

AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO DE “CHIPS” DE MANDIOCA¹

Regina Kitagawa GRIZOTTO², Hilary Castle de MENEZES^{2,*}

RESUMO

Pré-tratamentos como o cozimento, a fermentação natural e a secagem parcial foram aplicados em raízes de mandioca, visando a obtenção de “chips” comestíveis. A avaliação sensorial foi feita com base na aceitação e aparência dos “chips” das variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70. Trinta consumidores potenciais do produto foram selecionados em função da disponibilidade e interesse em participar dos testes. Foi utilizada escala hedônica de 7 pontos, onde os provadores avaliaram as amostras delineadas em blocos casualizados. Os resultados obtidos mostraram que os “chips” controle e pré-cozidos foram aceitos sensorialmente, apresentado médias de 5,1 (gostei ligeiramente) para IAC Mantiqueira e 6,0 (gostei moderadamente) para IAC 576.70. Os “chips” pré-fermentados de ambas variedades foram rejeitados. Os termos de agrado mais comentados pelos provadores foram “sabor de mandioca”, “crocância” e “textura”. Os termos de desagradado mais citados incluem “textura dura”, “falta sabor de mandioca” e “gosto de óleo”. Os provadores consideraram adequada a aparência dos “chips” de ambas variedades, sendo ligeiramente preferida a aparência dos “chips” da IAC 576.70, com exceção dos “chips” cozidos por 8 minutos e os fermentados, rejeitados pelos consumidores. A cor amarela da polpa pode ter influenciado a aceitação da variedade IAC 576.70. A composição centesimal e o teor de fibras na mandioca *in natura* e, o teor de lipídeos em “chips” de mandioca, também foram apresentados.

Palavras-chave: mandioca; avaliação sensorial; processamento; composição centesimal.

SUMMARY

ACCEPTANCE EVALUATION OF CASSAVA CHIPS. Pre-treatments such as cooking, natural fermentation and partial drying were applied to cassava roots, aimed at obtaining edible cassava chips. The sensory evaluation was based on the acceptance and appearance of the chips, using the varieties IAC Mantiqueira and IAC 576.70. Thirty potential consumers of the product were selected based on their availability and interest. A 7-point hedonic scale was used, all the judges evaluating all the samples using a randomised block design. The results showed sensory acceptance of both the pre-cooked and non pre-cooked (control) chips, with means of 5.1 (liked slightly) for IAC Mantiqueira and 6.0 (liked moderately) for IAC 576.70. The pre-fermented chips of both varieties were rejected. The agreeable attributes most cited by the judges were: “cassava flavour”, “crispness” and “texture”. The disagreeable attributes most cited were “hard texture”, “lack of cassava flavour” and “oily taste”. The appearance of the chips from both varieties was considered adequate, with slightly preferred to the IAC 576.70, with the exception of those cooked for 8 minutes and the fermented samples, which were rejected. The yellow colour of the IAC 576.70 cassava pulp may have influenced the acceptance of these chips. The proximate compositions and fibre contents of the *in natura* cassava roots and the fat contents of the chips, are also presented.

Keywords: cassava; sensory evaluation; processing; proximate composition.

1 - INTRODUÇÃO

A textura dura da mandioca é considerada como o principal problema que envolve a tecnologia de fabricação dos “chips” de mandioca.

Em particular, em alimentos desidratados, a principal característica desejada é a crocância, sendo a textura o atributo sensorial que mais influencia na qualidade dos produtos processados [3]. Com respeito as atitudes dos consumidores em relação a textura e suas características específicas, SZCZESNIAK, KAHN [25] concluíram que a crocância parece ser o parâmetro de textura mais versátil, sendo o termo mais freqüentemente mencionado que qualquer outra palavra para descrever a textura dos alimentos.

A crocância dos alimentos nos quais são incluídos as batatas chips, pode ser definida como sendo: “firme (rígida) e quebra com facilidade quando forçado, emitindo som característico”. Segundo SZCZESNIAK [24] é tam-

bém um termo bastante proeminente em combinação com a textura, ressaltando qualidade de preparo e sinônimo de alimento saudável e fresco.

