

# AUTO-AGLOMERAÇÃO DE ABACATE EM PÓ OBTIDO POR ATOMIZAÇÃO<sup>1</sup>

SÉRGIO C.S. SANTOS<sup>2</sup> e JOSÉ CAL-VIDAL<sup>3</sup>

**RESUMO** - Analisou-se a condição final de auto-aglomeração ou limite de não-fluidez de abacate em pó obtido por atomização em diversas condições ambientais de temperatura (7°C a 45°C), umidade relativa (30% a 75%), e ainda sob diversos teores d'água e uso de adionantes (lactose, carboxi-metil-celulose (CMC) e amido de milho). Tal condição foi influenciada de modo acentuado pela temperatura e umidade relativa, tendo sido encontrados valores críticos a partir dos quais sua influência cresce marcadamente. O teor d'água das amostras também exerce um importante papel na condição de não-fluidez, que se torna significativo com o aumento da temperatura. A adição de lactose e amido - ao contrário do que se esperava - favoreceu a condição de auto-aglomeração. O CMC não propiciou modificações significativas.

Termos para indexação: limite de não fluidez, teor d'água, lactose, amido de milho.

## CAKING OF SPRAY-DRIED AVOCADO POWDER

**ABSTRACT** - The caking condition or nonflow limit of spray-dried avocado powder was determined for several environmental conditions of temperature (7°C to 45°C), relative humidity (30% to 75%), besides water content and the use of body substances (lactose, carboxy-methyl-cellulose (CMC) and corn starch). Such condition was greatly affected by the environment temperature and relative humidity, with critical values found for these variables from which their effect on the degree of caking changes drastically. The water content of the samples also plays an important role on the nonflow condition, which becomes significant as temperature increases. While the addition of lactose and corn starch unexpectedly had a negative effect in depressing the degree of caking, CMC presented a non-significant effect on that property.

Index terms: nonflow limit, water content, lactose, corn starch.

## INTRODUÇÃO

A utilização de alimentos desidratados tem-se expandido nos últimos anos de modo crescente. Entre outras razões se destacam a maior facilidade de acondicionamento, estocagem e transporte, maior vida de prateleira, e suas múltiplas possibilidades de utilização.

O processo de atomização é largamente empregado em produtos alimentícios, como o leite e café. Seu emprego em frutos ainda é um tanto limitado por razões técnicas e econômicas. O método de desidratação consiste na conversão dos sólidos de uma solução ou pasta em um produto em pó e seco, numa única operação. A rapidez do processo oferece várias vantagens, sendo uma das principais o fato dos sólidos contidos no material sendo desidratado não serem aquecidos a altas temperaturas (Masters 1976). Tal realidade cresce em

importância quando se trata de desidratar alimentos termo-sensíveis, onde o tempo e grau de aquecimento constituem fatores operacionais críticos (Seltzer & Settelmeyer 1949).

O abacate é um fruto que apresenta um extrato seco elevado, com alto teor de óleo que pode variar entre as cultivares comerciais (Instituto de Tecnologia de Alimentos 1978, Biale & Young 1971). Este alto teor em gordura e o baixo teor de açúcar facilitam 'a priori' a secagem destes frutos por atomização, tendo em vista as dificuldades normalmente encontradas no emprego deste processo em materiais com alto teor de açúcar, como a caramelização e conseqüente aderência do produto às paredes da câmara de secagem.

A condição de livre fluidez de pós alimentares é de grande interesse técnico e comercial. No caso de frutos, é reconhecida a tendência destes pós em apresentarem problemas de fluidez pela formação de aglomerados de alta consistência (caking) (Peleg et al. 1973, Gois 1981, Carvalho 1983). Entre os mecanismos responsáveis pela auto-aglomeração merecem destaque a cristalização de substâncias dissolvidas (Makower & Dye 1956, Lazar &

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 30 de abril de 1985.

<sup>2</sup> Eng. - Químico, M.Sc., Dep. de Ciência dos Alimentos (ESAL). CEP 37200 Lavras, MG.

<sup>3</sup> Eng. - Químico, M.Sc., Dr. Eng., Dep. de Ciência dos Alimentos (ESAL). CEP 37200 Lavras, MG.

