

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

Vol. 14

Campinas, novembro de 1955

N.º 21

ENSAIOS SOBRE DESIDRATAÇÃO DE VEGETAIS (*)

ANDRÉ TOSELLO, *engenheiro agrônomo, Diretor da Divisão de Solos, Mecânica Agrícola e Tecnologia*, e ARY DE ARRUDA VEIGA, *engenheiro agrônomo, Seção de Tecnologia Agrícola, Instituto Agronômico*

RESUMO

Este trabalho, que reúne resultados de ensaios de secagem efetuados em Campinas pelo processo de ar quente, em um secador em forma de tunel vertical, semi-industrial e especialmente construído para esse fim, representa uma contribuição para o estudo da desidratação de diversos dos nossos alimentos.

Observou-se que os produtos amiláceos, tais como batatinha (*Solanum tuberosum* L.), cenoura (*Daucus carota* L. var. *sativa* D.C.), ervilhas (*Pisum sativum* L.), mandioca (*Manihot utilissima* Pohl) e mandioquinha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) podem ser secos entre 40 e 55°C de temperatura, em tempo variável de 5-10 horas, conforme a densidade de distribuição do material nas bandejas do secador. O feijão guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp.) bem como a batata doce (*Ipomoea batatas* Lam.) constituíram exceção ao tempo de secagem, levando 15 horas para secar.

1 - INTRODUÇÃO

Durante a última conflagração mundial, os trabalhos sobre desidratação de produtos agrícolas destinados à alimentação tiveram grande desenvolvimento e repercussão, principalmente nos Estados Unidos da América do Norte.

No Brasil o processo tem amplas perspectivas de sucesso, por se tratar de país tropical onde os produtos agrícolas são mais suscetíveis à deterioração causada por microorganismos, exigindo uma eficiente ação preservadora, mais prática e economicamente realizável por esse meio artificial de secagem.

Apesar deste assunto estar em evidência geralmente nos períodos de guerra, o interesse não tem diminuído até a presente data. Pelo contrário, em nosso país, tem aumentado sempre, e já saiu do âmbito experimental. Existem diversos estabelecimentos industriais que se dedicam à produção de alimentos desidratados de origem vegetal e animal.

Na Seção de Mecânica Agrícola do Instituto Agronômico, estes estudos foram iniciados em 1943. A princípio A. Tosello contou com a colaboração do Eng.º João Rambaldini (1) e depois do Eng.º Armando Foá (2). Posteriormente a Seção de Tecnologia Agrícola passou também a colaborar, por intermédio de Ary A. Veiga.

(*) Recebido para publicação em 14 de maio de 1955.

(1) Funcionário do I. Agronômico, já falecido.

(2) Ex-técnico contratado pelo I. Agronômico para assuntos de gazogênio.

Um pequeno resumo do que foi inicialmente realizado constou de uma palestra proferida na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (2).

A partir de 1947 os ensaios de desidratação ficaram unicamente a cargo da Seção de Tecnologia Agrícola do Instituto Agronômico, em vista da Seção de Mecânica Agrícola ter sido desligada dêste Instituto, passando a pertencer a outro departamento.

O presente trabalho reúne alguns dados e observações sôbre desidratação e conservação de produtos de diversas espécies vegetais incluídos na dietética brasileira. São resultados obtidos de cêrca de 81 ensaios, realizados de 1943 a 1950 no mesmo secador e com a mesma técnica de secagem.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Foram ensaiados os seguintes produtos agrícolas : batata doce (*Ipomoea batatas* Lam.), batatinha "White rose" (*Solanum tuberosum* L.), beringelas (*Solanum melongena* L.), cebolas (*Allium cepa* L.), cenouras (*Daucus carota* L. var. *sativa* D. C.), couve "Manteiga" (*Brassica oleracea* L.) couve-flor "Quatro estações" (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* D. C.), ervilhas (*Pisum sativum* L.), espinafres (*Spinacea oleracea* L.), feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), mandioca "Vassourinha" (*Manihot utilissima* Pohl), mandioquinhas (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.), pimentão (*Capsicum frutescens* L. var. *grossum* Bailey), repólho "Pé curto da Holanda" (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.), e tomates "Santa Cruz" (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

O processo de secagem adotado foi o do ar quente, tendo sido utilizado um secador em forma de tunel vertical, semi-industrial e especialmente construído para êsse fim, no Instituto Agronômico. Nêste secador o material é colocado em gavetas de fundo reticulado, constituído de fibra vegetal (juta, rami ou sisal) e sobrepostas umas às outras. Uma corrente de ar aquecido por meio de resistência elétrica atravessa essas gavetas.

