

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo

Vol. 25

Campinas, julho de 1966

N.º 14

## INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE TUBÉRCULOS DE BATATINHA (1)

DR. OLAVO JOSÉ BOOCK, *engenheiro-agrônomo, Seção de Raízes e Tubérculos*,  
JOSÉ PIO NERY, *engenheiro-agrônomo, Seção de Tecnologia Agrícola, e*  
SYLVIO DE AZEVEDO NÓBREGA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Raízes e*  
*Tubérculos, Instituto Agrônomico*

### SINOPSE

Com a finalidade de verificar as transformações por que passam os tubérculos de batatinha durante o período de conservação, quer sob condições normais de armazém, quer em câmaras frigoríficas, estudos foram feitos no que diz respeito aos teores de matéria seca, acidez, fécula, açúcares e proteínas, bem como sobre a brotação. Três variedades de batatinhas foram empregadas — Tedria, Bintje e Konst 48-51.

Os resultados revelaram diferenças altamente significativas para variedades e tratamentos, quanto aos teores de matéria seca, enquanto para fécula, açúcares, acidez e proteína, apenas entre tratamentos. Foram encontradas correlações significativas-negativas entre fécula  $\times$  acidez, e significativas-positivas entre açúcares  $\times$  acidez, acidez  $\times$  matéria seca e acidez  $\times$  proteína. Não foram obtidas correlações significativas entre proteína  $\times$  fécula, açúcares  $\times$  proteína, matéria seca  $\times$  proteína e açúcares  $\times$  matéria seca. Quanto à brotação, ficou evidenciado que um período inicial de 20 dias de frio contribui para encurtar o período de dormência das variedades, principalmente das mais tardias de brotação, como foi o caso da Konst 48-51.

### 1 — INTRODUÇÃO

O sucesso do armazenamento dos tubérculos de batatinha (*Solanum tuberosum* L.) depende de vários fatores, dentre os quais, o perfeito estado de amadurecimento da película e a ausência de cortes, esfoladuras e apodrecimentos.

A temperatura do ambiente, a umidade relativa e a ventilação devem ser perfeitamente reguladas, a fim de evitar danos du-

(1) Trabalho apresentado no IV Congresso Brasileiro de Agronomia, realizado nos dias 11 a 16 de outubro de 1965, em Belo Horizonte. Recebido para publicação em 18 de outubro de 1965.

rante o tempo em que os tubérculos ficam armazenados. As oscilações bruscas de temperatura devem ser evitadas, para não favorecer a brotação excessiva ou o apodrecimento generalizado.

Preparados químicos apropriados, como a mistura de isopropil-N-fenil-carbamato com isopropil (N-3) clorofenil, o naftil-acetato de metilo, o éster metílico do ácido alfa naftaleno acético e alguns outros, são empregados como inibidores da brotação da batatinha, unicamente para fins culinários. É, porém, ainda, o armazenamento em câmaras frigoríficas o que melhores resultados vem apresentando. Entretanto, em temperaturas abaixo de +5°C, há uma transformação da fécula em açúcares, tornando os tubérculos inapropriados ao consumo, quando utilizados logo após a sua retirada da câmara frigorífica, principalmente para o preparo de batatinha frita e "chips". Se colocadas, em seguida, em condições normais de armazém, haverá uma reversão parcial daqueles açúcares em fécula, possibilitando, então, o seu aproveitamento.

No caso das batatinhas para o plantio, já não há nenhuma inconveniência na formação desses açúcares, sendo mesmo um fator de sucesso na cultura.

No presente trabalho, procurou-se estudar a formação de açúcares que se dá quando se submetem os tubérculos a diferentes períodos de armazenamento em que variam as condições de depósito e de frigorífico, bem como os teores de fécula, proteína, acidez e matéria seca nêles contidos após cada um desses períodos.

Wright e outros (13), estudando as condições de cozimento, palatabilidade e carboidratos em tubérculos armazenados sob diversas condições, chegaram às seguintes conclusões: diversas variedades de batatinha foram armazenadas, logo após a colheita, em temperaturas que variaram entre 0° a +21°C. Testes de cozimento e análise de carboidratos foram feitos após o armazenamento. Os de cozimento consistiam em cozinhar ao vapor, em ferver, assar, fritar e no preparo de "chips". Quando submetidos aos três primeiros métodos, as batatinhas armazenadas a +21°, +10° e +6°C por muitas semanas tomaram uma coloração levemente creme (deve-se levar em consideração que a variedade usada era de polpa branca), textura farinhenta e de bom sabor. Em contraste, usando êstes mesmos lotes, porém armazenados a +4°, +2° e 0°C, os produtos cozidos, revelaram uma mudança de cor para amarela. Paralelamente houve mudança na textura, tornando as frituras mais encharcadas e o gosto acentuadamente adocicado. Quando fritas, as armazenadas a +21°, +10° e +6°C praticamente não apresentaram modificações sensíveis, permanecendo a cor amarela ou creme, enquanto que, a +4°C, o sabor era ligeiramente adocicado e a cor pardacenta, portanto indesejável. As análises mostraram que houve aumento no teor de açúcares e diminuição do de fécula, quando as temperaturas de armazena-

mento foram diminuindo. Em contraste, com o aumento em açúcares, houve uma baixa geral da qualidade, demonstrada, além da coloração, pelo sabor e textura. A divisória ocorreu entre +10° e +6°C. Batatinhas armazenadas de +10° e +16°C durante 41, 83 e 124 dias apresentaram os mesmos teores de açúcares e fécula que possuíam antes de serem armazenadas, enquanto a +4°, +1° e 0°C revelaram acréscimo nos teores de açúcares e decréscimo nos de fécula.