Morgan 1966), a formação de pontes líquidas entre partículas (Peleg 1977, Scoville & Peleg 1981, Pietsch 1969, Peleg & Mannheim 1977), e a formação de pontes sólidas (Peleg et al. 1973). Como fatores que contribuem para estes mecanismos tem-se a umidade, temperatura, presença de micro-partículas (inferiores a 100 micra) e grau de compactação dos pós (Peleg & Mannheim 1969 e 1977, Mannheim 1974, Neumann 1953, Moreyra & Peleg 1980). Alguns autores têm recomendado a adição de substâncias diversas para impedir ou minimizar a ocorrência de auto-aglomeração em pós de frutos desidratados (Audu et al. 1978, Brennan et al. 1971, Hamano et al. 1976, Siddappa & Nanjundaswamy 1960).

O presente trabalho tem por objetivo verificar a influência do acondicionamento ambiental (umidade relativa e temperatura), além do teor d'água no grau de auto-aglomeração do abacate em pó, e comprovar a possibilidade de utilização de sólidos de natureza química diversa (lactose, carboxi-metil-celulose-CMC, e amido de milho) para diminuir esse grau de auto-aglomeração.

#### MATERIAL E MÉTODOS

**Pré-tratamentos** - Polpa de abacate a ser desidratada obtida de abacates maduros (da variedade Prince) após trituração em liquidificador, teve previamente incorporada as seguintes substâncias: lactose, na forma de soro láctico em pó (CICOBRA, Nestlé, São Paulo, SP), amido de milho-Morex 1920 (Refinações de Milho Brasil, Ltda., São Paulo, SP) e carboxi-metil-celulose-CMC. Estas substâncias foram incorporadas nas quantidades de 5%, 10% e 20% (lactose e amido de milho), e 0,5%, 1,0% e 1,2% (CMC).

**Atomização** - O abacate contendo as adições previamente indicadas foi desidratado numa unidade-piloto de atomização, dispoendo de atomizador a disco girando a 22 mil RPM. O ar de secagem foi regulado para uma vazão de entrada igual a 11 m<sup>3</sup>/min, com uma temperatura de entrada de 200°C, e de 100°C na saída. A quantidade de material na alimentação correspondeu a uma vazão de 2 lb/hr (900 g/hr, aproximadamente).

**Condiçõamentos ambientais** - As amostras de material desidratado em pó ( $\pm 5$  g) foram acondicionadas em frascos abertos e transferidas para dessecadores contendo os níveis de umidade relativa desejados, conforme técnica de Rockland (1960). Estes dessecadores eram, a seguir, dispostos em estufas termostatadas, a temperaturas de 7°C, 25°C, 35°C e 45°C, onde permaneciam por 18 horas.

**Teor d'água das amostras** - O teor inicial d'água das

amostras foi determinado pelo método gravimétrico da Association of Official Analytical Chemists (1975), e o final calculado em base seca.

**Grau de auto-aglomeração (caking)** - O grau de auto-aglomeração ou condição de não-fluidez foi tomado como sendo o percentual granulométrico retido numa peneira com forames de 2 mm, após vibração por 4 minutos em vibrador Produest, com regulagem de vibração no seu nível máximo (na escala número 10).

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Grau de auto-aglomeração de pó de abacate sob diversas condições ambientais**

A Fig. 1 mostra a influência da umidade relativa (UR) no grau de auto-aglomeração de abacate em pó a diferentes temperaturas. Constataram-se valores maiores para maiores umidades relativas, sendo esta influência acentuada com o aumento da temperatura. Note-se, ainda, a existência de valores críticos nas baixas temperaturas (7°C e 25°C), que tendem a desaparecer nas temperaturas superiores (35°C e 45°C).

A Fig. 2 mostra a influência da temperatura sobre o grau de auto-aglomeração, a diferentes níveis de UR. Constata-se o mesmo tipo de fenômeno observado na Fig. 1 com a temperatura exercendo efeito mais pronunciado sobre o grau de auto-aglomeração em níveis elevados de UR (acima de 75%). Para níveis inferiores de UR, há sempre um valor crítico de temperatura a partir do qual ela passa a influenciar o grau de auto-aglomeração de modo mais significativo. Este valor é tanto maior quanto menor é o nível de umidade relativa a que está exposto o material. Para o nível mais baixo de UR (31% - 32%), observa-se não haver influência da temperatura sobre o grau de auto-aglomeração das amostras, na faixa considerada (7°C - 45°C). O observado está de acordo com outros trabalhos publicados. Peleg & Mannheim (1977), Peleg et al. (1973) constataram um aumento do grau de auto-aglomeração (ou diminuição do grau de fluidez) com a elevação da UR em diversos materiais. Pilpel & Britten (1979) e Hamano & Sugimoto (1978) constataram o aumento do grau de auto-aglomeração em substâncias contendo ácidos graxos, durante a elevação da temperatura a que eram submetidas amostras contendo tais substâncias.

