

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS PRINCIPAIS CULTIVARES DE MILHO  
PIPOCA PLANTADOS NO BRASIL:**

**PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE MAIN POPCORN CULTIVARS  
GROWN IN BRAZIL**

Rogério Germani<sup>1</sup>, Cleso Antônio Patto Pacheco<sup>2</sup> e  
Carlos Wanderlei Piler de Carvalho<sup>1</sup>

EMBRAPA - Agroindústria de Alimentos - Av. das Américas, 29501, Guaratiba  
23020-470 - Rio de Janeiro - RJ.

Recebido para publicação em 10 de julho de 1996

**ABSTRACT**

Fifteen popcorn cultivars grown in Brazil were analysed for expansion power, percent composition, dietary fiber, minerals, vitamins and aminoacids. The mean Expansion Power was 23.1, low for the international standards. The second major component in popcorn is the dietary fiber, ranging from 21 to 29%. Minerals and vitamins are presents in small amounts. Popcorn, like others cereals, is defficient in the limiting aminoacid lysine and triptophan. The popcorn consupction, without addition of other ingredients, can be used in sodium restricted diets, and is a good source for dietary fiber intake.

Key words: popcorn, chemical composition, expansion index

**INTRODUÇÃO**

O milho pipoca tem a capacidade de expandir-se quando submetido ao aquecimento. Tais características advêm da estrutura do pericarpo, do tipo de endosperma, do formato, do tamanho, do volume e do teor de umidade do grão. O principal fator de qualidade da pipoca é o volume de expansão, pois os consumidores desejam que todos os grãos de pipoca se expandam (1). O início da expansão ocorre quando a temperatura atinge 177°C, sendo equivalente a uma pressão interna de 9,86 kg/cm<sup>2</sup> (135 psi). No momento do estouro a água superaquecida, presente no grão, é a força motriz que o expande quando o pericarpo rompe-se (2).

A pipoca, embora seja um produto consumido em horas de lazer, possui boa qualidade nutricional. Primeiro pelo seu teor de fibra da dieta, em média 17,79% (3), e também pelo seu baixo teor calórico, se for preparada sem óleo ou gordura, possuindo de 25 a 55 calorias em 250 ml. Além disso, é isenta de qualquer aditivo ou conservante artificial (4).

São poucas as informações existentes quanto à qualidade nutricional do milho pipoca plantado no Brasil. Na safra 1991/92 o Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) - EMBRAPA, preocupado com a qualidade da pipoca produzida no País, criou os Ensaio Nacionais de Milho Pipoca, com finalidades de reunir e avaliar os genótipos disponíveis no mercado em diversas condições de clima

<sup>1</sup> Pesquisador da EMBRAPA - Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>2</sup> Pesquisador da EMBRAPA - Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

com finalidades de reunir e avaliar os genótipos disponíveis no mercado em diversas condições de clima e solo e estimular os programas de melhoramento desse tipo de milho. Entre os materiais comerciais e experimentais conseguiu-se apenas 15 genótipos (5).

Este trabalho visa complementar essas informações quanto às características físicas, químicas e nutricionais das principais cultivares plantadas e/ou em fase de melhoramento no Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

Quinze cultivares de milho pipoca, Pirapoca Branca, Pirapoca Amarela, ROGO POP1, ROGO POP2, CMS-42, CMS-43, Colorado POP1, Colorado POP2, GO-100P, SAM, MF-1001, RS-20, UNB-2, Composto Indígena e BR-440, provenientes da colheita do Ensaio Nacional de Milho Pipoca de Janaúba (MG) foram avaliadas. Cada amostra de 1,0 kg, foi coletada da mistura homogênea dos grãos colhidos nas três repetições do ensaio.

Para obtenção do índice de capacidade de expansão - ICE (volume de pipoca estourada/volume de grãos utilizados), o volume de pipoca estourada foi medido em proveta de 1000ml. A pipoca foi estourada por meio de pipocador desenvolvido pelo Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (NPDIA/EMBRAPA), baseado no Testador Oficial da Capacidade de Expansão da Cretors Company, com resistência elétrica e termostato, regulado em 237°C, onde os grãos permaneciam por 4 minutos. O volume de grãos utilizado foi de 30 ml medidos em proveta de 50 ml. Essa metodologia é baseada nos trabalhos de HAUGH *et alii* (1) e de SAWASAKI *et alii* (6).