Hawkins e colaboradores (4) analisaram diversas variedades de batatinha, quanto aos teores em água, fécula, açúcares redutores e às mudanças que ocorreram devido a variações na temperatura de armazenamento. Acima de 0,4% de açúcares redutores, os "chips" tomaram coloração marrom-escura e inaceitável sabor. Quando armazenados a +1,7°C entre cinco e catorze semanas, os teores de açúcares variaram entre 1,5 e 4,0%.

Highlands e colaboradores (5) esclarecem que a acumulação de açúcares redutores em tubérculos armazenados a baixas temperaturas, por algum tempo, torna-se um grande problema em certos casos, como por exemplo no preparo de "chips" e batatinha desidratada, principalmente no que diz respeito à coloração que toma o produto. Esses pesquisadores procuraram estudar a relação que poderia existir, usando hidrazida maléica em forma de aspersão na folhagem, como uma das possíveis maneiras de prevenir a formação de açúcares redutores nas batatinhas armazenadas durante seis meses a baixas temperaturas (+4,4°C), porém verificaram que não houve uma redução satisfatória, quando comparado com lote idêntico não tratado.

Ross (10) verificou que a formação de açúcares redutores na variedade Katahdin, armazenada a +4,4°C por 150 dias, foi crescendo, partindo de 1,4%, como inicial, para atingir 5,7%. A variedade Green Mountain, sob as mesmas condições de armazenamento, iniciou com 3,8% e terminou com 6,3%.

Estudos têm sido feitos em diversos países para evitar que se dê formação de açúcares, que deprecia os tubérculos para o consumo, inclusive deixando-os por alguns dias, após a retirada das câmaras frigoríficas, a temperaturas mais altas, quando então se dá reversão de parte dos açúcares formados, em fécula.

Trabalhos executados por diversos pesquisadores (2, 6, 7, 11) apresentaram variações, na matéria original, de 0,6 a 3,7% de proteína, enquanto em outros, de 1,14 a 2,89%. As variações encontradas podem ser devidas às condições culturais, pois é sabido que os fertilizantes, o tipo de solo, o uso de irrigação e o clima influem sobre esses teores. De um modo geral, pode-se estabelecer que a proteína oscila em média ao redor de 1,8%, em tubérculos crus.

A principal proteína presente na batatinha é a globulina ou proteína sal-solúvel denominada tuberina (9).

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

*Delineamento* — De cada tratamento duas amostras foram preparadas, constando cada uma de cinco tubérculos com pêso aproximado de 50 g cada um. Os resultados foram analisados estatisticamente, obedecendo o delineamento fatorial  $3 \times 17$  (três variedades, dezessete tratamentos e duas repetições).

Três variedades foram estudadas: Tedria, Bintje e Konst 48-51, de origem holandesa, mas já cultivadas por algum tempo no Estado de São Paulo, sendo a Tedria a mais precoce de brotação, seguida da Bintje e Konst 48-51.

O tempo máximo de armazenamento foi de 80 dias, sendo que a experiência foi iniciada logo após a colheita. A distribuição dos tratamentos foi a seguinte:

- 1 — 20 dias em ambiente natural de armazém
- 2 — 40 idem
- 3 — 60 idem
- 4 — 80 idem
- 5 — 20 dias em câmara frigorífica
- 6 — 40 idem
- 7 — 60 idem
- 8 — 80 idem
- 9 — 20 dias iniciais em câmara frigorífica e 20 dias em armazém
- 10 — 20 idem e 40 idem
- 11 — 20 idem e 60 idem
- 12 — 40 idem e 20 idem
- 13 — 40 idem e 40 idem
- 14 — 60 idem e 20 idem
- 15 — 20 idem, e 20 idem e 20 finais na câmara
- 16 — 20 dias iniciais em câmara frigorífica, 20 em armazém, 20 novamente em câmara, terminando com mais 20 dias no armazém.
- 17 — 20 dias iniciais na câmara frigorífica, 40 intermediários no armazém e 20 finais na câmara frigorífica.

Para facilidade de explanação do trabalho, a conservação em armazém passará a ser abreviada pela letra A, e em frigorífico, pela F.

A temperatura e umidade relativa da câmara frigorífica e do armazém, reinantes durante a duração da experiência, foram registradas utilizando-se para isso um termo-higrógrafo. O resumo das observações constam do quadro 1.

QUADRO 1. — Temperaturas e umidade relativa, máxima, mínima e média, registradas no armazém e na câmara frigorífica durante a experiência

Período	Máxima		Mínima		Média	
	Armazém	Câmara	Armazém	Câmara	Armazém	Câmara
TEMPERATURAS	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Junho (23 a 30) ....	17,5	4,0	14,5	2,2	16,2	3,1
Julho .....	22,0	4,2	15,5	2,5	18,1	3,4
Agosto .....	23,6	6,1	19,0	2,0	21,0	3,7
Setembro (1 a 15) ..	23,0	6,0	14,5	2,5	19,4	3,5
UMIDADE RELATIVA						
Junho (23 a 30) ....	75,0	82,0	62,0	80,0	68,3	80,9
Julho .....	89,0	84,0	65,0	73,0	72,5	82,4
Agosto .....	71,0	83,0	51,0	78,0	63,4	79,9
Setembro (1 a 15) ..	87,0	88,0	53,0	76,0	70,5	82,5

Para cada período de armazenamento foram tomadas amostras e analisadas, na substância seca, quanto aos seus teores de fécula, açúcares totais (em glicose), proteína e acidez, sendo também determinada a matéria seca. Os resultados são dados em porcentagens nos quadros 2, 3, 4, 5 e 6.

Os métodos analíticos utilizados foram (1, 8 e 12) :

*Preparo da amostra* — Cada amostra foi secada em estufa a 60°C, até poder ser moída ( $\pm 10\%$  de umidade). A moagem se fez em moinho "Wiley" (médio) provido de peneira de malha 20, e as amostras, após perfeita homogeneização, acondicionadas em vidros.

