

# SECAGEM AMBIENTAL E ARTIFICIAL DE MANDIOCA<sup>1</sup>

F. CHIEPPE<sup>2</sup>, V.D. DE CARVALHO<sup>3</sup>, R. CASTRO-GÓMEZ<sup>4</sup> e J. CAL-VIDAL<sup>5</sup>

RESUMO - Três variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) com possibilidades de utilização na produção de álcool foram submetidas a desidratação ambiental ( $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e artificial ( $40$  e  $60^\circ\text{C}$ ). As raízes, de tamanhos diversos, foram cortadas em fatias de 0,5 cm de espessura, com diâmetros variando entre 2,5 cm e 6 cm. Curvas típicas de perda de água em função dos diâmetros e superfície específica foram obtidas para cada variedade, nas condições experimentais sob estudo. As curvas de velocidade de secagem revelam diferenças significativas na cinética de remoção de água, para as diferentes variedades. Além da análise de secagem, foram avaliados os teores de amido para cada caso, não tendo sido encontradas perdas significativas nos métodos de secagem utilizados. Estes resultados são de interesse na aplicação de técnicas de desidratação na preservação de mandioca utilizável nas usinas de álcool.

Termos para indexação: mandioca, secagem, técnicas de preservação.

## NATURAL AND ARTIFICIAL DRYING OF CASSAVA

ABSTRACT - Three varieties of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) with possibilities of utilization in alcohol production were submitted to natural ( $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ) and artificial ( $40$  and  $60^\circ\text{C}$ ) drying. Roots of several sizes were cut into slices of 0,5 cm thickness with diameters ranging from 2,5 cm to 6 cm. Typical curves of water loss as a function of slice diameters and specific surface were made for each variety at the experimental conditions. Drying rates were affected by the root variety. The starch content remained almost the same after each treatment, as indicated by chemical and microscopic analyses. These results are of interest in the application of drying techniques for cassava preservation during handling and storage at the alcohol production plants.

Index terms: cassava, drying of cassava, preservation techniques.

## INTRODUÇÃO

O Brasil está ingressando com passo firme na era do álcool. Tal realidade está exigindo o desenvolvimento de novas matérias-primas e novas técnicas para sua preservação, além de pesquisas para a seleção de processos alternativos de fermentação (Castro-Gomez et al. 1981). A mandioca, que constitui alimento humano da maior importância (FAO 1972, Phillips 1974 e Seidemann 1978), transformou-se de repente em material importantíssimo como fonte de amido para a produção de álcool no País.

Booth et al. (1976) analisaram algumas mudanças na qualidade de mandioca durante o armaze-

namento, dando ênfase a alterações no conteúdo de açúcares e amido. Métodos de preservação de mandioca foram propostos: Zapata & Riveros (1978) sugeriram o uso de ceras imediatamente após a remoção das raízes do solo; Ingram & Humphries (1972) propuseram o uso da refrigeração; e Booth & Coursey (1974), a utilização de técnicas diversas de armazenamento e acondicionamento, desenvolvidas através de várias pesquisas no Tropical Products Institutes (TPI), na Inglaterra.

Técnicas de desidratação de mandioca foram investigadas por Lavigne (1966), Igbeka (1977), e Chirife & Cachero (1969). Best (1979), do CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia), reviu técnicas de secagem natural para mandioca e subprodutos, cujas aplicações em formulações alimentares têm sido avaliadas por diversos autores (Thanh et al. 1978 e Vitti et al. 1978). Processos e mecanismos de desidratação de alimentos foram estudados por Chirife (1971), Andrade et al. (1979, 1980), Mazza & Lemagner (1980). O grupo de Chirife (1969, 1971) formulou a hipótese da não-existência de períodos de velocidade constante, com o mecanismo de difusão go-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 23 de dezembro de 1981.

<sup>2</sup> Estudante do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570 - Viçosa, MG.

<sup>3</sup> M.Sc. e Dr. em Ciência dos Alimentos, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, CEP 37200 - Lavras, MG.

<sup>4</sup> M.Sc. em Microbiologia Aplicada, Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Caixa Postal 37 - CEP 37200 - Lavras, MG.

<sup>5</sup> M.Sc. em Ciência de Alimentos e Ph.D. em Engenharia de Alimentos, ESAL - Lavras, MG.

vernando a cinética de remoção da água durante todos os períodos de secagem. Igbeka (1977) e Leonhardt (1976) estabeleceram umidades de equilíbrio de produtos de mandioca desidratados. O efeito da variedade de material vegetal na velocidade de desidratação foi investigado por Estevez & Figueirola (1976), trabalhando com cenouras, dentre outros produtos.

Avaliações do teor de amido de mandioca foram feitas por Pacheco & Conagin (1955) e Rosenthal et al. (1977); e dos efeitos de processamentos e condições de armazenamento, por Nara (1979) e Pacheco (1954).

Neste trabalho, é apresentada uma análise da cinética de secagem ambiental e artificial de três variedades de mandioca, acompanhada de uma avaliação química e microscópica para estabelecer os possíveis efeitos da secagem no teor e integridade do amido presente em cada variedade.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de mandioca das variedades Branca de Sta. Catarina, Riqueza e Mantiqueira (18-21 meses) foram obtidas em Campos Experimentais da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), sendo imediatamente conduzidas aos Laboratórios do Departamento de Ciência dos Alimentos da ESAL (Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG), onde o trabalho experimental foi realizado.

Secagem ambiental e artificial. As raízes, de tamanhos diversos, foram cortadas em fatias com 0,5 cm de espessura, distribuídas em grupos de cinco fatias com diâmetros aproximadamente iguais.

A secagem ambiental foi conduzida em sala com sistema de ventilação forçada, a uma temperatura de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa de 60 a 70%. A secagem artificial ( $40$  e  $60^\circ\text{C}$ ) foi feita em estufas Fanem (Modelo 001/13 SP), com controle de temperatura e circulação de ar. A intervalos de tempo preestabelecidos, foram feitas determinações gravimétricas (balança analítica Mettler) no material, para avaliar a cinética de secagem.

Análise de cinética de secagem. A partir de amostras representativas das variedades sob estudo, foi determinado o conteúdo de sólidos totais segundo método da Association of Official Analytical Chemists (1970). As curvas típicas foram construídas tomando-se as diferenças entre o peso do material e os sólidos totais nos diversos intervalos de tempo de secagem. A velocidade de remoção da água, para cada processo, foi determinada calculando-se a tangente à curva típica e os valores assim obtidos foram graficados contra o conteúdo de água, no intervalo de tempo considerado.

Análise química e microscópica. Para determinação do teor de amido nas diversas etapas de secagem, foi utilizado o método de Somogy (Nelson 1944), e a integridade dos grânulos foi avaliada através do microscópio Olympus (Modelo CBB), acoplado a uma câmara fotográfica Laica com filme Panatomic.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra o perfil de composição química média das variedades de mandioca utilizadas neste estudo. De acordo com Juste Jr. e Vieira Neto<sup>6</sup>, a variedade Branca Sta. Catarina apresenta o teor de amido mais alto, e a Riqueza, o maior teor protéico. A proximidade na composição de amido e de açúcares totais das variedades Riqueza e Mantiqueira pode ter significação no comportamento das mesmas durante a secagem.

Curvas típicas da desidratação ambiental e artificial para cada variedade são apresentadas nas Fig. 1 a 9. A maior velocidade de perda de água para os diâmetros menores é devida a diferenças na superfície específica das fatias. A superfície específica é dada por:

$$S_e = \frac{A (\text{Área})}{V (\text{Volume})}$$

$$\text{onde } A = \frac{\pi D^2}{2} + 0,5 \pi D; V = 0,5 \times \frac{\pi D^2}{4}$$

TABELA 1. Composição química média das variedades sob estudo.

Variedade	Água (%)	Amido <sup>b</sup> (%)	Açúcares totais (%) <sup>a</sup>	Proteína <sup>b</sup> (%)
Branca Sta. Catarina	56,5	34,71	2,05	2,79
Riqueza	53,6	25,37	2,16	3,03
Mantiqueira	57,2	27,45	2,16	2,73

<sup>a</sup> Juste Jr. (1980)

<sup>b</sup> Vieira Neto (1980).

