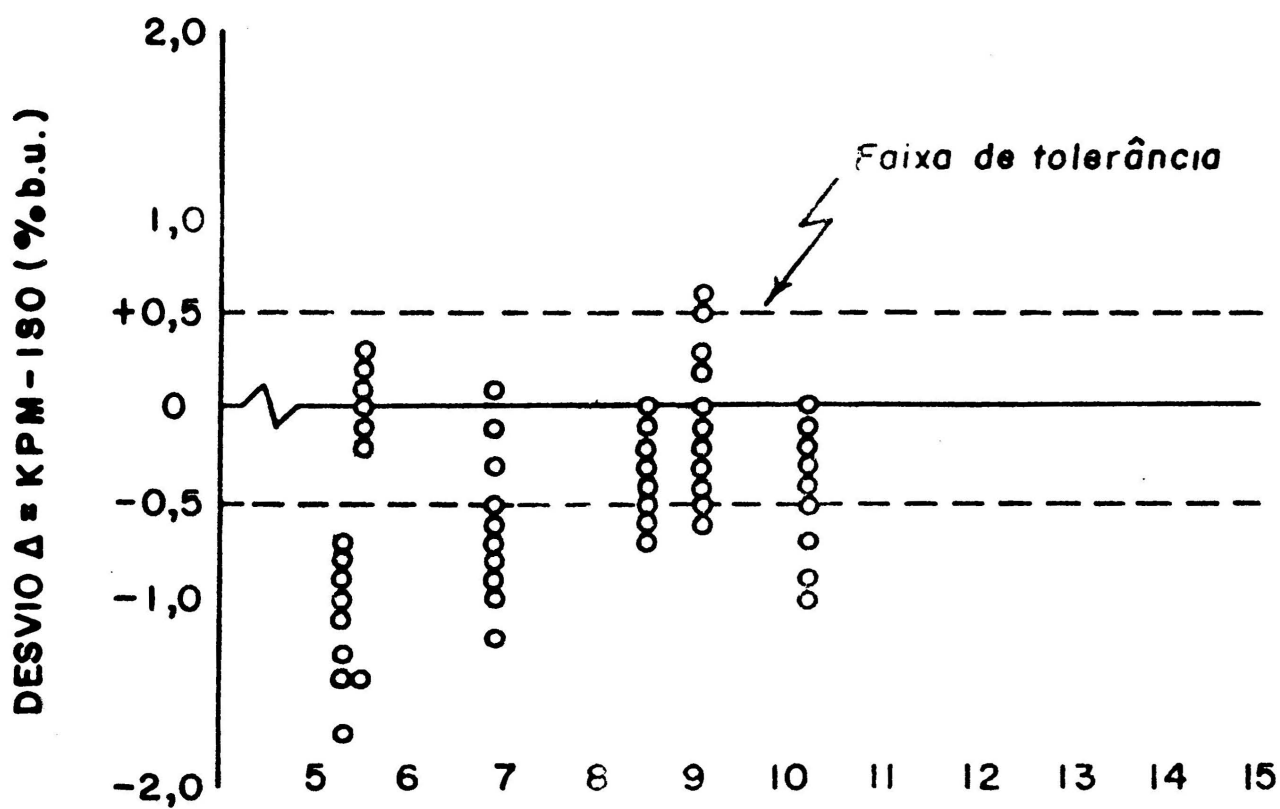


Fig. 3 - Variação dos desvios dos determinadores KPM com a umidade do cacau.