Nas amostras procedeu-se às determinações de umidade a 100-110°C, matéria seca (por diferença), fécula, açúcares totais (em glicose), proteína ( $N \times 6,25$ ) e acidez (em centímetros cúbicos).

cos de álcali normal para 100 g), e os resultados obtidos foram relacionados à substância seca. A relação matéria seca  $\times$  substância seca/100 deve ser empregada quando se desejar conhecer os valores de fécula, açúcares, proteína e acidez na substância original.

a) *Umidade a 100-110°C* — determinada por secagem da amostra em estufa a 100-110°C, até peso constante.

b) *Matéria seca* — obtida subtraindo-se de 100 a porcentagem de umidade.

c) *Fécula* — determinada pelo método de Reinke, após eliminação dos açúcares com etanol a 25%. Glicose titulada pelo método Eynon-Lane. Glicose  $\times$  0,9 = fécula.

d) *Açúcares totais* — determinados pelo método de G. Bertrand, após extração dos açúcares com etanol a 25%.

e) *Proteína* — obtida pela determinação do nitrogênio total pelo método de Kjeldahl, empregando-se o óxido de mercúrio (HgO) como catalizador. N total  $\times$  6,25 = proteína.

f) *Acidez* — determinada agitando-se a amostra com água destilada, durante 1,5 horas, filtrando-se e titulando-se a acidez livre com NaOH 0,1 N, empregando-se a fenolftaleína a 1% como indicador.

### 3 — RESULTADOS OBTIDOS

Com base nos resultados obtidos e na análise estatística efetuada, as médias são apresentadas nos quadros 2, 3, 4, 5 e 6.

#### 3.1 — MATÉRIA SECA

Analisando estatisticamente os teores de matéria seca por variedade, indistintamente dos tratamentos, verifica-se que Konst 48-51 foi significativamente inferior ( $P = 1\%$ ) a Tedria e Bintje, conforme segue: Tedria 17,39%, Bintje 16,26% e Konst 48-51, 14,78%.

O cálculo estatístico revelou, também, diferenças altamente significativas para tratamentos. Os de números 16 (20 F + 20 A + 20 F + 20 A), 8 (80 F), 14 (60 F + 20 A) e 13 (40 F + 40 A), foram superiores aos 7 (60 F) e 12 (40 F + 20 A). Os que se enquadraram no grupo médio, não diferiram nem dos mais altos nem dos mais baixos (quadro 2).

O coeficiente de variação foi de 4,3% e a diferença mínima significativa de 1,4%.

QUADRO 2. — Teores de matéria sêca, na substância original. Médias de duas repetições

Tratamentos	Tedria	Konst 48-51	Bintje	Médias
	%	%	%	%
1 — 20 A .....	17,46	14,88	16,49	16,28
2 — 40 A .....	17,03	14,75	16,72	16,17
3 — 60 A .....	17,89	14,84	16,14	16,36
4 — 80 A .....	17,77	14,74	15,90	16,14
5 — 20 F .....	17,18	14,87	15,67	15,91
6 — 40 F .....	16,55	14,70	16,09	15,78
7 — 60 F .....	16,23	14,18	15,56	15,32
8 — 80 F .....	17,63	15,55	16,65	16,61
9 — 20 F + 20 A .....	17,31	14,41	15,48	15,73
10 — 20 F + 40 A .....	17,30	14,69	16,19	16,06
11 — 20 F + 60 A .....	18,05	15,17	16,39	16,54
12 — 40 F + 20 A .....	16,13	13,98	15,31	15,14
13 — 40 F + 40 A .....	17,92	15,31	16,50	16,58
14 — 60 F + 20 A .....	17,90	15,19	16,70	16,60
15 — 20 F + 20 A + 20 F .....	17,41	14,11	16,56	16,03
16 — 20 F + 20 A + 20 F + 20 A .....	18,28	15,16	16,89	16,78
17 — 20 F + 40 A + 20 F .....	17,65	14,77	16,98	16,47

### 3.2 — FÉCULA

No quadro 3 acham-se relacionadas as porcentagens de fécula na substância sêca.

QUADRO 3. — Teores de fécula na substância sêca. Média de duas repetições

Tratamentos	Tedria	Konst 48-51	Bintje	Médias
	%	%	%	%
1 — 20 A .....	77,74	79,59	75,30	77,54
2 — 40 A .....	77,88	75,70	74,28	75,95
3 — 60 A .....	81,21	81,14	82,57	81,64
4 — 80 A .....	80,13	76,83	81,54	79,50
5 — 20 F .....	73,95	80,50	78,08	77,51
6 — 40 F .....	76,51	81,18	78,55	78,74
7 — 60 F .....	78,51	81,12	77,35	78,99
8 — 80 F .....	78,63	74,33	75,03	76,00
9 — 20 F + 20 A .....	77,04	75,80	77,21	76,68
10 — 20 F + 40 A .....	83,46	79,23	76,51	79,73
11 — 20 F + 60 A .....	82,24	81,54	79,05	80,94
12 — 40 F + 20 A .....	80,74	81,72	78,52	80,33
13 — 40 F + 40 A .....	81,97	82,41	82,09	82,16
14 — 60 F + 20 A .....	75,25	73,32	74,25	74,27
15 — 20 F + 20 A + 20 F .....	80,97	77,06	78,52	78,85
16 — 20 F + 20 A + 20 F + 20 A .....	79,62	74,07	74,77	76,15
17 — 20 F + 40 A + 20 F .....	79,74	76,74	78,56	78,41

Estatisticamente, apenas foram observadas diferenças altamente significativas entre tratamentos, sendo que não foram obtidas diferenças entre variedades.