O produto prèviamente preparado em fatias, fitas ou cubos, é colocado nas gavetas ; a disposição e quantidade da matéria prima nestas distribuída tem grande importância, por influir no tempo de secagem, no rendimento térmico do secador e na perda de carga do ar ao atravessar a massa. Costuma-se referir como densidade de distribuição, o peso do produto colocado na gaveta por unidade de área (gramas por decímetro quadrado).

As temperaturas adotadas, a densidade de distribuição e o volume de ar utilizado nêstes ensaios foram os mais indicados de acôrdo com ensaios preliminares anteriormente efetuados no mesmo secador experimental (1, 2).

O preparo preliminar dos materiais estudados, de um modo geral seguiu o esquema seguinte.

Colheita — Todo o material foi colhido como se fosse para consumo, e trabalhado nas primeiras 34 horas.

Limpeza e preparo — Após lavagem rigorosa em água corrente, o material foi preparado da seguinte maneira : batatinha, batata doce, beringela, cebola e mandioca, descascadas e divididas em fatias de 2 a 5 mm de espessura ; cenoura, limpeza e divisão em fatias de 2 a 4 mm ; couve e

couve-flôr, retirados os talos ; ervilhas e feijão guandu, debulhados ; espinafre, limpeza e divisão em fatias de 1 a 2 mm ; pimentões, abertos pelo meio e eliminadas as sementes ; repólho, retirada dos talos e divisão em fatias de 10 mm de largura ; tomate, divisão em fatias de 2 a 3 mm.

“**Branqueamento**”⁽³⁾ — Esta operação, que é a última antes da secagem, consistiu na imersão do produto já limpo e subdividido, em solução levemente alcalina, à temperatura de ebulição, durante alguns minutos, da seguinte maneira :

Batatinha	Sol. NaCl 0,5%	durante 4 minutos aproximadamente
Batata doce	Água fervente	” 9 ” ”
Cenoura	Sol. NaCl 1,5%	” 4 ” ”
Couve	Sol. NaCl 2,0%	” 4 ” ”
Couve-flôr	Sol. NaCl 3,0%	” 4 ” ”
Ervilha	Sol. NaCl 2,0%	” 4 ” ”
Espinafre	Sol. NaCl 3,0%	” 2 ” ”
Feijão guandu	Sol. NaCl 1,0%	” 6 ” ”
Mandioca	Sol. NaCl 1,0%	” 4 ” ”
Mandioquinha	Sol. NaCl 1,0%	” 4 ” ”
Repólho	Sol. NaCl 1,0%	” 6 ” ”
Tomate	Sol. NaCl 2,0%	” 4 ” ”

Beringela, cebola e pimentão não sofreram a operação de “branqueamento”.

3 - RESULTADOS

Nas condições dêstes ensaios considerados no quadro 1, verificamos, em caráter preliminar, que os produtos amiláceos tais como cenoura, ervilha, feijão guandu, mandioca e mandioquinha, podem ser sêcos entre 40 e 55°C de temperatura, em tempo variável, de cinco a 10 horas, dependendo principalmente da densidade de distribuição. Assim, enquanto para a mandioca a uma densidade de distribuição de 160 o tempo de secagem foi de 10 horas, a 45°C, a mandioquinha, com uma densidade de distribuição igual a 40 levou apenas cinco horas para secar a 50°C.

O feijão guandu e batata doce constituem exceção ao tempo de secagem, pois ambos levaram 15 horas para secar ; isto se deve ao fato de o primeiro possuir um pericarpo (casca) bastante impermeável, que dificulta a evaporação, e o segundo conter açúcar.

O tempo de secagem para os outros produtos (para as mesmas condições de temperatura, 40 e 55°C) variou entre 8 e 12 horas, exceção feita para a cebola.

A perda de carga está relacionada com a densidade de distribuição do produto, conforme podemos ver pelo quadro 1.

No início da secagem, quando o produto está úmido, a densidade de distribuição e a perda de carga são grandes ; à medida que o produto vai

(3) Termo empregado pelos norte-americanos e adotado em outros países.

QUADRO 1. — Características físicas anotadas durante os ensaios de secagem de diversos materiais de origem vegetal

MATERIAL	Secagem			Condições atmosféricas				Perda de carga do ar quente em mm de água	
	Temp.ª média	Tempo	D/D	Temperatura		Umidade relativa		Início	Fim
				min.	máx.	min.	máx.		
	°C	h	g/dm ³	°C	°C	%	%		
Batatinha	50	8	40	15	22	55	64	8	2
Batata doce	45	15	40	20,5	30	50	73	11	1
Beringela	55	8	---	22,5	33,5	63	70	8	1
Cebola	55	23	---	15,5	28	37	73,5	15	3
Cenoura	45	9	---	24	27,5	50,6	69	13	0
Couve	55	8	75	21	30	38,5	58	22	1,5
Couve-flor	50	8	---	15	21	50	83	5	2
Ervilha	55	8	65	18	26,5	51	83	2	0
Espinafre	45	8	40	16	26,5	46	76	14	2
Feijão-guandu	50	15	65	20	25	56	60	2	0
Mandioca	45	10	160	17,5	24	36,8	70	20	4
Mandioquinha	50	5	40	26	35,5	40,6	72	3	1
Pimentão	50	12	---	17	27	32	73	10	2
Repólho	45	11	120	20	29,5	70	80	15	1
Tomate	50	11	40	22,5	30	40	62	4	1