Um método objetivo para medir a crocância em alimentos foi descrito por Bourne citado por JACKSON, BOURNE, BARNARD [12] e baseia-se na ruptura dos alimentos ao primeiro esforço, obtendo-se curvas de força versus distância e nítidos picos de força. JACKSON, BOURNE & BARNARD [12] relatam não ter encontrado na literatura um método mais exato para determinar a crocância dos “chips”, sendo o método de Bourne considerado satisfatório para determinação da crocância em banana chips. VICKERS [28] sugere a combinação de métodos de força-deformação e métodos acústicos para proporcionar uma excelente medida da crocância sensorial de batatas fritas. SZCZESNIAK [23] observa que, para se estabelecer correlação instrumental-sensorial, há necessidade de se estabelecer, baseado em extensivo trabalho, os parâmetros de qualidade que afetam a aceitabilidade, visto que nenhum instrumento é capaz de reproduzir as respostas sensoriais e psicológicas de um ser humano.

GRIZOTTO, MENEZES [9] constataram haver forte correlação negativa ($r=-0,906$) entre a medida objetiva da textura (fraturabilidade) e a aceitação sensorial de

¹ Recebido para publicação em 21/02/2003. Aceito para publicação em 02/09/2003 (000805).

² Depto. Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, C. P. 6121, CEP 13083-970, Campinas S.P. hilary@fea.unicamp.br

* A quem a correspondência deve ser enviada.

“chips” de mandioca para uma variedade de mandioca (IAC Mantiqueira), enquanto que para outra variedade (IAC 576.70), não foi possível estabelecer esse tipo de correlação.

Entre os vários tipos de testes de aceitação sensorial existentes, o mais freqüentemente utilizado é aquele conduzido em ambiente de laboratório, devido a possibilidade de assegurar o controle de todas as condições do teste, utilizando um número de provadores variando entre 25 a 50 [22].

Considerando que o teste de aceitação utilizando escala hedônica pode medir, com certa segurança, o grau de gostar e a aceitação de um produto, é possível obter através dos resultados desses testes, uma indicação do produto ou produtos que deverão receber maior atenção dada a possibilidade de virem a se tornar sucessos comerciais.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a aceitação sensorial de “chips” de mandioca de duas variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70, submetidos a pré-tratamentos de cozimento em água em ebulição, fermentação natural ou a combinação do cozimento em água em ebulição e secagem parcial.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Matéria-prima

Foram utilizadas, neste estudo, duas variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) IAC Mantiqueira e IAC 576.70, ambas colhidas aos oito meses do plantio. As raízes foram doadas pelo Núcleo Experimental de Campinas do Instituto Agrônomo (IAC), situado em Campinas (S.P.). Foram utilizados aproximadamente 80 quilos de cada variedade de mandioca.

2.2 - Preparo dos “chips” de mandioca

O fluxograma de trabalho para produção de “chips” de mandioca é mostrado na *Figura 1*. As etapas do processamento encontram-se descritas em GRIZOTTO [8].

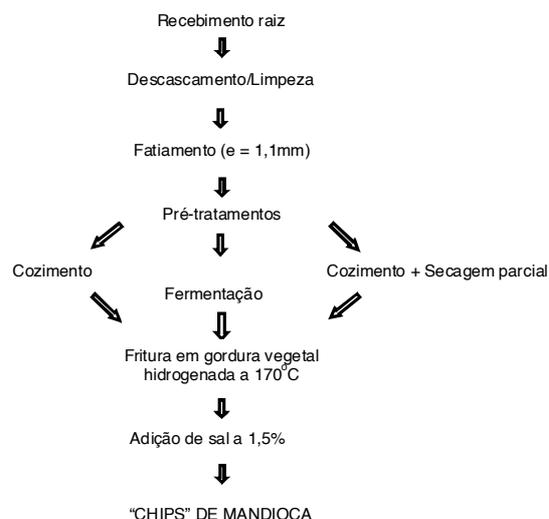


FIGURA 1. Fluxograma de produção de “chips” de mandioca.

2.3 - Composição centesimal

As determinações realizadas nas raízes frescas, previamente descascadas e limpas foram matéria seca [11], umidade (calculado por diferença da matéria seca), lipídeos totais [6], amilose [21], proteína [1], acidez [4], amido [7], açúcares redutores e totais [4], fibra detergente ácido ou ADF [26], celulose e lignina [27]. As determinações foram realizadas em duplicata e os resultados expressos em base seca (% b.s.).

Nos “chips” de mandioca foi determinado o teor de lipídeos totais [6].