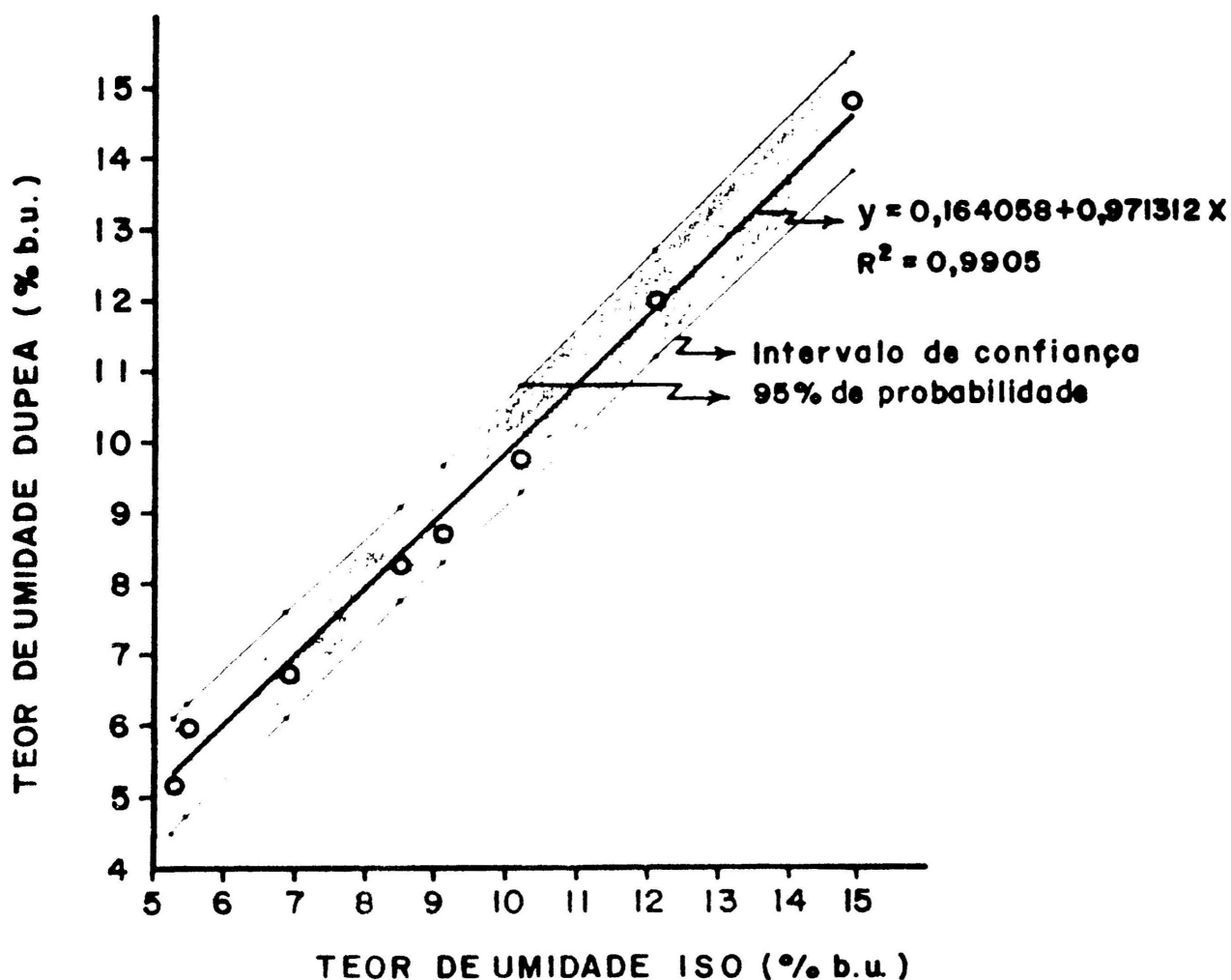


Fig. 4 – Comparação do medidor de umidade DUPEA e o método ISO para cacau.

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O determinador de umidade por equivalência de água (DUPEA) testado para cacau na faixa de umidade 5,3 a 15% apresentou excelente desempenho quando comparado aos aparelhos de resistência elétrica KPM, normalmente usados para cacau seco. Conclui-se disto que o medidor DUPEA pode ser perfeitamente empregado para cacau, principalmente a nível de fazenda, por ser um aparelho simples, barato e preciso, podendo, inclusive, substituir o KPM em análise de rotina. Neste caso, com certa desvantagem com relação ao tempo gasto em cada teste, que é de cerca de 40 minutos. Na falta do método de estufa, o medidor DUPEA pode ser também usado na aferição ou acompanhamento do desempenho dos aparelhos KPM, dada a precisão obtida ter sido bem superior a destes e com grande vantagem em relação à estufa no que se refere ao tempo.