<sup>6</sup> Comunicação Pessoal, 1980.

Por exemplo, se  $D_1 = 2,3$  cm e  $D_2 = 5$  cm, teremos

$$S_{e_1} = \frac{11,92}{2,08} = 5,73 \text{ e } S_{e_2} = \frac{47,10}{9,81} = 4,80$$

Nas Fig. 10 a 18 são apresentados gráficos relacionando a queda do teor de umidade e a superfície específica. De modo geral, a "queda" varia linearmente com o aumento da superfície específica, principalmente na secagem a 40°C. A 60°C, a relação sofre algumas anomalias, conforme se pode observar numa análise mais detida das curvas. O mesmo acontece, ainda que em menor grau, na secagem ambiental (25°C).

Curvas típicas (em gr/gr. sólidos) mostrando o efeito da temperatura de secagem em cada variedade são apresentadas nas Fig. 19 a 24. Os resultados foram graficados em duas diferentes escalas de tempo, para facilitar a análise comparativa. Enquanto na secagem ambiental (Fig. 19 a 21) as curvas evidenciam a existência de períodos relativamente curtos de velocidade constante em relação ao tempo total de secagem, o mesmo não acontece para a secagem a 40 e 60°C (Fig. 22 a 24). Neste caso, vemos que - notadamente para as variedades Branca Sta. Catarina e Riqueza - há longos períodos de velocidade constante. Tal fenômeno não se verifica para a variedade Mantiqueira, nas mesmas condições de secagem. Os resultados na Fig. 22 mostram, ainda, uma mesma velocidade de secagem para a variedade Branca de Sta. Catarina para ambas as temperaturas. Nas Fig. 25 e 26 é apresentada a cinética de secagem ambiental para as diversas variedades. Os resultados evidenciam mudanças estruturais no produto, que se refletem na cinética de remoção da água. As três variedades, durante a secagem ambiental, mostram que as mudanças de estrutura no produto não são tão acentuadas, permitindo quedas graduais de velocidade durante todo o processo de secagem e levando a admitir a inexistência de conteúdos críticos de umidade bem definidos. Por outro lado, na análise de secagem a 40 e 60°C (Fig. 27 e 28), as variedades Branca de Sta. Catarina e Riqueza mostram conteúdos críticos de umidade bem definidos, indicando que uma mudança estrutural do produto estaria influenciando os mecanismos de remoção

da água. Para a variedade Mantiqueira, na secagem a 40°C encontramos períodos intermediários curtos de velocidade constante, seguidos de um longo período constante, sugerindo a possibilidade de mudanças estruturais gradativas atingindo um nível crítico semelhante às demais variedades. A 60°C, esta mesma variedade apresenta um comportamento totalmente diverso das demais - Branca de Sta. Catarina e Riqueza -, inclusive o fato de não possuir um conteúdo crítico de umidade bem definido, como aconteceu com as demais variedades.

A Fig. 29 mostra o efeito da temperatura na velocidade máxima de secagem para cada variedade. Concluímos que a variedade Mantiqueira é a que oferece uma maior resposta à temperatura operacional, seguida da variedade Riqueza. A Branca de Sta. Catarina apresenta um outro comportamento, não respondendo ao aumento de temperatura. Tais resultados ratificam o diferente comportamento das três variedades com relação às mudanças estruturais discutidas acima.

Os efeitos dos diferentes métodos de secagem no teor de amido para cada variedade são apresentados nas Fig. 30, 31 e 32. Pelos resultados das análises químicas, verifica-se que não houve diferenças significativas no teor de amido, nos diversos níveis de secagem. As amostras da secagem ambiental apresentaram crescimento de fungos, provocando uma redução dos teores de amido nas três variedades. Tal decorre do alto teor de umidade de equilíbrio final das amostras submetidas à secagem ambiental. Este problema, todavia, poderá ser resolvido com a inclusão de pré-tratamentos com soluções fungicidas (por exemplo, benzoato de sódio), em proporções adequadas, a serem definidas em estudo mais específico. Os graus de secagem estão definidos na Tabela 2. As Fig. 33 a 35 mostram resultados da análise microscópica dos grânulos de amido das diversas variedades. Observe-se a morfologia dos grãos da variedade Riqueza, que apresentam um formato diferente em relação às demais variedades. Em todos os casos não pudemos detectar efeitos do grau de secagem na integridade dos grânulos de amido.

Estes resultados permitem-nos recomendar a aplicação de técnicas de desidratação na preservação das variedades de mandioca estudadas, devendo destacar-se a variedade Mantiqueira como

TABELA 2. Definição dos graus de secagem ambiental e artificial.

Grau de secagem	Teores de umidade (%)		
	Ambiental (25°C)	Artificial (40°C)	Artificial (60°C)
I	56-59	50-53	58-60
II	47-52	30-41	37-44
III	14-17	11-21	4-6
IV	-	8-10	1-2
V	-	< 8	< 1

a mais apropriada para desidratação, excluindo outros fatores que podem influenciar sua industrialização.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos aos Professores Manoel L. Gavilanes, Lisete C. Davide e Pedro de Castro Neto, do Departamento de Biologia da ESAL, pela assistência na realização das análises microscópicas e trabalho fotográfico.

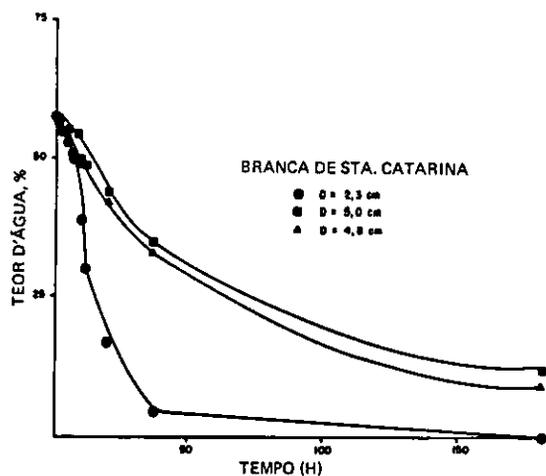


FIG. 1. Curvas típicas em porcentagem para a secagem ambiental de mandioca (variedade Branca Sta. Catarina), em fatias de diversos diâmetros.

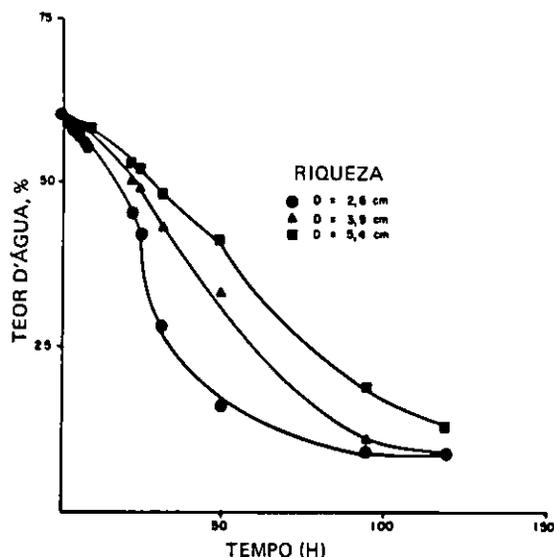


FIG. 2. Curvas típicas em porcentagem para a secagem ambiental de mandioca (variedade Riqueza), em fatias de diversos diâmetros.