2.4 - Pré-tratamentos

2.4.1 - Fermentação

Lotes representativos de aproximadamente 800g de fatias de mandioca foram imersos em água potável, na proporção de 1:4, previamente aquecida a 30°C, reservada em recipiente plástico e mantidas nesta temperatura durante 8h em estufa Fanem (Rio de Janeiro, Brasil) modelo 330, com controle de temperatura e circulação de ar. Não foi adicionado qualquer tipo de agente de fermentação ao meio fermentativo. Após o período de fermentação (8h) as fatias foram lavadas em água corrente e fritas em gordura vegetal hidrogenada a 170°C. Um lote de fatias frescas foi frito imediatamente ao corte e utilizado como controle.

2.4.2 - Cozimento

Lotes representativos de aproximadamente 300g de fatias de mandioca foram dispostos em cestos de alumínio perfurado de dimensões 25cm de diâmetro e 15cm de altura, e imersos em água em ebulição durante 8 minutos. Ao final desse período, o cesto foi retirado e as fatias de mandioca foram resfriadas em água corrente, drenadas por 30 segundos e fritas em gordura vegetal hidrogenada a 170°C. Um lote de fatias frescas foi frito e serviu como controle.

2.4.3 - Cozimento + secagem parcial

Lotes representativos de mandioca (600g) foram previamente cozidos em água em ebulição durante 1 min., 3 min. e 5 min., conforme descrito no item 2.4.2. Três bandejas de aço inox perfuradas, de dimensões 70x100x2cm, devidamente identificadas, receberam os três lotes de mandioca cozida. As bandejas foram colocadas no interior da estufa Fanem e mantidas a 50°C durante 3h. Em seguida, as fatias foram fritas em gordura vegetal hidrogenada a 170°C. Uma quantidade de fatias de mandioca fresca foi frita, para ser utilizada como controle.

2.5 - Análise sensorial

Trinta consumidores potenciais do produto foram selecionados em função de consumir produtos à base de mandioca, disponibilidade e interesse em participar do teste. Os provadores avaliaram as amostras quanto a aceitação e a aparência dos “chips” utilizando-se escala hedônica estruturada de 7 pontos, registrando o quanto

gostaram ou desgostaram de cada tipo de “chips” preparado. Empregou-se o delineamento de blocos casualizados onde todos os provadores avaliaram doze amostras (seis amostras da variedade IAC Mantiqueira e seis da IAC 576.70), subdivididas em duas seções para evitar fadiga.

A avaliação da aceitação dos “chips” de mandioca foi conduzida em cabines individuais iluminadas com luz vermelha. As amostras foram servidas em prato de fundo preto codificados com números de três dígitos, e pediu-se para degustar as mesmas, anotando-se o quanto gostou ou desgostou nas respectivas fichas (Figura 2). Em seguida, os provadores foram convidados a avaliar a aparência dos “chips” de mandioca, independentemente das características de aroma, sabor e textura, utilizando escala hedônica de 7 pontos (Figura 3). As amostras estavam dispostas em pratos de fundo branco codificados com números de três dígitos, iluminados por luz natural do dia.

Os principais termos de qualidade que mais influenciaram os provadores na aceitação ou rejeição das amostras são apresentados na forma de histogramas, com o objetivo de contribuir para a compreensão do significado sensorial destes atributos de qualidade.

NOME:	DATA:
1. Você está recebendo uma amostra codificada _____ de mandioca "chips". Prove a amostra e avalie o quanto você gostou ou desgostou utilizando a escala abaixo.	
<p style="text-align: center;"> Gostei muito Gostei moderadamente Gostei ligeiramente Nem gostei/nem desgostei Desgostei ligeiramente Desgostei moderadamente Desgostei muito </p>	
2. Informe o que você mais (+) gostou ou menos (-) gostou na amostra:	
+ GOSTEI: _____	
- GOSTEI: _____	

FIGURA 2. Ficha para avaliação da aceitação sensorial dos “chips” de mandioca.

NOME:	DATA:
1. Você está recebendo seis amostras codificadas de mandioca "chips". Avalie as amostras utilizando a escala abaixo e indique o quanto você gostou ou desgostou da aparência de cada amostra.	
<p style="text-align: center;"> 7. Gostei muito 6. Gostei moderadamente 5. Gostei ligeiramente 4. Nem gostei/nem desgostei 3. Desgostei ligeiramente 2. Desgostei moderadamente 1. Desgostei muito </p>	
AMOSTRA N.º	VALOR
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
2. COMENTÁRIOS: _____	

FIGURA 3. Ficha para avaliação da aparência dos “chips” de mandioca.