Os tratamentos 13 (40 F + 40 A), 3 (60 A), 11 (20 F + 60 A), 12 (40 F + 20 A) e 10 (20 F + 40 A), foram significativamente superiores aos seguintes: 9 (20 F + 20 A), 16 (20 F + 20 A + 20 F + 20 A), 8 (80 F), 2 (40 A) e 14 (60 F + 20 A).

Esses resultados são contraditórios, pois esperava-se que os tubérculos mantidos durante todo o tempo no armazém, ou em grande parte nêle, revelassem teores mais elevados de fécula. Os tratamentos 80 A, 60 A, 40 A e 20 A deveriam fornecer maiores teores; no entanto, o 40 A apresentou baixo teor, embora tenha sido apenas estatisticamente inferior ao 60 A.

O coeficiente de variação foi de 3,37%, e a diferença mínima significativa, de 5,31%.

### 3.3 — AÇÚCARES

Os valores correspondentes aos teores de açúcares totais, constam do quadro 4.

QUADRO 4. — Teores de açúcares totais na substância seca. Médias de duas repetições

Tratamentos	Tedria	Konst 48-51	Bintje	Médias
	%	%	%	%
1 — 20 A .....	0,79	0,78	1,28	0,94
2 — 40 A .....	0,41	0,47	0,47	0,45
3 — 60 A .....	0,80	0,75	0,69	0,75
4 — 80 A .....	0,69	0,75	0,86	0,77
5 — 20 F .....	2,26	1,82	1,73	1,94
6 — 40 F .....	1,64	1,49	2,39	1,84
7 — 60 F .....	1,30	1,25	1,48	1,34
8 — 80 F .....	2,20	1,91	2,00	2,04
9 — 20 F + 20 A .....	0,92	1,04	0,75	0,90
10 — 20 F + 40 A .....	0,75	0,91	0,86	0,84
11 — 20 F + 60 A .....	0,92	0,97	0,97	0,95
12 — 40 F + 20 A .....	0,63	0,86	1,08	0,86
13 — 40 F + 40 A .....	1,14	1,24	1,19	1,19
14 — 60 F + 20 A .....	1,21	1,46	1,35	1,34
15 — 20 F + 20 A + 20 F .....	1,93	1,41	1,53	1,62
16 — 20 F + 20 A + 20 F + 20 A .....	1,30	1,19	1,19	1,23
17 — 20 F + 40 A + 20 F .....	1,14	1,03	1,25	1,14

O cálculo estatístico mostrou diferenças altamente significativas entre tratamentos. Os tratamentos 8 (80 F), 5 (20 F), 6 (40 F) e 15 (20 F + 20 A + 20 F) foram superiores aos se-



guintes: 11 (20 F + 60 A), 1 (20 A), 9 (20 F + 20 A), 12 (40 F + 20 A), 10 (20 F + 40 A), 4 (80 A), 3 (60 A) e 2 (40 A).

Dividindo os tratamentos de acôrdo com os teores obtidos, verifica-se que aquêles que permaneceram por mais tempo em câmara frigorífica foram os que apresentaram teores mais elevados de açúcares totais, enquanto os mantidos em armazém, valores mais baixos.

O coeficiente de variação foi de 24,8%, e a diferença mínima significativa, de 0,58%.

### 3.4 — ACIDEZ

Constataram-se diferenças altamente significativas entre tratamentos. Os tratamentos 8 (80 F), 14 (60 F + 20 A), 16 (20 F + 20 A + 20 F + 20 A), 5 (20 F), sem diferir daqueles de números 6 (40 F), 11 (20 F + 60 A), 15 (20 F + 20 A + 20 F) e 17 (20 F + 40 A + 20 F), foram superiores aos demais.

Os teores de acidez acham-se relacionados no quadro 5.

QUADRO 5. — Acidez, dadas em cc de álcali *N* — %, na substância sêca. Médias de duas repetições

Tratamentos	Tedria	Konst 48-51	Bintje	Médias
	%	%	%	%
1 — 20 A .....	0,72	0,62	1,30	0,88
2 — 40 A .....	0,85	0,70	0,75	0,77
3 — 60 A .....	0,55	0,70	0,75	0,67
4 — 80 A .....	0,90	0,68	0,55	0,71
5 — 20 F .....	1,62	1,62	1,75	1,66
6 — 40 F .....	1,22	1,25	1,48	1,32
7 — 60 F .....	1,13	0,90	1,00	1,01
8 — 80 F .....	2,18	1,95	1,55	1,89
9 — 20 F + 20 A .....	0,93	0,85	0,85	0,88
10 — 20 F + 40 A .....	0,85	1,08	0,80	0,91
11 — 20 F + 60 A .....	1,43	1,22	1,12	1,26
12 — 40 F + 20 A .....	0,77	0,80	0,90	0,82
13 — 40 F + 40 A .....	1,35	1,98	1,80	1,71
14 — 60 F + 20 A .....	1,99	1,78	1,75	1,84
15 — 20 F + 20 A + 20 F .....	1,42	1,08	1,05	1,18
16 — 20 F + 20 A + 20 F + 20 A .....	1,75	1,55	1,85	1,72
17 — 20 F + 40 A + 20 F .....	1,03	1,07	1,40	1,17

Embora os resultados sejam também desencontrados, pode-se verificar que os lotes de menor acidez foram justamente aquêles que não foram frigorificados, ou então, que apenas foram deixa-

dos na câmara por alguns dias no início da experiência, exceção feita ao tratamento 60 F, que se situou no grupo de menor acidez.

O coeficiente de variação foi de 20% e a diferença mínima significativa foi da ordem de 0,48 cc de álcali normal.

### 3.5 — PROTEÍNA

Os teores de proteína dos diversos tratamentos podem ser observados no quadro 6.