Para as demais análises, as amostras utilizadas foram pipocas estouradas em pipoqueira de ar quente marca Presto "PopCornNow" modelo nº04820, de acordo com a metodologia proposta por ROSHDY *et alii* (7). A pipoca estourada foi triturada em moinho tipo Wiley, com peneira de 0,5 mm, passando o material em sua íntegra. As análises de proteína, extrato etéreo, cinzas e carotenos totais seguiram a metodologia descrita pela A.O.A.C. (8), respectivamente, nº14026, nº14018, nº14006 e nº14044, sendo o resultado de carboidratos totais obtido por diferença. As análises de minerais (nº4.18.2.1 e nº4.18.2.3), vitamina C (nº31.6.2) foram feitas seguindo os procedimentos do Instituto Adolfo Lutz (9), sendo que, para a análise de minerais, refere-se somente à abertura da amostra e destruição da matéria orgânica, posteriormente quantificados por espectroscopia de emissão de plasma. Para a análise de fibra da dieta (fibra insolúvel em detergente neutro mais pectina total) empregou-se a metodologia seguida por MENDEZ *et alii* (3). Para análise de aminoácidos totais, empregou-se metodologia descrita pela A.O.A.C. (8) nº43264, por meio de hidrólise da proteína por HCl, sob refluxo das amostras desengorduradas durante 24 horas, e a quantificação foi realizada em um aparelho de cromatografia líquida Hewlett Pachard modelo 1090 M. Para a determinação de triptofano, empregou-se metodologia descrita por AMAYA *et alii* (10).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, pode-se constatar superioridade do cultivar MF-1001 com ICE de 20,8 seguido dos cultivares RS-20, Pirapoca Branca, Rogo Pop 1 e Colorado Pop 1 com ICE acima de 19.

Esses resultados, porém, são muito baixos quando comparados ao ICE observado por HAUGH *et alii* (1), em milho de pipoca cultivado nos EUA, onde os valores da ordem de 40 ml/g são comumente encontrados.

Tabela 1 - Índice de Expansão dos Cultivares de Milho de Pipoca

Cultivar (origem)		Índice de Capacidade de Expansão (ICE)	
		ml pipoca estourada/ml milho pipoca **	
Pirapoca Branca	(ESALQ)	19,9	a b
Pirapoca Amarela	(ESALQ)	18,3	a b c
ROGO POP 1	(Rogobrás)	19,4	a b
ROGO POP 2	(Rogobrás)	17,4	a b c d e
CMS - 42	(CNPMS)	11,2	e
CMS - 43	(CNPMS)	13,7	b c d e
Colorado POP 1	(Colorado)	19,1	a b
Colorado POP 2	(Colorado)	16,6	a b c d e
GO - 100P	(Grãos de Ouro)	18,6	a b c
SAM	(IAC)	15,1	a b c d e
MF - 1001	(Mays Forte)	20,8	a
RS - 20	(IPAGRO)	19,9	a b
UNB - 2	(UNB)	11,7	d e
Composto Indígena	(ESALQ)	12,7	c d e
BR - 440	(CNPMS- CNPT)	18,0	a b c d
<b>média</b>		<b>16,83</b>	
<b>desvio padrão</b>		<b>3,17</b>	

\*\* médias seguidas pela mesma letra não diferem entre estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Embora cinco dos quinze cultivares fossem comerciais, na época em que foi conduzido esse ensaio, a maior parte da área cultivada em pipoca no Brasil era semeada com sementes provenientes da segunda, terceira ou mais gerações das variedades RS-20, no sul e, principalmente da SAM no sudeste e centro, ajudando a entender o porque da baixa qualidade da pipoca brasileira.

Segundo PIETERSE (11), a composição do milho depende do cultivar e de algumas variáveis agrônomicas, tais como tipo de solo, fertilidade, clima e, portanto, flutuações de composição podem ocorrer freqüentemente. De acordo com a Tabela 2, verifica-se que o cultivar CMS - 42 possui o maior teor protéico e menor teor de gordura, entre as amostras. O conteúdo médio de proteína coincide com o encontrado por PIETERSE (11) em milho comum, e um pouco abaixo do valor relatado por WHITE & POLLAK (12). O conteúdo de fibra da dieta varia desde 21,0% para o cultivar Colorado Pop 2, até 29,0%, para a CMS-43. Todos os valores obtidos de fibra da dieta são superiores aos resultados encontrados por MENDEZ *et alii* (3).