2.6 – Análise estatística

Os resultados dos testes de aceitação de amostras de “chips” de mandioca de cada variedade foram analisados através da análise de variância (ANOVA) tendo

como fontes de variação: modelos e pré-tratamentos, testes de média (Tukey) e histograma de frequência de comentários dos termos de agrado e desagradado versus porcentagem de provadores.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Composição centesimal e fibras na mandioca *in natura*.

Os resultados da composição centesimal e teores de fibras nas raízes de mandioca *in natura* são mostrados na Tabela 1, para as variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70.

As raízes de mandioca utilizadas neste experimento apresentavam característica farinácea, baseando-se nos teores elevados de amido (75% b.s.) e de matéria seca (40% b.s.). SAFO-KANTANKA, OWUSU-NIPAH [19] verificaram haver forte correlação positiva entre o teor elevado de matéria seca e de amido com a textura farinácea em mandioca fresca. A amilose também pode ser utilizada como um indicador da qualidade das raízes, quanto as suas características farináceas. As variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70 apresentaram níveis de amilose equivalentes, em torno de 17% b.s. Este valor encontra-se dentro da faixa de variação de 16 a 18% descrita por Zuber citado por BALAGOPALAN et al. [5] em mandioca.

TABELA 1: Composição centesimal e teores de fibras na mandioca *in natura*, variedade IAC Mantiqueira e IAC 576.70

Determinações ⁽¹⁾	VARIEDADE IAC	
	Mantiqueira	576.70
Umidade (g/100g)	58,15±0,72	57,6±1,09
Amido (g/100g) b.s.	74,8±0,1	77,6±0,2
Proteína (N×6,25) % b.s.	2,7±0,1	3,2±0,0
Açúcares totais (g/100g) b.s.	2,9±0,3	4,8±0,3
Açúcares redutores (g/100g) b.s.	0,8±0,0	0,5±0,1
Acidez (mL NaOH 1N/100g) b.s.	4,2±0,0	4,0±0,1
Amilose (g/100g) b.s.	17,64 ⁽²⁾	17,23 ⁽²⁾
Lipídeos (g/100g) b.s.	0,87±0,57	0,91±0,02
Matéria seca (g/100g) b.s.	44,86±0,72	45,78±1,09
ADF (celulose e lignina) % b.s.	2,87±0,01	2,66±0,02
Celulose (% b.s.)	2,10±0,01	2,04 ⁽²⁾
Lignina (% b.s.)	0,76±0,03	1,13±0,07

⁽¹⁾ Média de 2 determinações ± erro padrão (δ_{n-1}); onde $\delta_{n-1} = s \cdot (\sqrt{n})^{-1}$; $s^2 = [\sum x^2 - (\sum x)^2 / n] \cdot (n-1)^{-1}$; $n \rightarrow n.$ º de amostras.

⁽²⁾ Dados de uma determinação

O teor de água, em torno de 58%, não permite longos períodos de armazenamento, em condições de temperatura ambiente e umidade elevadas. A mandioca se deteriora mais rapidamente do que outras hortaliças de

raiz, como a batata-doce e a cenoura, provavelmente por ser uma estrutura de reserva. Deteriorações de ordem fisiológica e microbiológica rapidamente se instalam após a colheita das raízes [15], tornando-as impróprias para o consumo.

Foi verificada variação nos teores de açúcares totais e redutores entre as variedades estudadas. A variedade IAC 576.70 apresentou a maior concentração de açúcares totais (4,8g/100g), aproximadamente o dobro do valor determinado para a variedade IAC Mantiqueira. O teor de açúcares totais determinado na variedade IAC 576.70 pode ser comparado a 4,56g/100g determinado por PASCHOALINO et al. [16] em variedade de polpa amarela. A variedade IAC Mantiqueira apresentou níveis de açúcares totais 26% abaixo do determinado na mesma variedade por PASCHOALINO et al. [16] usando metodologia analítica idêntica.