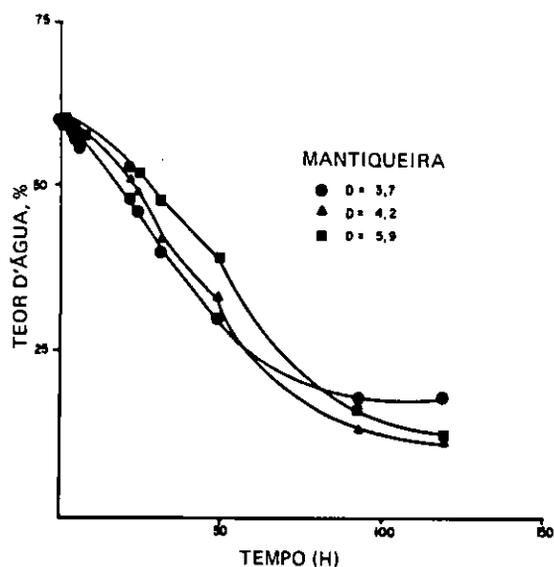


FIG. 3. Curvas típicas em porcentagem para a secagem ambiental de mandioca (variedade Mantiqueira), em fatias de diversos diâmetros.

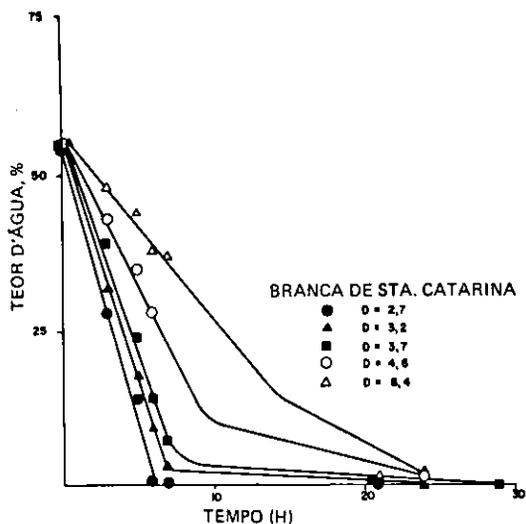


FIG. 4. Curvas típicas em percentagem para a secagem artificial (40°C) de mandioca (variedade Branca Sta. Catarina), em fatias de diversos diâmetros.

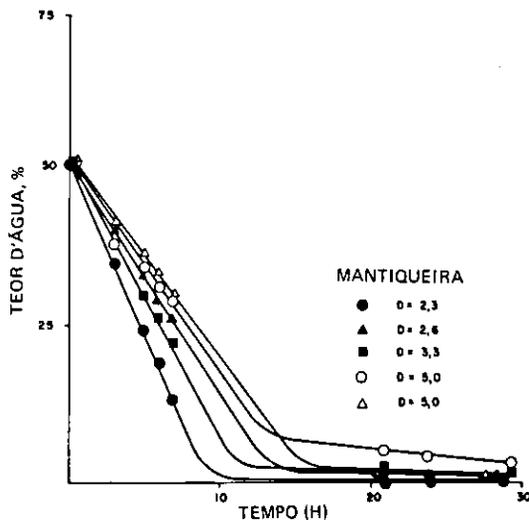


FIG. 6. Curvas típicas em percentagem para a secagem artificial (40°C) de mandioca (variedade Mantiqueira), em fatias de diversos diâmetros.

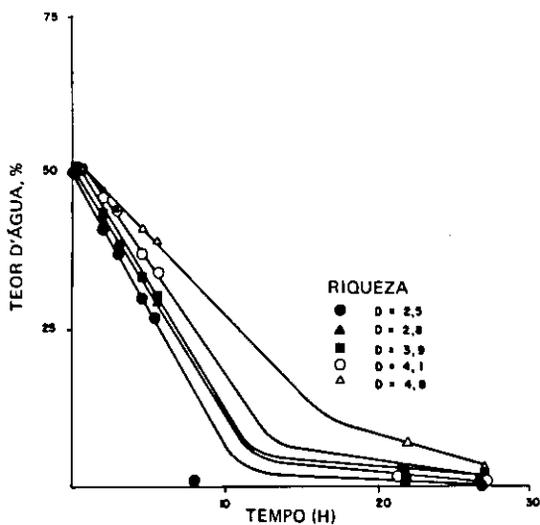


FIG. 5. Curvas típicas em percentagem para a secagem artificial (40°C) de mandioca (variedade Riqueza), em fatias de diversos diâmetros.

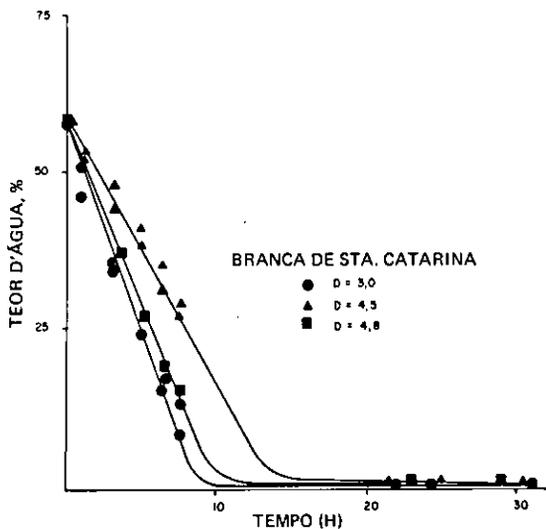


FIG. 7. Curvas típicas em percentagem para a secagem artificial (60°C) de mandioca (variedade Branca Sta. Catarina), em fatias de diversos diâmetros.

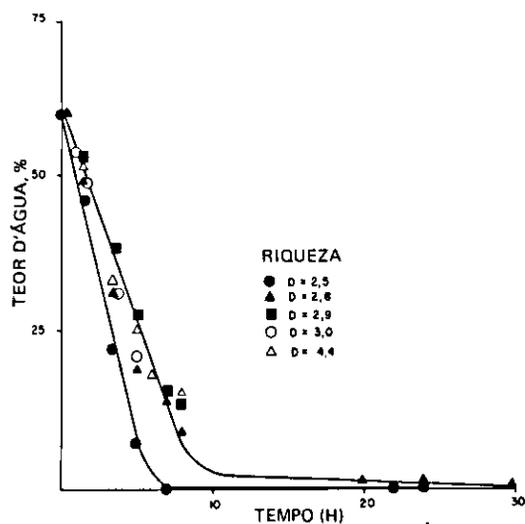


FIG. 8. Curvas típicas em percentagem para a secagem artificial (60°C) de mandioca (variedade Riqueza), em fatias de diversos diâmetros.

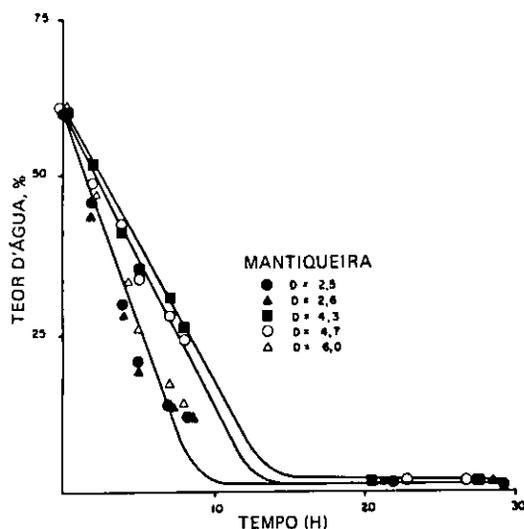


FIG. 9. Curvas típicas em percentagem para a secagem artificial (60°C) de mandioca (variedade Mantiqueira), em fatias de diversos diâmetros.

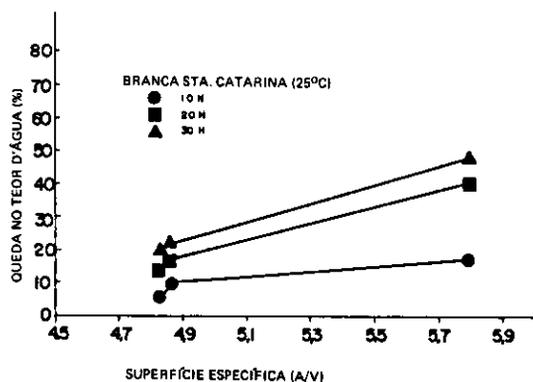


FIG. 10. Quedas do teor de umidade, em função da superfície específica de fatias de mandioca (variedade Branca Sta. Catarina), em três períodos da secagem ambiental (25°C).