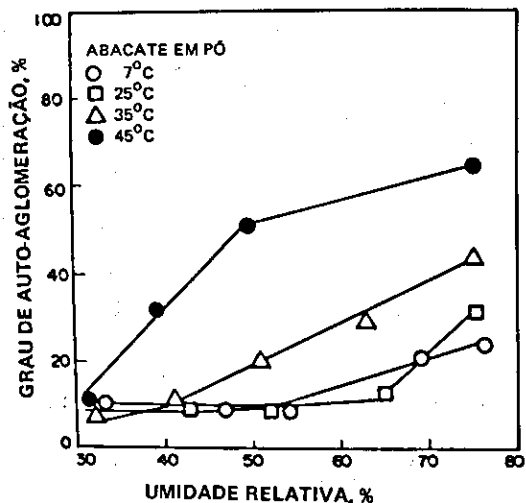


FIG. 1. Efeito da umidade relativa no grau de auto-aglomeração de pó de abacate, em diversas temperaturas.

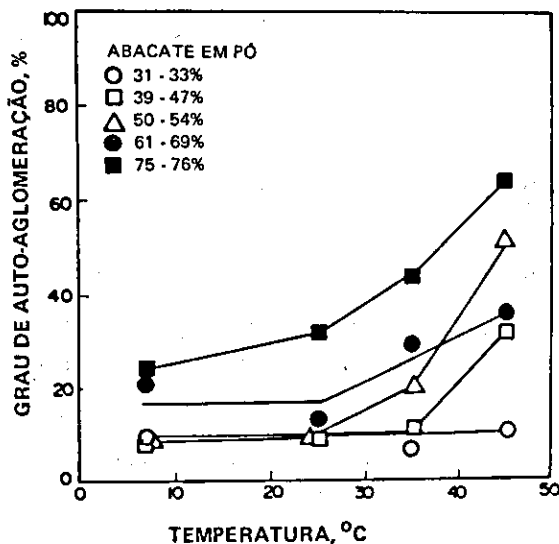


FIG. 2. Efeito da temperatura no grau de auto-aglomeração de abacate em pó, em diversos níveis de umidade relativa.

Grau de auto-aglomeração de pó de abacate em função do seu teor d'água

A Fig. 3 mostra a influência do teor d'água no grau de auto-aglomeração das amostras de abacate

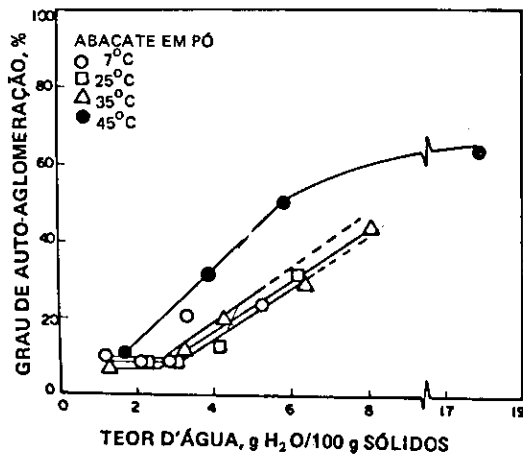


FIG. 3. Efeito do teor d'água no grau de auto-aglomeração de pó de abacate, em diversas temperaturas.