Os teores de açúcares redutores determinados nas variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70 apresentaram-se dentro das faixas aceitáveis de açúcares redutores (0,1 a 0,25% peso úmido), proposto por Kadan citado por SLINDE et al. [20] para se obter “chips” de batata fritos em óleo, com coloração adequada. De acordo com PORTER et al. [17], somente quando os níveis de açúcares redutores ultrapassam 0,9% é que se poderá produzir “chips” de batata com coloração escura. O teor de gordura ou lipídeos na mandioca, em torno de 0,8% (b.s.), aproxima-se da faixa de variação de 0,2 a 0,7% relatado por MACHADO [14]. HUDSON & OGUNSUA [10] relataram um teor de 2,5% de lipídios em farinha de mandioca, dos quais somente 50% são extraídos com solventes convencionais. Os lipídios extraídos são principalmente de natureza polar, sendo o diglicerídeo o principal componente. Os ácidos graxos presentes na mandioca são relativamente saturados, comparados com a estrutura lipídica da batata [10].

A mandioca pode ser considerada excelente fonte de fibras dietéticas: celulose e lignina. Porém, do ponto de vista nutricional, os teores de proteína determinados para a variedade IAC Mantiqueira (2,7% b.s.) e para a variedade IAC 576.70 (3,2% b.s.) não são suficientes para serem considerados significativos. A fração de celulose e lignina quantificada nas duas variedades pelo método de detergente ácido, em torno de 2,76% (b.s.), compara-se ao determinado em mandioca por RIVERA et al. [18]. Desta, a celulose pode ser considerada o componente principal, correspondendo a aproximadamente 90-98% do total de ADF e a lignina o componente de menor concentração. As evidências dos benefícios trazidos pelo consumo de alimentos ricos em fibras são bastante conhecidos. Em particular, Boch, Camejo citado por RIVERA et al., [18] constataram que o nível de colesterol das populações indígenas nativas de áreas rurais da Venezuela eram inferiores aos da área urbana, e uma das razões poderia ser o consumo de mandioca com elevado teor de fibra dietética.

3.2 – Lipídios em “chips” de mandioca.

A absorção de óleo foi significativamente superior nos “chips” cozidos durante 8 minutos para todas as

variedades de mandioca testadas, conforme pode ser visto na *Tabela 2*. A provável causa desta diferença baseia-se na ausência da etapa de secagem conduzida após o cozimento das fatias de mandioca. A secagem parcial, de acordo com ADAMBOUNON & CASTAIGNE [2], além de proporcionar melhoria na textura das batatas fritas, promove redução no teor de óleo absorvido durante a fritura. Os “chips” cozidos durante 1 e 3 minutos da variedade IAC 576.70, apresentaram menor teor de lipídios (18g/100g). Foi verificado que tanto a fermentação por 8h. como o cozimento por curtos períodos (1, 3 e 5 minutos) desde que combinado com a secagem parcial, não promoveram aumentos significativos na absorção de óleo quando comparados com o controle.

TABELA 2: Teor de lipídios^(1, 2) (em g/100g amostra úmida) em “chips” de mandioca.

Pré-tratamentos nos “chips”	VARIEDADE IAC	
	Mantiqueira	576.70
Controle (sem tratamento)	26,0±0,28 ^a	23,15±0,23 ^a
Cozimento (1 min.) + Secagem parcial	28,12±0,08 ^a	18,36±0,62 ^a
Cozimento (3 min.) + Secagem parcial	29,88±0,32 ^a	18,54±0,32 ^a
Cozimento (5 min.) + Secagem parcial	25,19±0,32 ^a	23,71±0,31 ^a
Cozimento (8 min.)	34,90±0,12 ^b	44,36±0,21 ^b
Fermentação 8h	26,13±0,47 ^a	20,30±0,07 ^a

⁽¹⁾ Média de 2 determinações ± erro padrão (δ_{m}^2);

⁽²⁾ Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.3 – Aceitação sensorial dos “chips” de mandioca.

Os escores de aceitação e aparência dos “chips” da variedade IAC Mantiqueira e IAC 576.70 são mostrados na *Tabela 3*. Os resultados do teste de aceitação dos “chips” de mandioca, para ambas variedades, discriminaram dois grupos de aceitação: um primeiro grupo composto pelo controle e cozimento (1, 3, 5 e 8 minutos), que obtiveram aceitação significativamente superior ($p \leq 0,05$) e um segundo grupo composto apenas pela fermentação.