Tabela 2- Composição Centesimal dos cultivares de Milho de Pipoca (g/100 g)

Cultivares	umidade	cinza	proteína	extrato etéreo	fibra da dieta	carboidratos*	kcal/100g
Pirapoca Branca	5,00	1,32	11,36	3,92	23,34	55,06	300,96
Pirapoca amarela	4,66	1,53	9,23	3,75	21,15	59,68	309,39
ROGO POP 1	4,46	1,69	10,81	3,05	23,42	56,57	296,97
ROGO POP 2	4,71	1,40	11,19	3,44	20,71	58,55	309,92
CMS - 42	4,08	1,30	13,13	2,60	26,87	52,02	284,00
CMS - 43	4,43	1,54	10,57	4,03	27,74	51,69	285,31
Colorado POP 1	4,45	1,32	9,36	4,55	24,36	55,96	302,23
Colorado POP 2	4,58	1,38	10,48	3,93	20,08	59,55	315,49
GO - 100P	4,45	1,47	9,21	4,26	23,16	57,45	304,98
SAM	5,96	1,65	10,67	4,62	21,62	55,48	306,18
MF - 1001	5,30	1,71	10,30	3,93	22,12	56,64	303,13
RS - 20	5,39	1,48	10,30	3,52	22,08	57,23	301,80
UNB - 2	4,10	1,39	9,38	4,26	22,79	58,08	308,18
Composto Indígena	4,43	1,66	10,25	5,11	23,53	55,02	307,07
BR - 440	5,33	1,40	9,90	3,82	21,00	58,55	308,18
<b>média</b>	<b>4,76</b>	<b>1,48</b>	<b>10,41</b>	<b>3,92</b>	<b>22,93</b>	<b>56,50</b>	<b>302,92</b>
<b>desvio padrão</b>	<b>0,53</b>	<b>0,14</b>	<b>1,02</b>	<b>0,63</b>	<b>2,15</b>	<b>2,40</b>	<b>8,64</b>

\* carboidratos = carboidratos por diferença

Com relação ao aspecto nutricional do milho de pipoca, o consumo de 20 g de grãos de pipoca (cerca de 500ml de pipoca estourada), preparada em ar quente, fornece em média 2,2 g de proteína, 0,8 g de gordura, 0,6 de fibra, 12 g de carboidratos totais, 0,3 g de minerais, 0,7 mg de vitamina C, 0,8 mg de carotenos e 63,6 kcal. Percebe-se claramente que, devido à pequena quantidade geralmente consumida, são baixos os níveis nutricionais da pipoca, porém atendem às expectativas daqueles que desejam um produto de baixo teor calórico. O consumo de 100g de pipoca/dia atenderia cerca de 39% das necessidades protéicas de uma criança de 10 anos de idade, conforme o NRC (13).

Observa-se, na Tabela 3, que o cultivar Pirapoca Branca apresentou o maior teor de vitamina C, chegando a 5,95 mg/100g. Embora este valor esteja um pouco acima do relatado por WATSON (14) para milho normal, o teor é muito baixo quando comparado às frutas (e.g., 100 ml de suco de laranja possui 60 mg de vitamina C). O consumo de 100g do cultivar Pirapoca Branca forneceria apenas 13% das necessidades diárias de vitamina C de uma criança de 10 anos de idade, de acordo com o NRC (13). O teor de caroteno máximo, por sua vez, chegou a 0,76 mg/100 g para o cultivar SAM, quando a média para o milho normal é de 3,0 mg/100g (14). Embora os carotenos forneçam a vitamina A, a quantidade encontrada em 100g de pipoca é menos que 2% das necessidades diárias de uma pessoa (13).

Tabela 3 - Teor de Vitamina C e Carotenos (mg/100g) nos Cultivares de Pipoca

Cultivares	Vitamina C	Carotenos
Pirapoca Branca	5,95	2,01
Pirapoca Amarela	4,62	1,96
ROGO POP 1	4,66	5,72
ROGO POP 2	3,59	6,66
CMS - 42	2,51	3,20
CMS - 43	3,15	1,71
Colorado POP 1	2,50	4,72
Colorado POP 2	3,05	3,50
GO - 100P	3,47	5,22
SAM	3,25	7,62
MF - 1001	3,48	3,01
RS - 20	3,70	6,80
UNB - 2	4,39	6,89
Composto Indígena	3,17	2,61
BR - 440	2,55	2,67
<b>média</b>	<b>3,60</b>	<b>4,29</b>
<b>desvio padrão</b>	<b>0,95</b>	<b>2,05</b>