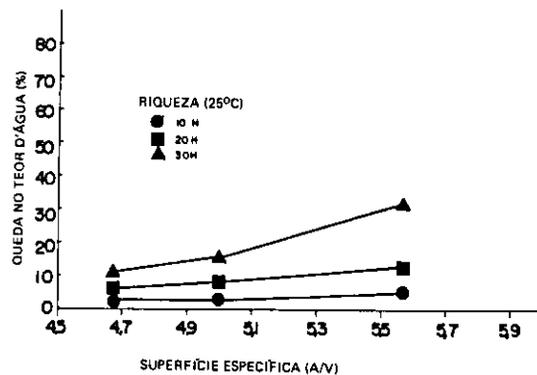


FIG. 11. Quedas do teor de umidade, em função da superfície específica de fatias de mandioca (variedade Riqueza), em três períodos da secagem ambiental (25°C).

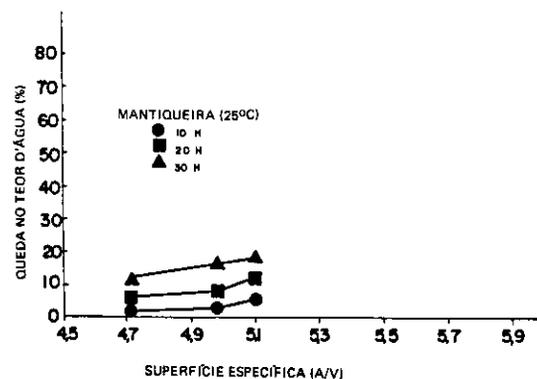


FIG. 12. Quedas do teor de umidade, em função da superfície específica de fatias de mandioca (variedade Mantiqueira) em três períodos da secagem ambiental (25°C).

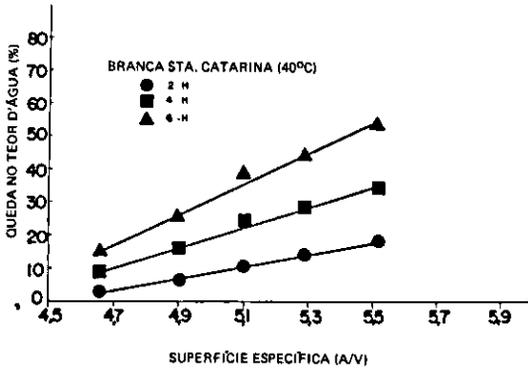


FIG. 13. Quedas do teor de umidade, em função da superfície específica de fatias de mandioca (variedade Branca Sta. Catarina), em três períodos da secagem artificial (40°C).

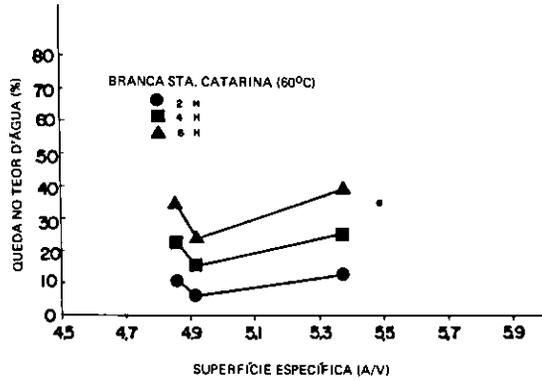


FIG. 16. Quedas do teor de umidade em função da superfície específica de fatias de mandioca (variedade Branca Sta. Catarina), em três períodos da secagem artificial (60°C).

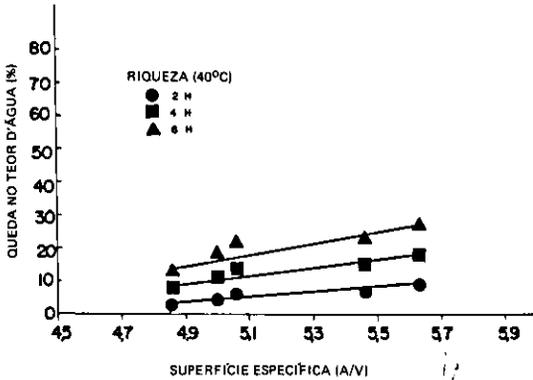


FIG. 14. Quedas do teor de umidade, em função da superfície específica de fatias de mandioca (variedade Riqueza) em três períodos da secagem artificial (40°C).

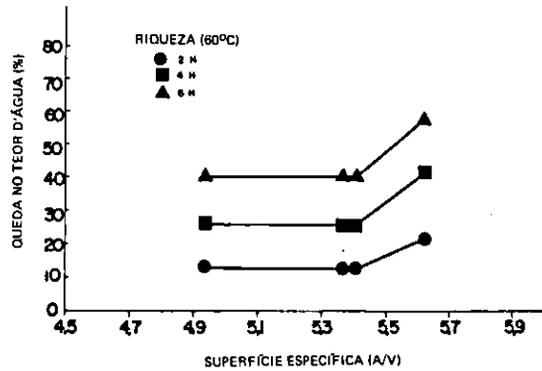


FIG. 17. Quedas do teor de umidade em função da superfície específica de fatias de mandioca (variedade Riqueza), em três períodos da secagem artificial (60°C).

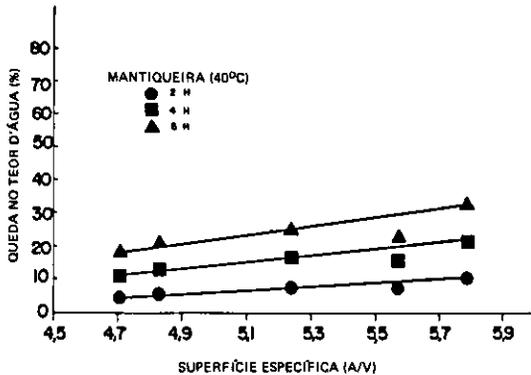


FIG. 15. Quedas do teor de umidade em função da superfície específica de fatias de mandioca (variedade Mantiqueira), em três períodos da secagem artificial (40°C).

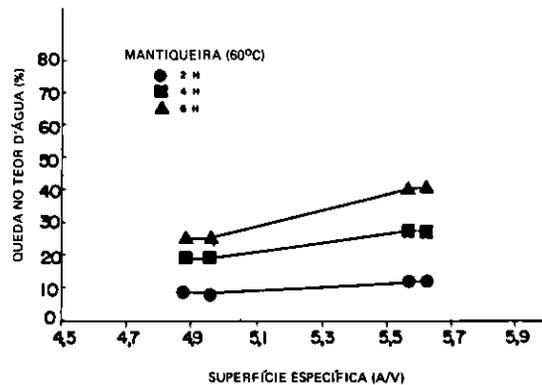


FIG. 18. Quedas do teor de umidade em função da superfície específica de fatias de mandioca (variedade Mantiqueira), em três períodos da secagem artificial (60°C).

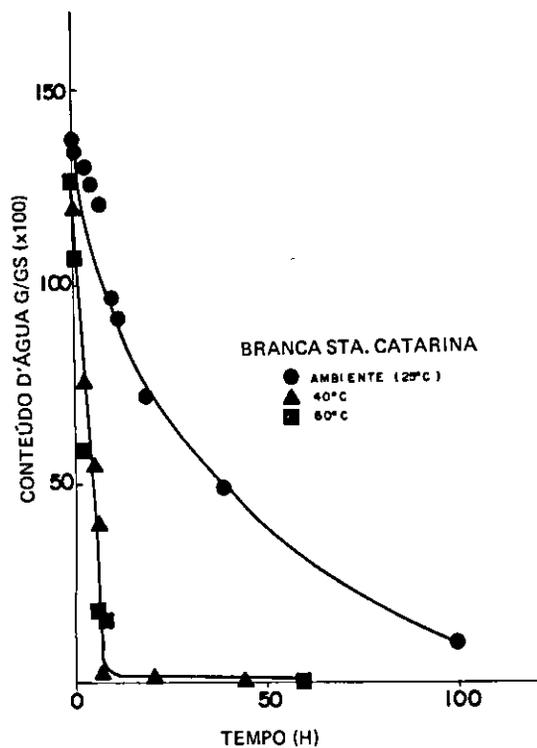


FIG. 19. Curvas típicas em g de água/g sólido para a secagem de mandioca (variedade Branca Sta. Catarina), a várias temperaturas, em escala reduzida.