QUADRO 6. — Teores de proteína na substância seca. Médias de duas repetições

Tratamentos	Tedria	Konst 48-51	Bintje	Médias
	%	%	%	%
1 — 20 A .....	9,47	9,60	10,48	9,25
2 — 40 A .....	12,33	11,46	11,41	11,73
3 — 60 A .....	11,09	11,70	12,41	11,73
4 — 80 A .....	12,23	11,04	10,63	11,30
5 — 20 F .....	11,64	11,14	11,14	11,31
6 — 40 F .....	12,56	12,28	9,38	11,40
7 — 60 F .....	12,65	12,29	12,69	12,54
8 — 80 F .....	12,27	13,60	14,43	13,43
9 — 20 F + 20 A .....	8,53	13,05	12,51	11,36
10 — 20 F + 40 A .....	11,70	11,30	12,58	11,86
11 — 20 F + 60 A .....	13,38	12,20	12,54	12,70
12 — 40 F + 20 A .....	13,24	13,06	13,19	13,16
13 — 40 F + 40 A .....	12,91	13,48	12,44	12,94
14 — 60 F + 20 A .....	13,03	14,49	12,79	13,43
15 — 20 F + 20 A + 20 F .....	12,72	11,05	11,60	11,79
16 — 20 F + 20 A + 20 F + 20 A .....	13,48	12,68	12,67	13,04
17 — 20 F + 40 A + 20 F .....	13,28	13,66	13,57	13,50

Ficou evidenciado que houve diferença significativa entre tratamentos ( $P = 1\%$ ) e que a interação variedade  $\times$  tratamentos foi significativa ao nível de 5%.

Os tratamentos 6 (40 F), 9 (20 F + 20 A), 5 (20 F), 4 (80 A) e 1 (20 A), sem diferirem dos lotes 10 (20 F + 40 A), 15 (20 F + 20 A + 20 F), 3 (60 A) e 2 (40 A), foram os que apresentaram menores teores de proteína.

Dos resultados, conclui-se que aumentando o tempo de frigidificação há um aumento nos teores de proteína, ao passo que nos armazéns isto não se verifica.

O coeficiente de variação foi de 8,29%, e a diferença mínima significativa, de 2,03%.

### 3.6 — CORRELAÇÃO FÉCULA × AÇÚCARES TOTAIS

Tendo o tratamento 2 (40 A) fugido completamente do normal, devido ao seu teor muito baixo em açúcares, e com a finalidade de correlacionar estatisticamente os tratamentos, não foi êle incluído no cálculo, restando, portanto, dezesseis.

Foi constatada tendência para correlação negativa entre fécula e açúcares (para  $n = 14$ ,  $r = 0,44$ ), demonstrando que, quando o teor de fécula aumenta, verifica-se uma diminuição nos teores de açúcares e vice-versa. Exemplificando: o tratamento 3 (60 A) apresentou 81,64% de fécula e 0,75% de açúcares, ao passo que o tratamento 14 (60 F + 20 A), com 74,27% de fécula, teve a porcentagem de açúcares aumentada para 1,34%.

### 3.7 — CORRELAÇÃO FÉCULA × ACIDEZ

À semelhança do que foi citado no item 3.5, dois tratamentos deixaram de ser incluídos no cálculo da equação de regressão.

Foi encontrada uma correlação significativa e negativa entre fécula e acidez (para  $n = 13$ ,  $r = -0,65$ ), o que permite dizer que, quando um deles aumenta, há diminuição do outro. O tratamento 3 (60 A) apresentou 81,64% de fécula e 0,67% de acidez, ao passo que o tratamento 14 (60 F + 20 A) revelou 74,27% de fécula e 1,84% de acidez.

Pelo exame dos resultados constantes dos quadros 3 e 5, foi possível estabelecer as seguintes equações de regressão entre fécula e acidez:  $y = 12,08 - 0,13 x$ ;  $x = 79,96 - 1,67 y$ , onde  $x =$  fécula e  $y =$  acidez (figura 1).

### 3.8 — CORRELAÇÃO ACIDEZ × AÇÚCARES

Entre acidez e açúcares totais, foi constatada uma correlação significativa, porém positiva (para  $n = 15$ ,  $r = 0,75$ ), o que esclarece que havendo aumento de um deles haverá, também, aumento do outro. Para exemplificar, podem-se usar os mesmos tratamentos já citados no item 3.7, isto é, o tratamento 3 (60 A) apresentou 0,67% de acidez e 0,75% de açúcares, enquanto o 14 (60 F + 20 A), 1,84% de acidez e 1,34% de açúcares.

Pelas informações dos quadros 4 e 5 foram obtidas as seguintes equações de regressão:  $y = 0,40 + 0,68 x$ ;  $x = 0,32 + 0,72 y$ , sendo  $x$  igual a açúcares e  $y$  a acidez (figura 1).

### 3.9 — CORRELAÇÃO ACIDEZ × MATÉRIA SÊCA

Foi encontrada correlação significativa e positiva entre acidez e matéria sêca (para  $n = 15$ ,  $r = 0,51$ ). Portanto, havendo aumento de um deles, haverá um aumento do outro fator. Assim,

por exemplo, o tratamento 12 (40 F + 20 A) apresentou 0,82% de acidez e 15,14% de matéria sêca, e o tratamento 16 (20 F + 20 A + 20 F + 20 A), 1,72% de acidez e 16,77% de matéria sêca.

As equações de regressão entre acidez e matéria sêca são  $x = 15,48 + 0,55 y$ ;  $y = 0,46 x - 6,22$ , onde  $x$  é matéria sêca, e  $y$  acidez (figura 1).