Tabela 4 - Teor de Minerais (mg/100g) dos Cultivares de Milho de Pipoca

Cultivares	sódio	magnésio	manganês	ferro	cálcio	fósforo	zinco
Pirapoca Branca	16,0	136,0	0,81	2,4	12,7	289	2,8
Pirapoca Amarela	7,3	120,9	0,62	2,8	9,7	275	2,5
ROGO POP 1	13,2	151,8	1,06	2,9	15,5	272	2,6
ROGO POP 2	8,1	135,6	0,98	1,9	13,6	267	2,1
CMS - 42	12,5	130,5	0,53	2,2	13,6	263	2,5
CMS - 43	13,0	133,3	0,63	2,3	12,4	267	2,5
Colorado POP 1	9,6	118,9	0,66	1,9	9,6	250	1,7
Colorado POP 2	7,5	124,7	0,87	2,3	11,2	249	2,1
GO - 100P	7,7	124,7	0,61	2,2	12,6	259	2,1
SAM	7,3	115,7	0,52	8,0	13,9	253	1,3
MF - 1001	6,2	120,2	0,51	2,6	10,0	248	0,9
RS - 20	6,5	130,8	0,75	2,9	12,0	255	1,4
UNB - 2	6,9	122,4	0,53	2,6	8,9	257	1,6
Composto Indígena	6,7	135,4	0,48	2,9	10,9	256	1,6
BR - 440	8,8	124,6	0,58	2,9	11,4	254	1,6
<b>média</b>	<b>9,2</b>	<b>128,4</b>	<b>0,68</b>	<b>2,9</b>	<b>11,9</b>	<b>261</b>	<b>2,0</b>
<b>desvio padrão</b>	<b>3,04</b>	<b>9,23</b>	<b>0,18</b>	<b>1,47</b>	<b>1,88</b>	<b>11,24</b>	<b>0,56</b>
<b>RDA* (crianças 10 anos)</b>	<b>nl</b>	<b>170</b>	<b>2-3</b>	<b>10</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>10</b>

\* RDA = Recommended Dietary Allowances (1989).

nl = não listado

Tabela 5 - Teor de aminoácido (g/100g) dos cultivares de pipoca

Cultivares	Asp	Glu	Ser	Gly	Thr	Ala	Arg	Tyr	Val	Met	Phe	Ile	Leu	Lys	Pro	Tri
Pirapoca Branca	0,502	1,612	0,338	0,380	0,359	0,600	0,285	0,257	0,345	fld*	0,389	0,195	1,021	fld	0,625	0,77
Pirapoca Amarela	0,729	2,455	0,522	0,593	0,360	0,906	0,466	0,402	0,716	fld	0,607	0,314	1,613	0,156	1,132	0,75
ROGO POP1	0,809	2,494	0,556	0,645	0,378	0,975	0,479	0,430	0,725	fld	0,664	0,340	1,710	0,187	1,265	0,95
ROGO POP2	0,788	2,647	0,559	0,600	0,391	1,015	0,440	0,451	0,598	0,124	0,712	0,348	1,837	0,167	1,243	1,26
CMS - 42	0,863	2,478	0,593	0,761	0,418	0,975	0,604	0,425	0,647	0,15	0,658	0,33	1,579	0,267	1,079	0,91
CMS - 43	0,694	2,207	0,482	0,596	0,343	0,852	0,443	0,38	0,539	0,12	0,57	0,286	1,45	0,141	0,94	0,84
Colorado POP 1	0,802	2,436	0,536	0,652	0,396	0,953	0,510	0,429	0,596	0,126	0,644	0,316	1,601	0,225	0,983	0,70
Colorado POP 2	0,857	2,731	0,594	0,699	0,417	1,044	0,562	0,467	0,648	0,136	0,705	0,350	1,777	0,170	1,120	0,78
GO - 100P	0,796	2,225	0,514	0,723	0,394	0,862	0,609	0,383	0,600	0,129	0,597	0,285	1,289	0,178	0,907	1,24
SAM	0,762	2,549	0,531	0,661	0,392	0,951	0,495	0,424	0,606	0,128	0,648	0,308	1,627	0,147	1,077	1,35
MF - 1001	0,901	2,58	0,599	0,780	0,443	1,021	0,660	0,444	0,817	fld	0,678	0,331	1,658	0,205	1,109	1,70
RS - 20	0,839	2,758	0,587	0,698	0,413	1,034	0,537	0,454	0,767	fld	0,719	0,326	1,75	0,203	1,046	1,29
UNB - 2	0,779	2,289	0,542	0,711	0,389	0,955	0,540	0,405	0,611	0,140	0,642	0,294	1,536	0,157	0,894	1,50
Composto Indígena	0,772	2,463	0,568	0,671	0,383	0,997	0,570	0,435	0,596	0,151	0,687	0,292	1,660	0,177	0,932	0,73
BR - 440	0,770	2,416	0,541	0,631	0,389	0,983	0,485	0,432	0,588	0,136	0,670	0,293	1,704	0,147	0,858	1,33
<b>média</b>	<b>0,778</b>	<b>2,423</b>	<b>0,537</b>	<b>0,653</b>	<b>0,391</b>	<b>0,942</b>	<b>0,512</b>	<b>0,415</b>	<b>0,627</b>	<b>0,134</b>	<b>0,639</b>	<b>0,307</b>	<b>1,587</b>	<b>0,181</b>	<b>1,014</b>	<b>1,073</b>
<b>desv. padrão</b>	<b>0,093</b>	<b>0,276</b>	<b>0,064</b>	<b>0,095</b>	<b>0,026</b>	<b>0,110</b>	<b>0,090</b>	<b>0,050</b>	<b>0,109</b>	<b>0,011</b>	<b>0,081</b>	<b>0,038</b>	<b>0,207</b>	<b>0,035</b>	<b>0,163</b>	<b>0,323</b>