em pó, em diversas temperaturas. Observa-se que, quanto maior o teor d'água para qualquer temperatura, tem-se um aumento do grau de auto-aglomeração, fato que sobressai na temperatura de 45°C. Os resultados encontrados são comparáveis aos obtidos por Hamano & Sugimoto (1978) e Peleg et al. (1973), que correlacionaram o aumento do teor d'água com um maior grau de auto-aglomeração em derivados de soja em pó e cebola em pó, respectivamente. A influência maior do teor d'água sobre o grau de auto-aglomeração nas mais altas temperaturas deve-se, provavelmente, ao fato de que o abacate em pó, conforme se vê na Fig. 4, absorve um teor d'água maior à medida que aumenta a temperatura. O aumento é mais significativo em níveis maiores de UR. Este aumento de absorção d'água com o aumento da temperatura constitui comportamento inverso ao apresentado por outros pós alimentares, segundo a literatura (Gois 1981, Carvalho 1983). Hamano & Sugimoto (1978) e Berlin et al. (1970), por outro lado, já observaram um comportamento similar ao apresentado pelo abacate, quando trabalhando com leite em determinadas faixas de umidade relativa.

Grau de auto-aglomeração de abacate em pó sob a influência de aditivos

Os gráficos das Fig. 5 a 7 mostram a influência da umidade de equilíbrio no grau de auto-aglomeração

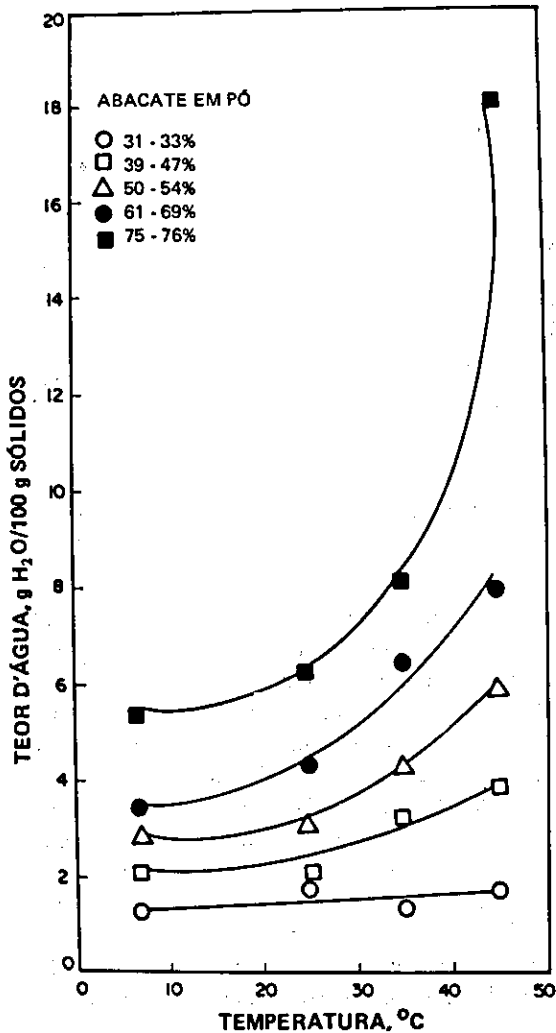


FIG. 4. Efeito da temperatura no teor d'água absorvida pelo pó de abacate, em diversos níveis de UR.

ração de pós de abacate contendo níveis diversos dos adionantes lactose, Morex e CMC, na temperatura de 35°C. Verifica-se claramente, pelas Fig. 5 e 6, a ineficácia de lactose e Morex na redução do grau de auto-aglomeração do pó de abacate. Na totalidade das observações evidencia-se tal fato ao perceber-se que a amostra controle (0% adição) foi a que apresentou menor grau de auto-aglomeração e os níveis de adição foram agravando tal tendência de modo gradativo.

Muito embora a literatura sugira a adição de

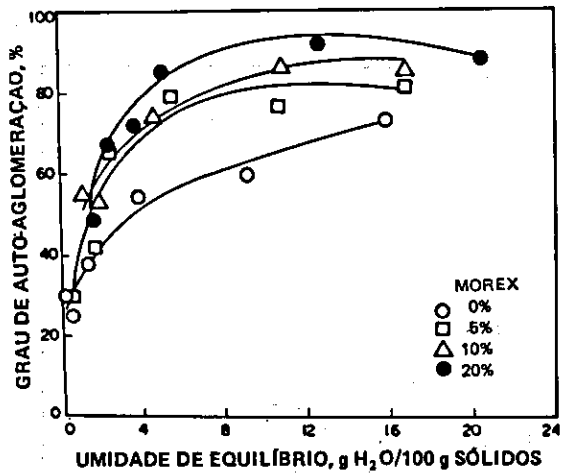


FIG. 5. Efeito da umidade de equilíbrio no grau de auto-aglomeração de pó de abacate contendo lactose, a 35°C.