QUADRO 2. — Características tecnológicas referentes aos materiais de origem vegetal utilizados nos ensaios de desidratação ao ar quente

MATERIAL	Pêso			Volume			Umidade a 100-105°C.			Ponto de saturação ao ar	Relação de reidrat.º
	original	limpo	desidrt.º	original	limpo	desidrt.º	original	desidrt.º	reidrat.º		
Batatinha	100	88	17	100	---	89	84	9	75	10	91
Batata doce	100	65	19	100	68	46	64	7	60	11	93
Beringela	100	78	12	---	---	---	89	---	---	---	---
Cebola	100	93	11	---	---	---	90	7	---	---	---
Cenoura	100	82	7	100	80	35	90	7	---	---	---
Couve	100	63	8	100	---	66	86	7	78	10	91
Couve-flor	100	54	5	---	---	---	---	---	---	---	---
Ervilha	100	54	20	100	27	10	65	9	52	10	82
Espinafre	100	44	3	100	61	12	92	7	80	9	86
Feijão-guandu	100	40	11	100	38	---	73	10	62	10	85
Mandioca	100	67	22	---	---	---	56	8	56	11	100
Mandioquinha	100	83	25	100	---	70	73	7	70	10	88
Pimentão	100	---	14	---	---	---	85	---	---	---	---
Repólho	100	69	9	100	---	11	94	7	90	9	95
Tomate	100	79	4	100	---	41	94	7	---	---	---

Quadro 3. — Resultados obtidos na desidratação de diversos materiais de origem vegetal e na sua preservação por diferentes métodos

MATERIAL	MATERIAL DESIDRATADO			Conservação
	Observações organolépticas		Aspecto	
	Sabor			
Batatinha	Bom	Claro, duro, quebradiço		Boa, em sacos de papel impermeável durante 12 meses
Batata doce	Regular	Amarrelado, duro		Regular, no mesmo envólucro, durante seis meses
Beringela	Regular	Escuro, folheado		Difícil
Cebola	Bom	Claro, folheado		Difícil
Cenoura	Excelente	Alaranjado, duro e quebradiço		Boa, em sacos de papel impermeável durante 12 meses
Couve	Regular	Verde, folheado		Difícil
Couve-flor	Bom	Amarrelado, quebradiço		Difícil
Ervilha	Excelente	Verde claro, duro		Boa, em sacos de papel impermeável durante 12 meses
Espinafre	Regular	Verde, folheado		Difícil
Feijão-guandu	Bom	Verde escuro, duro		Boa, em sacos de papel impermeável durante 12 meses
Mandioca	Bom	Raspas, claras		Boa, em sacos de papel impermeável durante 12 meses
Mandioquinha	Excelente	Raspas, amarelas		Boa, em sacos de papel impermeável durante 12 meses
Pimentão	Regular	Secos, escuros		Difícil
Repólho	Regular	Verde claro, folheado		Difícil
Tomate	Regular	Vermelho, folheado		Difícil

secando a densidade de distribuição vai diminuindo, o mesmo acontecendo com a perda de carga.

A quantidade média de ar, nas condições em que foi utilizado o secador, é da ordem de 15 m³ minuto, no início da secagem, aumentando para 19 m³/min., no fim. Levando em conta as dimensões do secador, pode-se admitir que a velocidade do ar quente dentro do secador foi da ordem de 0,4 a 0,5 m/seg.

Os resultados possibilitaram também calcular as proporções gravimétricas e volumétricas entre o produto no estado original, e limpo e desidratado, conforme se constata pelo quadro 2. Verificamos que os produtos amiláceos dão rendimento muito maior em peso, exceção feita à cenoura.

Apresentamos também, no quadro 2, os dados referentes à umidade dos produtos originais, desidratados e reidratados. Verifica-se que a umidade final do produto desidratado é pouco maior no produto amiláceo.

Os dados de umidade do produto reidratado foram obtidos após duas horas de imersão em água fria ; e os dados de saturação ao ar se referem às condições médias do ambiente em que foram realizados os ensaios, ou sejam, temperatura de 28°C e umidade relativa 65%.