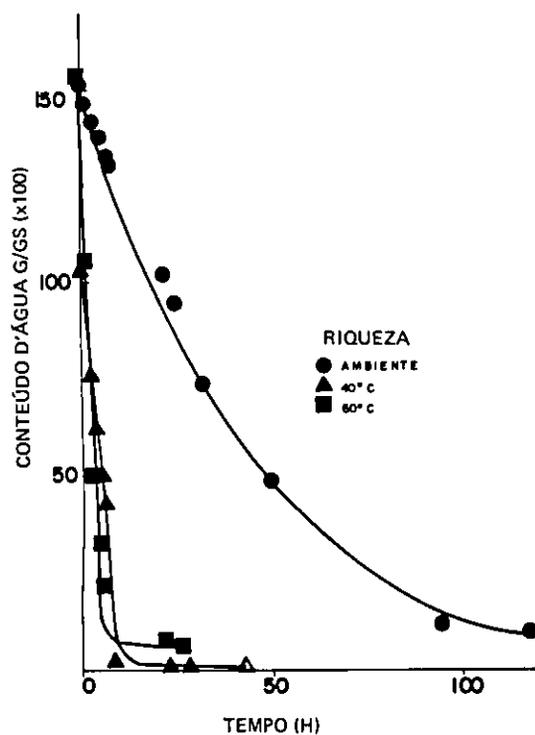


FIG. 20. Curvas típicas em g de água/g sólido para a secagem de mandioca (variedade Riqueza) a várias temperaturas, em escala reduzida.

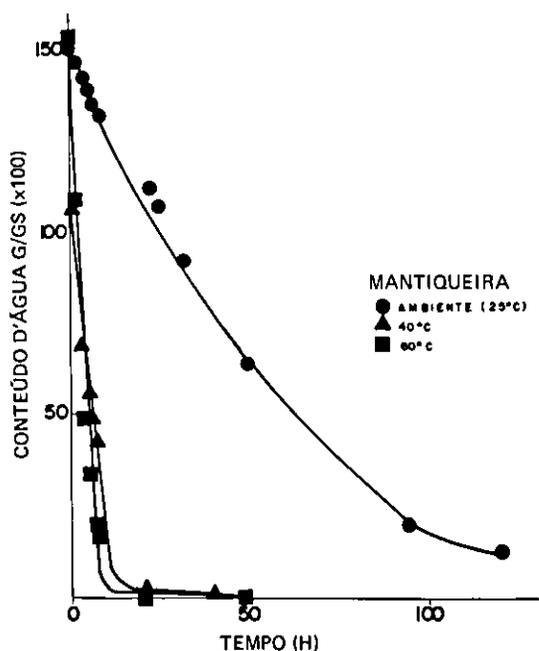


FIG. 21. Curvas típicas em g de água/g sólido para a secagem de mandioca (variedade Mantequeira) a várias temperaturas, em escla reduzida.

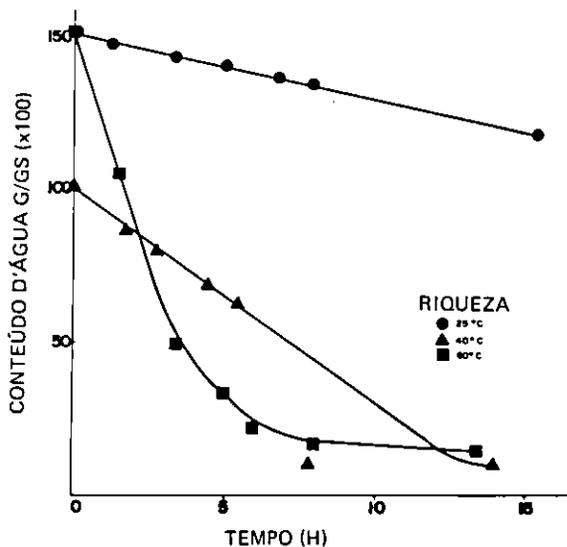


FIG. 23. Curvas típicas em g de água/g sólido para a secagem de mandioca (variedade Riqueza) a várias temperaturas, em escala expandida.

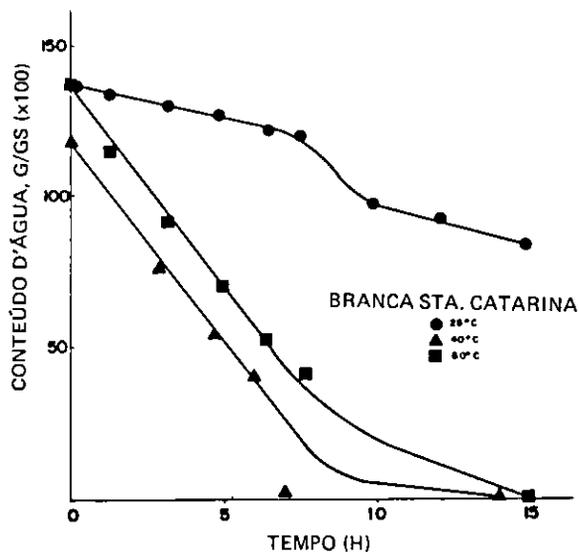


FIG. 22. Curvas típicas em g de água/g sólido para a secagem de mandioca (variedade Branca Sta. Catarina) a várias temperaturas, em escala expandida.

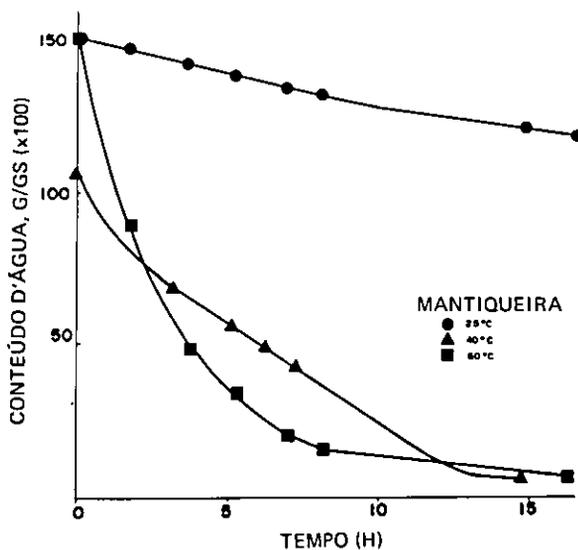


FIG. 24. Curvas típicas em g de água/g sólido para a secagem de mandioca (variedade Mantequeira) a várias temperaturas, em escala expandida.

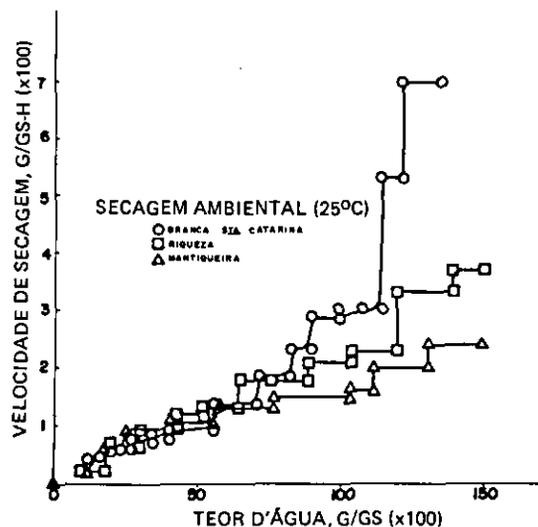


FIG. 25. Cinética da secagem ambiental (25°C) das diversas variedades de mandioca estudadas, em função do teor de umidade no material.