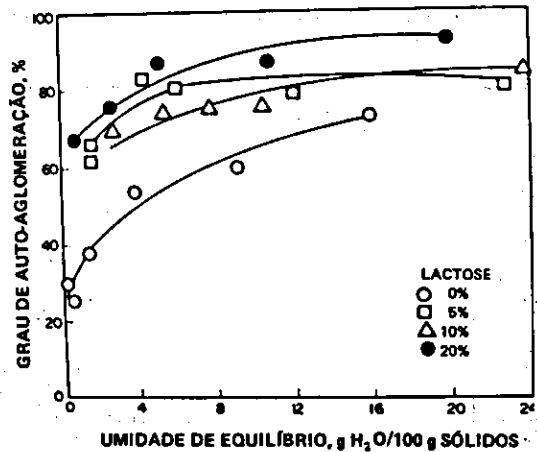


FIG. 6. Efeito da umidade de equilíbrio no grau de auto-aglomeração de pó de abacate contendo amido de milho (Morex), a 35°C.

lactose e amido de milho (Morex) em frutos desidratados, como tomate, laranja, damasco, pêssigo, etc. - ricos em açúcar e pobres em gorduras - o presente estudo mostra que tal recomendação não pode ser aplicada a alimentos como o abacate, fruto rico em gordura e relativamente pobre em açúcares.

A Fig. 7 mostra a influência de CMC no grau de auto-aglomeração do abacate em pó. Nestes resul-

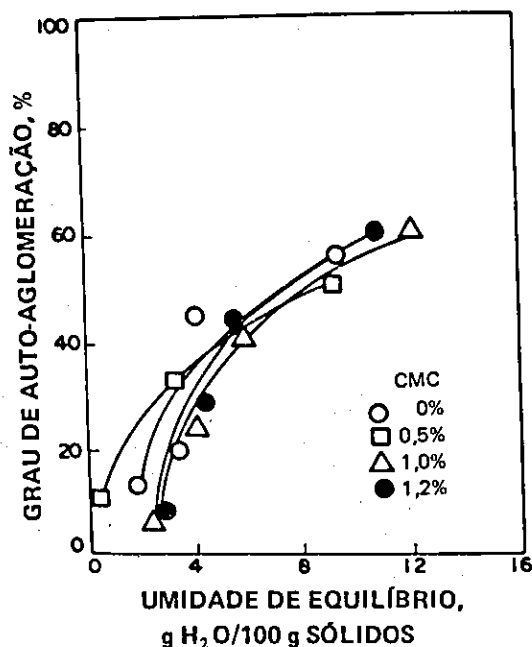


FIG. 7. Efeito da umidade de equilíbrio no grau de auto-aglomeração de pó de abacate contendo CMC, a 35°C.

tados pode-se observar uma superposição das curvas dos tratamentos sobre a curva controle, nos diversos níveis de CMC. Tal fato sugere a pouca influência do CMC no grau de auto-aglomeração, nos níveis sob tratamento, a qual pode ser explicada pela má distribuição de CMC nas amostras, em razão de sua alta insolubilidade.

**CONCLUSÕES**

1. A auto-aglomeração de abacate em pó é significativamente dependente da umidade relativa ambiental a que o mesmo é exposto, sendo esta dependência acentuada com o aumento da temperatura do meio.

2. Ao contrário do observado para outros produtos, o abacate em pó tem a propriedade de aumentar a capacidade de absorção d'água com o aumento da temperatura. Tal fato favorece o aumento da influência do fator 'teor d'água' no grau de auto-aglomeração com o aumento da temperatura.

3. O uso de aditivos como a lactose, Morex e CMC mostraram-se ineficazes para reduzir o potencial de auto-aglomeração do abacate em pó obtido pelo processo de atomização.

**AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq (Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo apoio financeiro concedido para realização deste projeto.

**REFERÊNCIAS**

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington, EUA. Official methods of analysis. 12.ed. Washington, 1975.