A palatabilidade do produto desidratado foi determinada em comparação com o mesmo quando fresco. Foi estabelecida uma tabela de classificação, a saber : excelente, bom, regular e ruim. Chamamos de **excelente** o produto desidratado cujo gosto é igual ao do fresco ; **bom**, aquele cujo gosto é inferior ao fresco ; **regular**, o produto desidratado bastante inferior ao fresco, porém ainda aceitável ; **ruim**, o produto desidratado, **sem gosto**. Os vegetais desidratados e que forneceram produtos **ruins** não foram mencionados neste trabalho (estão nesta categoria os seguintes: alface, agrião e almeirão).

É evidente que o paladar é uma característica extremamente variável e depende sobretudo do indivíduo e do modo de utilizar o produto. Os resultados inseridos no quadro 3 representam, aproximadamente, a média do paladar de algumas pessoas brasileiras.

Os produtos amiláceos desidratados conservam-se bem quando acondicionados apenas em papel impermeável ao passo que os outros produtos são de difícil conservação. Classificamos de difícil conservação o produto que, embora acondicionado em invólucros impermeáveis, não se conserva bem. Este exige sistema de acondicionamento mais perfeito, como por exemplo latas fechadas contendo gás carbônico.

4 - CONCLUSÕES

1.^a — Os produtos amiláceos são os que melhor se prestam para a desidratação, deles se destacando, quanto ao gosto : a cenoura, ervilha e mandioquinha, como **excelentes** ; e a batatinha, mandioca e o feijão guandu, como **bons**.

2.^a — De um modo geral os vegetais branqueados dão produtos desidratados **bons** para a alimentação, quando submetidos a uma secagem nas condições destes ensaios, cuja temperatura do ar esteja entre 45 e 55°C.

3.^a — Em quasi todos os casos verificou-se ser indispensável o branqueamento para se obter um bom produto, pois aqueles que não sofreram êste tratamento se revelaram bastante inferiores quanto ao sabor.

4.^a — A densidade de distribuição do material nos tabuleiros influi sensivelmente na economia da secagem, sendo que, para uma densidade média de 40 a 55 g/dm² e uma temperatura média variável de 45 a 55°C, o total de horas gastas na secagem variou de 8¹/₂ a 11 horas.

5.^a — Mesmo sem comprimir o material desidratado, a diminuição em volume do material amiláceo é da ordem de 20 a 30%, sendo que uma diminuição maior se verifica nos alimentos folhosos, como o espinafre e repólho, que alcançam até 90%.

6.^a — A diminuição em pêso do alimento desidratado foi da ordem de 85 a 95%, isto é, para 100 quilos do material natural temos de 5 a 15 quilos de desidratado, respresentando isto uma economia considerável em transporte, etc.

7.^a — De um modo geral o melhor preparo do material consiste em uma divisão do produto em fatias de pequena espessura, de 2 a 5 mm, e imersão das mesmas em salmoura fervente com 1 a 3% de NaCl, para branqueamento, durante alguns minutos.

8.^a — Embora a maioria dos produtos vegetais apresente um teor médio de umidade que ultrapassa 80%, após a desidratação esta cái a apenas 7%.

9.^a — O ponto de saturação ao ar dos produtos desidratados é da ordem dos 9 — 11%.

10.^o — Os alimentos amiláceos, de um modo geral, são os menos higroscópicos e de mais fácil preservação, enquanto os folhosos (couve, repólho, espinafre) são os mais exigentes.

11.^a — O alimento desidratado, se reidratado em água fria, deve permanecer de 1 a 2 horas imerso, para reabsorver a maior quantidade possível de água evaporada, e que atinge a ordem dos 80 a 90% do teor inicial.

EXPERIMENTS ON DEHYDRATION OF VEGETABLE FOODS

SUMMARY

The present work summarizes the results of experiments on dehydration of vegetable foods performed at the Instituto Agronômico, Campinas. Drying was carried out by the hot air process in a drier shaped as a vertical tunnel specially built for this purpose, and which is considered very advantageous for studies on dehydration of various kinds of foodstuff.

Amilaceous products such as potatoes (*Solanum tuberosum*), carrots (*Daucus carota*), peas (*Pisum sativum*), cassava (*Manihot utilissima*), and mandioquinha (*Arracacia xanthorrhiza*) were dried at temperatures between 40° and 55°C. The time of treatment varied for most materials from 5 to 10 hours according to the thickness the material was distributed on the shelves of the drier. The guando (*Cajanus cajan*) as well as sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) needed about 15 hours to be dried.

LITERATURA CITADA

1. **TOSELLO, A.** Relatórios dos trabalhos da Seção de Mecânica Agrícola, de 1943 a 1945. Campinas, Instituto agrônômico. [Não publicados]
2. ————. Desidratação dos vegetais. Rev. Agric., Piracicaba. 20 : 325-349. 1945.
3. **VEIGA, ARY DE A.** Relatórios dos trabalhos da Seção de Tecnologia Agrícola, 1945 e 1950. Campinas, Instituto agrônômico. [Não publicados]