Sugere-se para futuros trabalhos a calibração do medidor DUPEA para produ-

tos tropicais, a exemplo do guaraná, cravo-da-índia e pimenta-do-reino. A reposição de água com seringa no processo de determinação de umidade é uma operação um pouco delicada da qual depende, em grande parte, a precisão do aparelho. Esta fase é, no entanto, possível de ser substituída por pequenas taras, como, por exemplo, chumbinhos de calibre 4,5 mm, usados em rifles de ar comprimido, que têm em média cerca de 0,5 g, ou mesmo massas métricas de balanças convencionais de precisão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às Sras. Mercedes Moura Santos e Rita de Cássia O. Lavinsky e ao Sr. Eduardo Luiz Fernandes dos Santos pela valiosa colaboração no preparo de amostras e conclusões dos testes com a estufa. E à Sra. Margarida Maria Zaroni Hoeppner pelas análises estatísticas necessárias a este trabalho.

LITERATURA CITADA

- FREIRE, E. S. e dos SANTOS FILHO, L.P. 1982. Calibração de um determinador de umidade de capacitância elétrica para cacau. *In Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 12º, Itabuna, BA, Brasil, 1982. (no prelo).
- _____, _____, SERÓDIO, R.S. e PRADO, E.P. do. 1983. Aferição de determinadores de umidade por condutância utilizados na classificação do cacau. *In Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 13º, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1983. (no prelo).
- SILVA, S.S., HARA, T., SABIONI, P.M. e FARIA, M.N. 1984. Construção de um determinador de umidade DUPEA (Determinador de umidade por equivalência de água). Viçosa, MG, Brasil, UFV. Informe Técnico nº 45. 8p.

INFORMAÇÕES AOS COLABORADORES

1. Serão aceitos para publicação artigos científicos e de divulgação técnica, relacionados com assuntos agrônômicos e sócio-econômicos de interesse das regiões produtoras de cacau.

2. São da exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos. Contudo, à Comissão Editorial reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações aconselháveis ou necessárias.

3. Os trabalhos deverão ser encaminhados em 3 vias (original e duas cópias) datilografadas em uma só face do papel em espaço duplo e com margens de 2,5 cm. O texto deverá ser escrito corridamente, sem intercalações de figuras e quadros, que feitos em folhas separadas, devem ser anexados ao final do trabalho, acompanhados das respectivas legendas.

4. As figuras (gráficos, desenhos, mapas ou fotografias) não deverão ultrapassar a medida de 18 x 20 cm. Os gráficos e os desenhos serão feitos com tinta nanquim em papel vegetal, as fotografias, somente aceitas em preto e branco, serão copiadas em papel brilhante com bom contraste, os mapas serão confeccionados no tamanho máximo de 40 x 50 cm e em escala adequada a receberem redução para 11,5 x 18 cm, espaço máximo a ser ocupado pela mancha da página.

5. Os quadros deverão ser explicativos por si mesmos, podendo ser datilografados em papel deitado no tamanho máximo de folha ofício.

6. Deverá ser evitada a duplicidade de apresentação de dados, isto é, a apresentação simultânea em gráficos e quadros, cabendo ao(s) autor(es) optar(em) por uma delas.

7. Os trabalhos de pesquisas deverão ser organizados seguindo o estilo científico: Título, Resumo, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou a combinação dos dois últimos), Conclusões, Agradecimentos (quando for o caso) e Referências.

8. Aos trabalhos descritivos e monografias será reconhecida liberdade de estilo. Neste caso, contudo, o editor permite-se, quando necessário, proceder alterações para sanar falhas de estilo e especialmente evitar ambigüidades, consultando os autores em caso de dúvida. Qualquer que seja a forma de apresentação é indispensável a preparação de breve resumo do conteúdo do trabalho e sua tradução para o idioma inglês, a fim de compor o Abstract. Não se aceitam citações bibliográficas em notas de rodapé.

9. Deverão constar na primeira página, em chamada de rodapé, a qualificação profissional e endereço do(s) autor(es).

10. As citações bibliográficas no texto deverão ser feitas pelo sistema autor-ano. A Literatura Citada obedecerá a ordem alfabética dos nomes dos autores. Trabalhos de um mesmo autor serão citados na ordem cronológica das datas em que foram publicados, e quando do mesmo ano serão distinguidos acrescentando-se letras minúsculas ao número indicativo do ano (a, b, c etc.). Trabalhos até de três autores serão citados pelos nomes de todos, e de quatro ou mais, pelo nome do primeiro, seguido de et al., e o ano.