\*.fld = fora do limite de detecção

Observa-se ainda na Tabela 3 que, à semelhança do que ocorre no milho comum (15), o teor de carotenos nos grãos de milho pipoca está fortemente correlacionado com a intensidade da cor amarela do endosperma, com as pipocas brancas apresentando teor de carotenos bastante inferior ao das pipocas alaranjadas.

O conteúdo de sódio foi bastante baixo em todas os cultivares (Tabela 4). O maior teor foi observado no cultivar Pirapoca Branca (16,02 mg/100g), embora em milho comum o conteúdo possa atingir até 150 mg/100g (14). Portanto, pessoas que necessitam restringir o consumo de sódio em sua dieta não teriam qualquer problema em consumir pipoca, desde que não adicionada de sal. Os teores de Mg, Mn e P mostraram muita variação entre os cultivares. O cultivar Pirapoca branca também apresentou os maiores níveis de cobre e zinco, sendo a CMS-43 a de menor teor de cobre e a MF- 1001 a de menor teor em zinco. Comparando o resultado médio de minerais com os níveis recomendados pela NCR (13), o consumo diário de 100g de milho de pipoca fornece 100% de cobre, 34% de manganês, 32% de fósforo, 29% de ferro, 20% de zinco e 1,5% de cálcio das necessidades diárias de uma criança de 10 anos. Verifica-se que a pipoca é uma excelente fonte de cobre, sendo razoável nos demais minerais com exceção do cálcio.

Tabela 6 - Comparação Entre os Cultivares Quanto ao Consumo de 100g de Pipoca por uma Criança (10-12 anos com peso médio de 30 kg)

Cultivares	lisina (g/100g)	% do RDA*	triptofano (g/100g)	% do RDA
Pirapoca Branca	fld**	.-	0,077	23,3
Pirapoca Amarela	0,156	10,2	0,075	22,7
ROGO POP 1	0,187	12,2	0,095	28,8
ROGO POP 2	0,167	10,9	0,126	38,2
CMS - 42	0,267	17,4	0,091	27,6
CMS - 43	0,141	9,2	0,084	25,4
Colorado POP 1	0,225	14,7	0,070	21,2
Colorado POP 2	0,170	11,1	0,078	23,6
GO - 100P	0,178	11,6	0,124	37,6
SAM	0,147	9,6	0,135	40,9
MF - 1001	0,205	13,4	0,170	51,5
RS - 20	0,203	13,3	0,129	39,1
UNB - 2	0,157	10,3	0,150	45,4
Composto Indígena	0,177	11,6	0,073	22,1
BR - 440	0,147	9,6	0,133	40,3
<b>média</b>	<b>0,180</b>	<b>11,8</b>	<b>0,11</b>	<b>32,5</b>
<b>desvio padrão</b>	<b>0,03</b>	<b>2,28</b>	<b>0,03</b>	<b>9,79</b>

\*. RDA = Recommended Dietary Allowances.