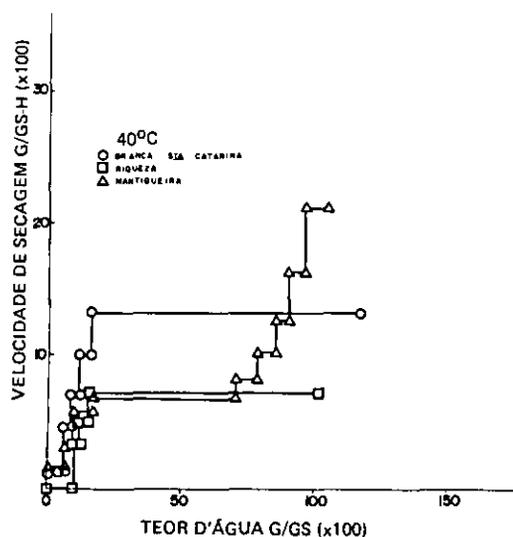


FIG. 27. Cinética da secagem artificial (40°C) das diversas variedades de mandioca estudadas.

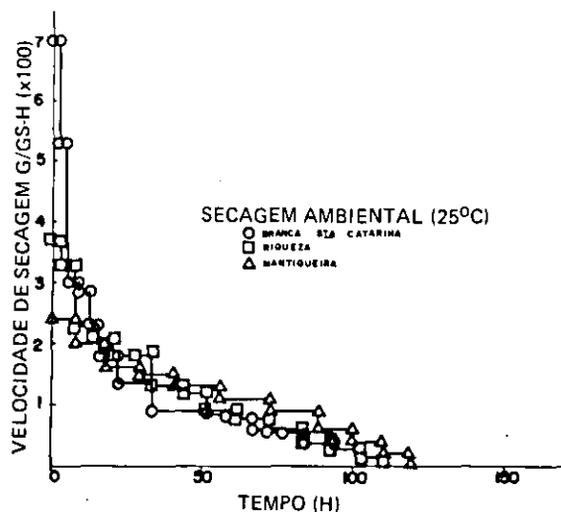


FIG. 26. Cinética da secagem ambiental (25°C) das diversas variedades de mandioca estudadas, em função do tempo de secagem.

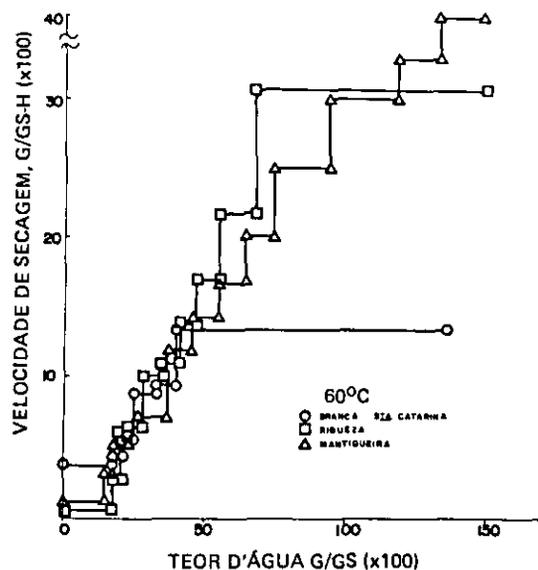


FIG. 28. Cinética da secagem artificial (60°C) das diversas variedades de mandioca estudadas.

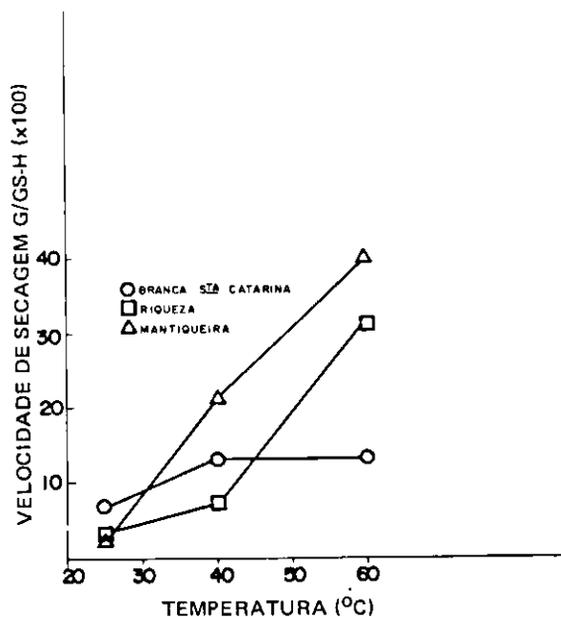


FIG. 29. Variação da velocidade máxima de secagem em função da temperatura de processo para as diversas variedades de mandioca estudadas.

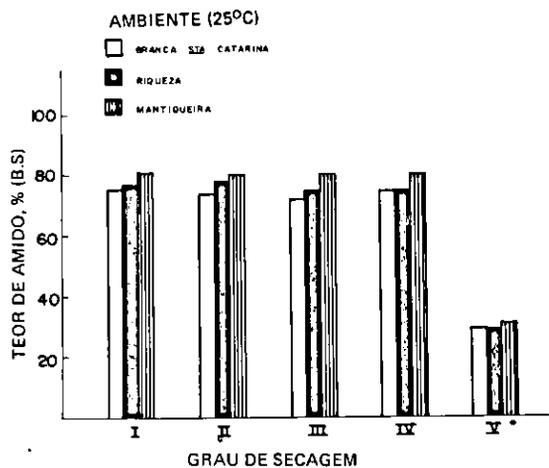


FIG. 30. Variações do teor de amido durante a secagem ambiental das variedades sob estudo.

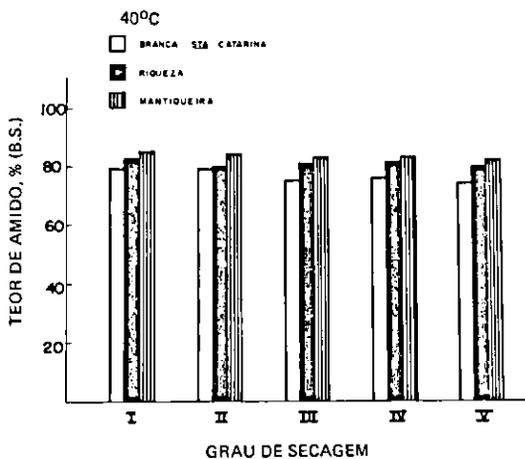


FIG. 31. Variações do teor de amido durante a secagem artificial (40°C) das variedades sob estudo.

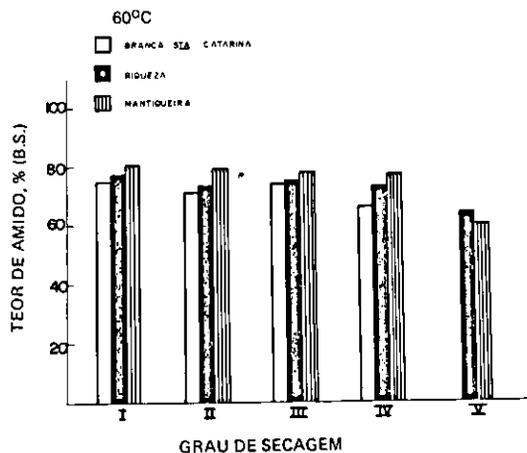


FIG. 32. Variações do teor de amido durante a secagem artificial (60°C) das variedades sob estudo. (Amostra da variedade Branca de Sta. Catarina no grau da secagem V perdida durante o ensaio).