AUDU, T.O.K.; LONCIN, M. & WEISSER, H. Sorption isotherms of sugars. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 11(1): 31-4, 1978.

BERLIN, E.; ANDERSON, B.A. & PALLANSCH, M.J. Effect of temperature on water vapor sorption by dried milk powder. *J. Dairy Sci.*, 53(2):146-9, 1970.

BIALE, J.B. & YOUNG, R.E. The avocado pear. In: HULME, A.C., ed. *The biochemistry of fruits and their products*. Londres, Academic Press, 1971. p.1-63.

BRENNAN, J.G.; HERRERA, J. & JOWITT, R. A study of some of the factors affecting the spray-drying of concentrated orange juice, on a laboratory scale. *J. Food Technol.*, 6:295-307, 1971.

CARVALHO, R.F. de. Higroscopicidade e autoaglomeração (caking) de pós liofilizados de goiaba (*Psidium guajava* L.) contendo agentes "anti-caking". s.l., ESAL, 1983. 156p. Tese Mestrado.

GOIS, V.S. de. Comportamento higroscópico do mamão liofilizado com vistas ao estabelecimento de seu potencial de "caking". s.l., ESAL, 1981. 114p. Tese Mestrado.

HAMANO, M.; AOYAMA, U. & SUGIMOTO, H. Effect of sugars on water sorption of powdered soy sauce. *J. Agric. Chem. Soc.*, 50(7):311-7, 1976. Em japonês.

HAMANO, M. & SUGIMOTO, H. Water sorption, reduction of caking and improvement of free flowingness of powdered soy sauce and miso. *J. Food Process. Preserv.*, 2:185-96, 1978.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Campinas, SP. *Abacate*. Campinas, 1978. v.1. (Série Frutas Tropicais).

LAZAR, M.E. & MORGAN, A.I. Instant apple sauce. *Food Technol.*, 20(4):179-81, 1966.

MAKOWER, B. & DYE, W. Equilibrium moisture content and crystallization of amorphous sucrose and glucose. *J. Agric. Food Chem.*, 4(1):72-7, 1956.

- MANNHEIM, C.H. Determination of the chemical and physical factors which regulate hygroscopicity in dehydrated foods as a basis for preventing water uptake, prolonging their storage life; research report 080-037. Haifa, Institute of Technology, 1974.
- MASTERS, K. Spray-drying; an introduction to principles, operational practice and applications. Londres, G. Godwin, 1976.
- MOREYRA, R. & PELEG, M. Compressive deformation patterns of selected food powders. *J. Food Sci.*, 45:864-8, 1980.
- NEUMANN, B.S. Powders. In: HERMANS, J.J., ed. Flow properties of disperse systems. s.l., 1953. p.382-422.
- PELEG, M. Flowability of food powders and methods for its evaluation; a review. *J. Food Process Eng.*, 1:303-28, 1977.
- PELEG, M. & MANNHEIM, C.H. Caking of onion powders. *J. Food Technol.*, 4:157-60, 1969.
- PELEG, M. & MANNHEIM, C.H. The mechanism of caking of powdered onion. *J. Food Process. Preserv.*, 1:3-22, 1977.
- PELEG, M.; MANNHEIM, C.H. & PASSY, N. Flow properties of some food powders. *J. Food Sci.*, 38(6):959-64, 1973.
- PIETSCH, W.B. Adhesion and agglomeration of solids during storage, flow and handling; a survey. *J. Eng. Ind.*, 1969. p.435-49.
- PILPEL, N. & BRITTEN, J.R. Effects of temperature on the flow and tensile strengths of powders. *Powder Technol.*, 22:33-4, 1979.
- ROCKLAND, L.B. Saturated salt solutions for static control of relative humidity between 5 and 40°C. *Anal. Chem.*, 32(10):1375-6, 1960.
- SCOVILLE, E. & PELEG, M. Evaluation of the effects of liquid bridges on the bulk properties of model powders. *J. Food Sci.*, 46(1):174-7, 1981.
- SELTZER, E. & SETTELMEYER, J.T. Spray-drying of foods. *Adv. Food Res.*, 2:399-533, 1949.
- SIDDAPPA, G.S. & NANJUNDASWAMY, A.M. Equilibrium relative humidity (ERH) relationships of fruit juice and custard powders. *Food Technol.*, 14(10):533-7, 1960.