\*\*.. fld = fora do limite de detecção.

Embora o consumo de milho de pipoca forneça boa quantidade de proteína, o perfil de aminoácidos (Tabela 5) mostra deficiência dos aminoácidos essenciais, lisina e triptofano, o que ocorre, de forma geral, nos cereais. A quantidade de lisina e triptofano necessária para atender a uma criança de 10 a 12 anos, com peso médio de 30 kg, segundo a NRC (13), é 51 mg e 11 mg por g de proteína de alta qualidade, respectivamente. Considerando que esta criança necessita de 1g de proteína por kg de peso corporal, então são necessários 30 g de proteína por dia, ou seja, 1,53 g de lisina e 0,33 g de triptofano. A Tabela 6 ilustra este raciocínio para a comparação de cultivares em relação ao RDA. O cultivar MF-1001 apresentou o melhor balanço lisina-triptofano.

## CONCLUSÕES

Os cultivares MF-1001, RS-20, Pirapoca Branca, Rogo POP 1 e Colorado POP 1 são os cultivares mais interessantes sob o ponto de vista comercial pelo seu rendimento em grãos estourados. Entretanto, estão bem abaixo dos padrões internacionais, sugerindo que haja uma maior atenção dos melhoristas para este aspecto.

O consumo de pipoca, sem adição de qualquer outro ingrediente, contribui muito pouco para a ingestão calórica, não merecendo qualquer restrição por pessoas em dieta com restrição calórica. Um pacote de 0,5 litro, de pipoca estourada, possui apenas cerca de 20g de produto, o que fornece somente cerca de 80 Kcal. Como também a pipoca é deficiente em termos de vitaminas e minerais, não deve ser utilizada como refeição, por não ser alimento devidamente balanceado.

A pipoca possui razoável quantidade de fibra da dieta, podendo ser utilizada como fonte da mesma.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HAUGH, C.G. ; LIEN, R.M.; HANES, R.E.; ASHMAN, R.B. Physical properties of popcorn. **Transactions of the ASAE**, 19(1):168-171, 1976.
2. HOSENEY, R.C., ZELEZNAK, K. & ABDELRAHMAN, A. Mechanism of popcorn popping. **Journal of Cereal Science**, n.1, p. 43-52, 1983.
3. MENDEZ, M.H.M.; DERIVI, S.C.N.; RODRIGUES, M.C.R.; FERNANDEZ, M.L. **Tabela de Composição de Alimentos**. Editora Universitária, Niterói, 1992. 40 p.
4. ANÔNIMO. Popular popcorn. **Chipper/Snacker**, v.42, n.10, p.32-33, 1985.
5. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Ensaio Nacional de Milho Pipoca**, resultados do ano agrícola 1991/92. Sete Lagoas, sd.
6. SAWAZAKI, E., MORAIS, J.F.L., LAGO, A.A. Influência do tamanho e umidade do grão na expansão da pipoca South American Mushroom. **Bragantia**, Campinas, 45(2):363-70, 1986.
7. ROSHDY, T.H., HAYAKAWA, K. & DAUN, H. Time and temperature parameters of corn popping. **Journal of Food Science**, 49:1412-1418, 1984.
8. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, nº 14004, 14006, 14018, 14026, 14044 e 43264. 14 ed. Arlington, 1984. 1141 p.
9. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1. 533 p.
10. AMAYA, F.J.; YOUNG, C.T.; CHICHESTER, C.O. Automated determination of tryptophan in legumes and cereals. **J. Agric. Food Chem.**, 25(1):149-143, 1977.
11. PIETERSE, M.J. The quality and utilization of maize in South Africa. **S.A. Food Review**, february, 1976. p. 73.
12. WHITE, P.J.; POLLAK, L.M. Corn as a food source in the United States: Part II. Processes, products, composition, and nutritive values. **Cereal Foods World**, 40(10):756-762, 1995.

13. NRC - Nacional Research Council. Diet and health: Implications for reducing chronic disease risk. Report of the committee on diet and health. **Food and Nutrition Board, Commission on Life Science**. National Academy Press, Washington, DC, 1989.
14. WATSON, S.A. Structure and composition. In: WATSON, S.A.; RAMSTAD, P.E. **Corn: Chemistry and Technology**. Minnesota, American Association of Cereal Chemists, 1987. 53-82 p.
15. BANDEL, G. Genética. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, 1978. Cap. 4, p.97-120.