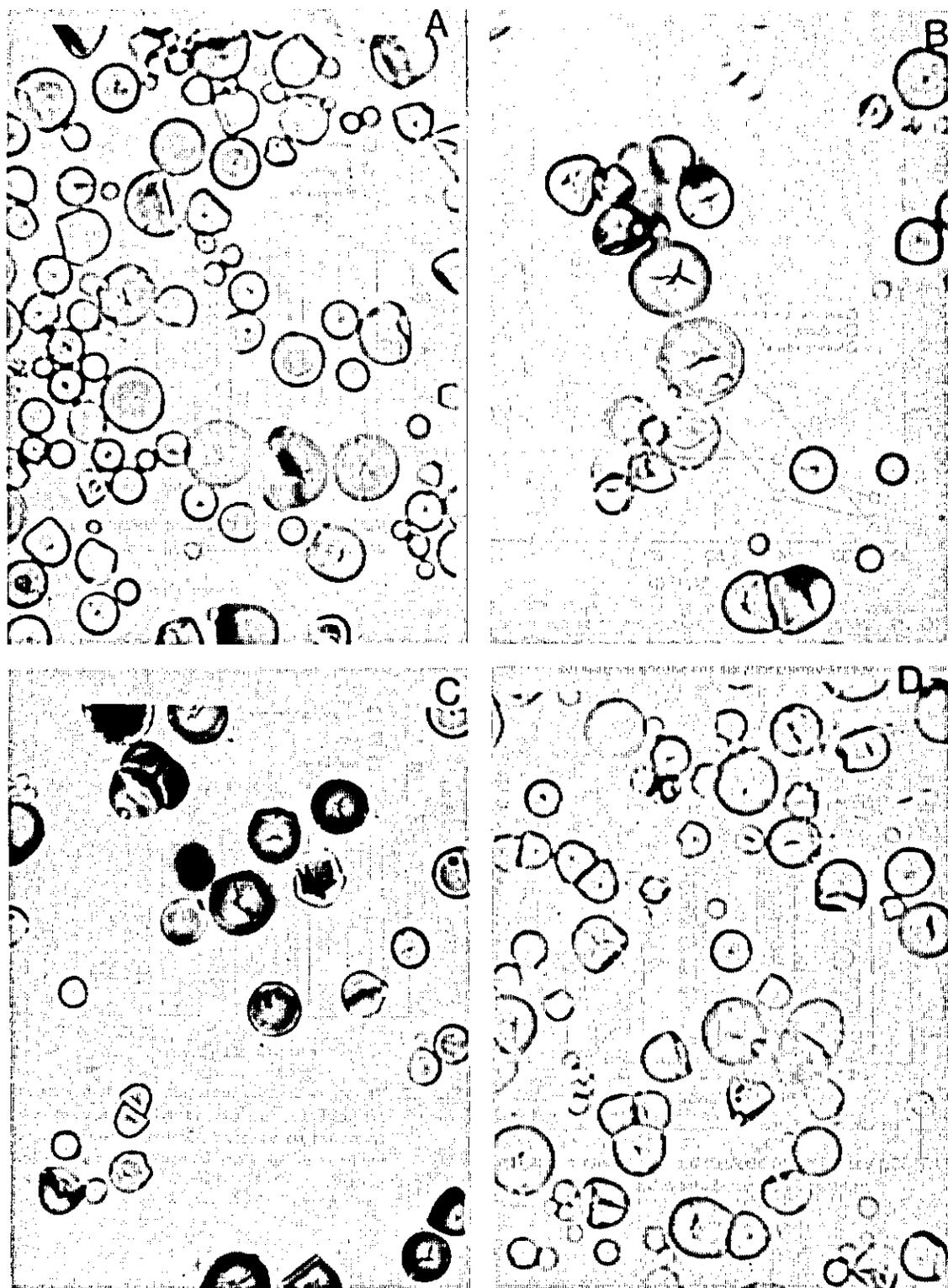


FIG. 33. Fotomicrografias (400x) de amido de mandioca (variedade Branca Sta. Catarina). A Controle. B Secagem Ambiental. C Secagem 40°C. D Secagem 60°C.

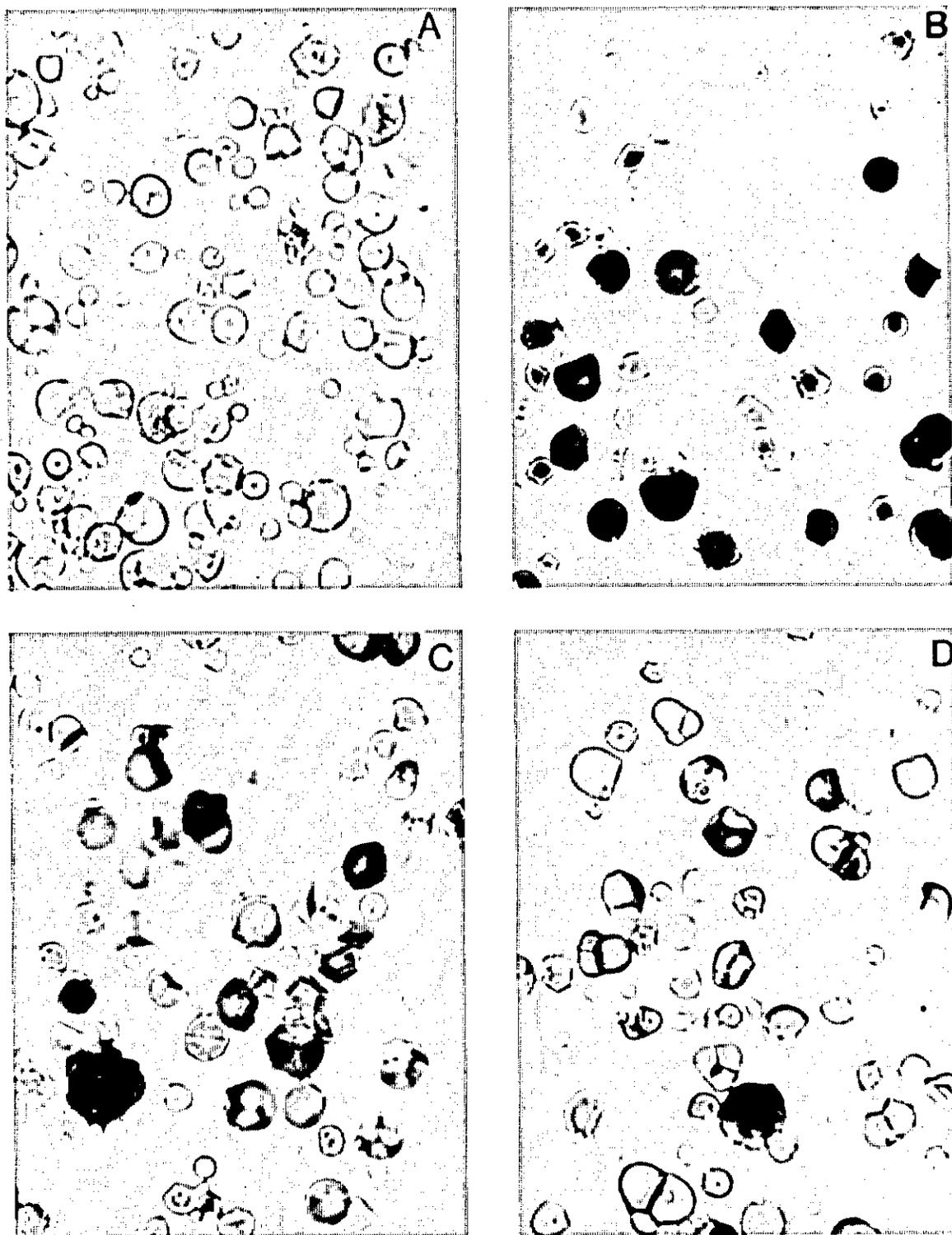


FIG. 34. Fotomicrografias (400x) de amido de mandioca (variedade Riqueza). A Controle. B Secagem Ambiental. C Secagem 40°C. D Secagem 60°C.