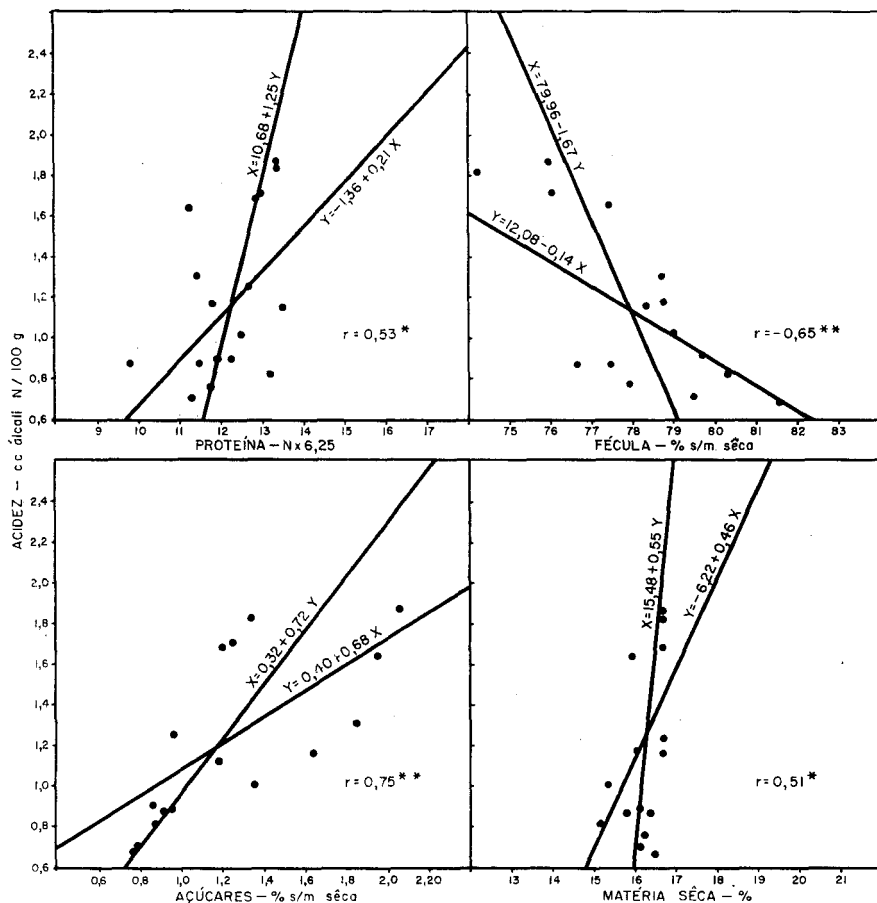


FIGURA 1. — Correlações entre os teores médios de acidez e os de proteína, fécula, matéria sêca e açúcares totais, encontrados na substância sêca.

### 3.10 — CORRELAÇÃO ACIDEZ × PROTEÍNA

Entre acidez × proteína foi constatada correlação significativa e positiva (para  $n = 15$ ,  $r = 0,53$ ), o que permite dizer que, com o aumento de uma delas, haverá aumento da outra.

Exemplificando: o tratamento 4 (80 A) apresentou 0,71% de acidez e 11,30% de proteína, ao passo que o 8 (80 F) revelou 1,89% de acidez e 13,43% de proteína.

As equações de regressão achadas foram as seguintes:  $x = 10,68 + 1,25 y$ ;  $y = 0,21 x - 1,36$ , onde  $x =$  acidez e  $y =$  proteína (figura 1).

### 3.11 — OUTRAS CORRELAÇÕES

Não foram obtidas correlações significativas para açúcares  $\times$  proteína, matéria sêca  $\times$  proteína, açúcares  $\times$  matéria sêca e proteína  $\times$  fécula. Neste particular, Fischnich e Heilinger (3) esclarecem que o teor de proteína se acha correlacionado com o teor de fécula, divergindo, assim, dos resultados aqui apresentados (figura 2).

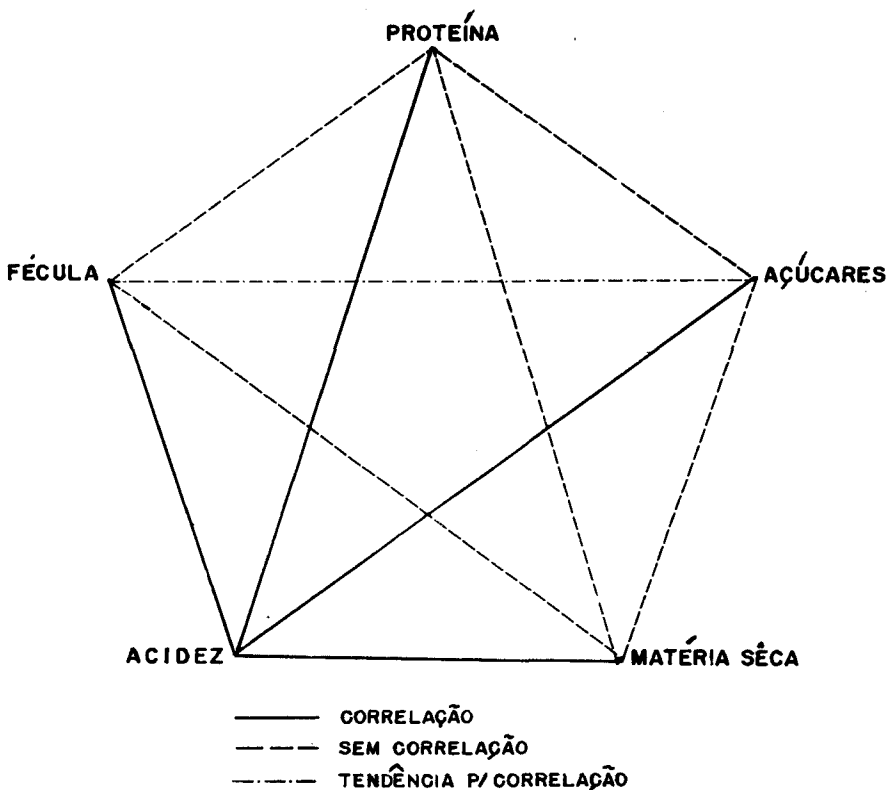


FIGURA 2. — Pentágono elaborado com os resultados das correlações.