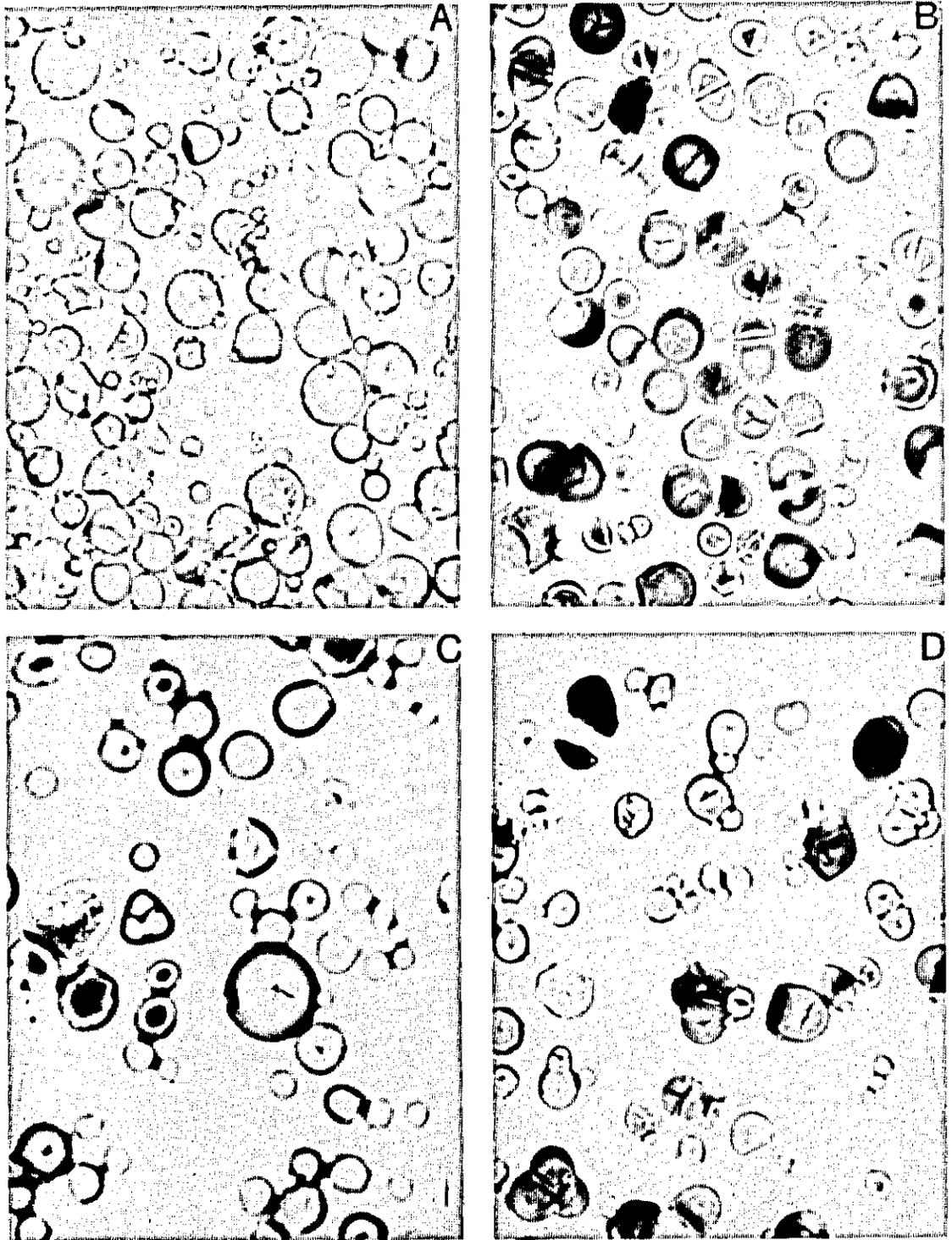


FIG. 35. Fotomicrografias (400x) de amido de mandioca (variedade Mantiqueira). A Controle. B Secagem Ambiental. C Secagem 40°C. D Secagem 60°C.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.S.; CARVALHO, V.D. de; CASTRO-GOMES, R. & CAL-VIDAL, J. Cinética da desidratção ambiental de banana-preta (*Musa sp.*) em diversas fases de amadurecimento. *R. Bras. Tecnol.*, 11:23-34, 1980.
- ANDRADE, J.S.; CARVALHO, V.D. de; CASTRO-GOMEZ, R. & CAL-VIDAL, J. Deshidratción ambiental y artificial de banana plata en diversas fases de maduración. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 3 & CONGRESO LATINO AMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1, Buenos Aires, Argentina, 1979. Anais... Prelo.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, WASHINGTON, EUA. Official methods of analysis, s.l., 1970.
- BEST, R. Cassava drying. s.l., Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cassava Information Center, 1979.
- BOOTH, R.H.; BUCKLE, T.S. de; CARDENAS, O.S.; GOMEZ, G. & HERVAS, E. Changes in quality of cassava during storage. *J. Food Technol.*, 11(3): 245-64, 1976.
- BOOTH, R.H. & COURSEY, D.G. Cassava processing and storage: In: INTERDISCIPLINARY WORKSHOP, Pattaya, Tailandia, 1974. Proceedings of an... p. 43-9. Ottawa, Canada, International Development Research Center, 1974.
- CASTRO-GOMEZ, R.; TAMBURINI, E.R. & CAL-VIDAL, J. Rendimento alcoólico de resíduos de frutas tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 4, Rio de Janeiro, 1981. Anais... Prelo.
- CHIRIFE, J. Diffusional process in the drying of tapioca root. *J. Food Sci.*, 36:327-30, 1971.
- CHIRIFE, J. & CACHERO, R.A. Through-circulation drying of tapioca root. *J. Food Sci.*, 35:364, 1969.
- ESTEVEZ, A.A.M. & FIGUEROLA, R.F. Six carrot cultivars from dehydration. *Invest. Agric.*, 2(1):43-6, 1976.
- FAO, Roma, Itália. Production yearbook. Roma, 1972.
- IGBEKA, J.C. Moisture movement and equilibria in the dehydration of cassava and white potato. *Diss. Abstr. Int.*, B 37(8):4064, 1977.
- INGRAM, J.S. & HUMPHRIES, J.R.O. Cassava storage. *Trop. Sci.*, 14:131, 1972.
- LAVIGNE, R. Étude sur le séchage du manioc. *Boletim, Madagascar*, 240:442-556, 1966.
- LEONHARDT, G.F. Umidades de equilíbrio de banana e mandioca. *R. bras. Tecnol.*, 7:103-6, 1976.
- MAZZA, G. & LAMAGNER, M. Dehydration of onions: some theoretical and practical considerations. *J. Food Technol.*, 15:181-94, 1980.
- NARA, S. Study on the heat of wetting of starch. *Starke*, 31(4):105-8, 1979.
- NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, 153:375, 1944.
- PACHECO, J.A.C. Alterações do teor de amido durante o armazenamento das raízes de mandioca. *Bragantia, Campinas*, 13:15-6, 1954.
- PACHECO, J.A.C. & CONAGIN, A. Amostragem de raízes de mandioca para determinação de amido. *Bragantia, Campinas*, 14:25-6, 1955.
- PHILLIPS, T.P. Cassava utilization and potential markets. Ottawa, Canada, International Development Research Center, 1974.
- ROSENTHAL, F.R.T.; GHIOTTI, A.M.T.; NAKAMURA, L.M.K. & NAKAMURA, T. Amidos de mandioca. Análise de variedades do Estado do Pará, Brasil. *Inf. INT.*, (15/16):25-34, 1977.
- SEIDEMANN, J. Importance and food uses of cassava products. *Beitrage zur Tropischen Landwirtschaft und Veteriarmedizin*, 16(4):431-8, 1978.
- THANH, N.C.; MUTTAMARA, S. & LOHANI, B.N. Field studies of Thai tapioca chips and pellets. *Thai J. Agric. Sci.*, 11(3):139-48, 1978.
- VITTI, P.; PIZZINATTO, A. & LEITÃO, R.F.F. Avaliações de "chips" de mandioca obtidos por dois processos utilizados em panificação. *B. Inst. Tecnol. Alim.* (59):89-98, 1978.
- ZAPATA, L.E.M. & RIVEROS, H.S. Preservación de tapioca. *Rev. Inst. Invest. Tecnol.*, 20(115):9-20, 1978.