## 3.12 — INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS SOBRE A BROTAÇÃO

Observações feitas nos tubérculos de cada tratamento ao término da experiência revelaram o seguinte estado de brotação: 1) A variedade Tedria foi a mais precoce, pois aos 40 dias de armazém já apresentava início de brotação, aos 60 dias estava regularmente brotada, e aos 80 dias, bem brotada. A Bintje, de precocidade média, somente aos 80 dias é que iniciou a brotação nos armazéns, enquanto a Konst 48-51 não iniciou a brotação nem mesmo aos 80 dias. 2) Sob a ação do frio, qualquer que tenha sido o tempo, nenhuma das variedades brotou. 3) Um período inicial de 20 dias de frio foi suficiente para encurtar o período de dormência da variedade Bintje e, principalmente, da Konst 48-51. Assim, enquanto a Bitje, no armazém, iniciou a brotação aos 80 dias, já sob a ação de 20 dias iniciais de frio, seguidos de 40 dias de armazém, apresentava-se com início de brotação. Na Konst 48-51, que mesmo aos 80 dias de armazém não brotou, quando submetida a 20 dias iniciais de frio, seguidos de 60 dias de armazém, estava iniciando a brotação. 4) As oscilações, alternando frigorífico × armazém, provocaram uma quebra de dormência, fato êste que pôde ser bem observado no tratamento 16 (20 F + 20 A + 20 F + 20 A), com a Konst 48-51, que, nesse caso, já apresentava início de brotação, e com as outras duas, com boa brotação (quadro 7).

QUADRO 7. — Estado de brotação das variedades Tedria, Bintje e Konst 48-51, após os diferentes períodos de conservação

Tratamentos	Variedades		
	Tedria	Konst 48-51	Bintje
1 — 20 A .....	SB	SB	SB
2 — 40 A .....	IB	SB	SB
3 — 60 A .....	B	SB	SB
4 — 80 A .....	BB	SB	B
5 — 20 F .....	SB	SB	SB
6 — 40 F .....	SB	SB	SB
7 — 60 F .....	SB	SB	SB
8 — 80 F .....	SB	SB	SB
9 — 20 F + 20 A .....	IB	SB	SB
10 — 20 F + 40 A .....	B	SB	IB
11 — 20 F + 60 A .....	BB	IB	B
12 — 40 F + 20 A .....	IB	SB	IB
13 — 40 F + 40 A .....	BB	IB	B
14 — 60 F + 20 A .....	B	SB	IB
15 — 20 F + 20 A + 20 F .....	IB	SB	SB
16 — 20 F + 20 A + 20 F + 20 A .....	B	IB	IB
17 — 20 F + 40 A + 20 F .....	B	SB	IB

Obs.: SB = sem brotos; IB = início de brotação; B = brotado; BB = bem brotado.

#### 4 — CONSIDERAÇÕES GERAIS

Anotações feitas sobre o estado de brotação na data de cada retirada de amostra revelaram que a variedade Tedria mostrou ser a mais precoce de brotação, pois aos 40 dias de armazém já se apresentava com início de brotação, enquanto a Bintje só brotou aos 80 dias e a Konst 48-51 nem mesmo aos 80 dias de armazém. Sob ação do frio nenhuma das variedades brotou até aos 80 dias. Entretanto, quando houve alternância de frigorífico e armazém, já aos 20 dias de frio e 40 de armazém (tratamento 10) a Bintje se apresentava com boa brotação, enquanto a Konst 48-51, aos 20 dias de frigorífico e 60 de armazém (tratamento 11), estava iniciando a brotação. Os tubérculos das três variedades correspondentes aos tratamentos 13 (40 F + 40 A) e 16 (20 F + 20 A + 20 A + 20 F + 20 A), pelas oscilações sofridas, apresentavam-se brotados.

Quanto aos resultados obtidos, verifica-se que as variações nas amostragens foram, de modo geral, bem acentuadas, indicando que, para novas determinações, deve ser aumentado o número de tubérculos das amostras e, se possível, o número de repetições. Além disso, o delineamento usado poderia ter sido bem mais simples, evitando a falta de respostas para diversos quesitos, e a duração do tempo de armazenamento mais dilatado, uma vez que esta experiência foi mais de caráter exploratório.

#### 5 — CONCLUSÕES

Do resultado das análises das diferentes amostras de batatinha conservadas em ambiente frio e em armazém, durante vários dias, ou então alternadamente, ficou demonstrado o seguinte:

1 — Quanto às batatinhas conservadas em câmara frigorífica, houve aumento na porcentagem de açúcares. Este fato fez com que o produto se apresentasse com paladar adocicado, e os "chips" e frituras, dele provenientes, se tornassem escuros e de má qualidade. Há necessidade em se aguardar cerca de 20 a 30 dias em temperatura ao redor de 20 a 22°C para que haja uma reação reversível e parte desses açúcares novamente se transforme em fécula.

2 — Aos maiores teores de acidez e açúcares corresponderam menores teores de fécula.

3 — Em tubérculos conservados em armazém, foram encontrados os menores teores de açúcares e acidez, e o inverso, nos conservados em câmara frigorífica.

4 — Os tubérculos mantidos em armazém apresentavam teores de matéria seca mais constantes (16,36 a 16,14%), ao contrário dos frigorificados, que foram mais irregulares (16,61 a 15,32%).

5 — Não foram constatadas diferenças significativas, entre as variedades estudadas, no que diz respeito aos teores de fécula, acidez e açúcares. A Konst 48-51 apresentou valores de matéria seca mais baixos que os da Bintje e Tedria, diferenças essas estatisticamente significativas. A Tedria foi superior às demais, em relação à matéria seca, sendo que a Bintje apresentou valor médio.

6 — Partindo de valores de acidez, e mediante o emprêgo de equações de regressão, foi elaborada uma tabela (quadro 8) que permite chegar-se a valores aproximados dos teores de fécula, proteína, açúcares totais e matéria seca, e com base nêles construir um pentágono das correlações (figura 1).

QUADRO 8. — Valores obtidos mediante o emprêgo de equações de regressão, partindo dos dados de acidez

Acidez = %	Fécula	Proteína	Açúcares	Matéria seca
	%	%	%	%
0,50 .....	79,12	11,30	0,68	15,75
0,55 .....	79,04	11,37	0,72	15,78
0,60 .....	78,96	11,43	0,75	15,81
0,65 .....	78,87	11,49	0,79	15,84
0,70 .....	78,79	11,56	0,82	15,86
0,75 .....	78,71	11,62	0,86	15,89
0,80 .....	78,62	11,69	0,90	15,92
0,85 .....	78,54	11,74	0,93	15,95
0,90 .....	78,46	11,80	0,97	15,97
0,95 .....	78,37	11,87	1,00	16,00
1,00 .....	78,29	11,93	1,04	16,03
1,05 .....	78,21	11,99	1,08	16,06
1,10 .....	78,12	12,05	1,11	16,08
1,15 .....	78,04	12,12	1,15	16,11
1,20 .....	77,96	12,18	1,18	16,14
1,25 .....	77,87	12,24	1,22	16,17
1,30 .....	77,79	12,30	1,26	16,19
1,35 .....	77,70	12,37	1,29	16,22
1,40 .....	77,62	12,43	1,33	16,25
1,45 .....	77,54	12,49	1,36	16,28
1,50 .....	77,45	12,55	1,40	16,30
1,55 .....	77,37	12,62	1,44	16,33
1,60 .....	77,29	12,68	1,47	16,36
1,65 .....	77,20	12,74	1,51	16,39
1,70 .....	77,12	12,80	1,54	16,41
1,75 .....	77,04	12,87	1,58	16,44
1,80 .....	76,95	12,93	1,62	16,47
1,85 .....	76,87	12,89	1,65	16,50
1,90 .....	76,79	13,05	1,69	16,52
1,95 .....	76,70	13,12	1,72	16,55
2,00 .....	76,60	13,18	1,76	16,58
2,05 .....	76,54	13,24	1,80	16,61
2,10 .....	76,45	13,30	1,83	16,63



INFLUENCE OF STORAGE CONDITIONS ON THE CHEMICAL  
COMPOSITION OF THE POTATO TUBERS

## SUMMARY

In this paper an attempt was made to study the possible transformations which the potato tubers go through during the storage period both under normal storage conditions and under refrigerated-chamber conditions as well as with the conservation alternating and varying under each of these conditions. Records were made of the analyses of the tubers concerning their contents of dry matter, acidity, starch, sugars and protein. Likewise sprouting was recorded.

Three varieties were used in these tests: Tedria, Bintje and Konst 48-51.

The results obtained revealed highly significant differences for varieties and for treatments, with regard to contents of dry matter, whereas, on the other hand, these differences were for starch, sugars, acidity and protein among treatments only.

Negative significant correlations were found between starch and acidity, positive significant ones between sugars and acidity, acidity and dry matter, and acidity and protein.

Regarding sprouting, it was made evident that an initial period of 20 days of cold weather contributes to the effect of shortening the period of dormancy of the varieties mainly of the most belated in sprouting as was the case with Konst 48-51.

## LITERATURA CITADA

1. A.O.A.C. — Official methods of analysis. Washington 4, D.C., Assoc. of Off. Agr. Chem., 1960. 832p.
2. BLAUTLECHT, C. A. & GETCHELL, A. S. The Chemical composition of White Potatoes. American Potato Journal 28:[531]-548. 1951.
3. FISCHNICH, O. & HEILINGER, F. Die Inhaltsstoffe der Kartoffel; Bildung, Verwertung, Erhaltung. Landbauersforschung 9:15-16. 1959.
4. HAWKINS, W. W. (e outros). Some biochemical changes on storage in potatoes from Prince Edward Island, and their relation to the quality of chips. Canadian Journal Pl. Sci. 38:457-463. 1958.
5. HIGHLANDS, M. E., LICCIARDELLO, J. J. & CUNNINGHAM, C. E. Reducing sugar content of Maine-grown potatoes treated with maleic hydrazide. American Potato Journal 29:225-227. 1952.
6. JENKINS, E. H. & WINTON, A. L. A compilation of analyses of American feeding stuffs. U.S.D.A. Office of Exp. Sta. Bull. 11. 1892.
7. LANGWORTHY, O. F. Potatoes and other root crops as food. U.S.D.A. Farmers Bull. 295. 1907.
8. LOTT, W. L., NERY, J. P., GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agrônômico, 1956. 79p. (Boletim 79)

9. OSBORNE, T. B. & CAMPBELL, G. F. The proteids of the potato. Jour. Amer. Chem. Soc. 18:575. 1928.
10. ROSS, A. F. Hydrated potatoes. Proceeding of the Subsistence Research and Development Laboratory. Conferência: 1:69-73. 1944.
11. SAARE, O. Die Fabrikation der Kartoffelstaerke. Berlin, Springer, 1897.
12. WOODMAN, A. G. Food Analysis. New York & London, MacGraw-Hill Book Co. Inc., 1941. 607p.
13. WRIGHT, R. C., PEACOCK, W. M. & WHITEMAN, ELIZABETH F. The cooking quality, palatability, and carbohydrate composition of potatoes as influenced by storage temperature. U.S.D.A. Tech. Bul. 507, 1936. 120p.