Os principais termos utilizados pelos provadores para descrever a aceitação dos “chips” de mandioca de ambas variedades foram “sabor de mandioca”, “crocância” e “textura”, para todas as amostras, pré-tratadas ou não. Entre os termos de desagrado freqüentemente comentados pelos provadores foram “textura dura”, “textura muito dura”, “falta de sabor de mandioca” e “gosto de óleo”. A freqüência dos principais termos sensoriais que caracterizaram o agrado ou desagrado, relatados pelos 30 provadores de amostras de “chips” de mandioca nos testes de consumidor, são mostrados através de histogramas nas *Figuras 4 a 9* para variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70.

Os “chips” da amostra controle da variedade IAC Mantiqueira obtiveram a maior freqüência de comentários relativos ao “sabor de mandioca” (61% dos provadores) (*Figura 4*) e os “chips” fermentados por 8h, o menor índice deste comentário (3% dos provadores) (*Figura 9*). Todas as amostras da variedade IAC Mantiqueira foram

igualmente aceitas, apresentando média 5,1 próxima do “gostei ligeiramente” (Tabela 3); com exceção da fermentada, rejeitada pelos provadores. A amostra pré-cozida por 3 minutos com secagem parcial, obteve o maior número de comentários positivos acerca da crocância (37% dos provadores) (Figura 6), e também foi a amostra que recebeu maiores escores de aceitação (5,4) e aparência (5,5) (Tabela 3). A “textura dura” e “textura muito dura” foram as principais críticas apontadas para as amostras pré-cozidas durante 1, 3 e 5 minutos seguida da secagem parcial. Entretanto, esse e os outros termos de desagradado freqüentemente comentados, não contribuíram grandemente, a ponto das amostras serem rejeitadas.

TABELA 3. Média dos escores⁽¹⁾ de aceitação e aparência dos “chips” de mandioca variedade IAC Mantiqueira e IAC 576.70, atribuídos por trinta provadores.

Pré-tratamentos	ACEITAÇÃO (escores)		APARÊNCIA (escores)	
	IAC Mantiqueira	IAC 576.70	IAC Mantiqueira	IAC 576.70
Controle	4,9 ^a	5,4 ^a	4,5 ^{a b}	5,6 ^a
1 minuto cozimento + secagem parcial ⁽²⁾	5,3 ^a	6,0 ^a	5,1 ^a	5,5 ^a
3 minutos cozimento + secagem parcial ⁽²⁾	5,4 ^a	6,3 ^a	5,5 ^a	5,3 ^a
5 minutos cozimento + secagem parcial ⁽²⁾	4,9 ^a	6,1 ^a	4,6 ^{a b}	4,8 ^{a b}
8 minutos cozimento ⁽³⁾	5,0 ^a	6,0 ^a	3,7 ^b	3,8 ^b
8 horas fermentação ⁽⁴⁾	3,2 ^b	3,0 ^b	4,9 ^a	3,8 ^b

⁽¹⁾ **Escores:** 1= desgostei muito; 2= desgostei moderadamente; 3 = desgostei ligeiramente; 4 = nem gostei/nem desgostei; 5 = gostei ligeiramente; 6= gostei moderadamente; 7 = gostei muito.

⁽²⁾ Cozimento por imersão das fatias de mandioca em água em ebulição por 1, 3 e 5 minutos seguido da secagem parcial em câmara com circulação de ar a 50°C durante 3 horas seguido da fritura em gordura vegetal a 170°C.

⁽³⁾ Cozimento das fatias de mandioca em água em ebulição por 8 minutos seguido da drenagem e fritura em gordura vegetal a 170°C.

⁽⁴⁾ Fermentação das fatias de mandioca em água a 30°C em câmara com controle de temperatura, durante 8 horas, drenadas e fritas em gordura vegetal a 170°C; Letras diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os “chips” da variedade IAC 576.70 receberam um elevado número de comentários relativos ao sabor típico de mandioca, em torno de 55% dos provadores (Figuras 4, 5, 6, 7) exceção feita às amostras cozidas por 8 minutos (Figura 8), cuja freqüência desse comentário foi de 47%. Em média, as amostras controle, as cozidas por 1, 3 e 5 minutos seguido da secagem parcial e as cozidas por 8 minutos, obtiveram escores de aceitação em torno de 6,0, equivalente ao “gostei moderadamente” (Tabela 3).

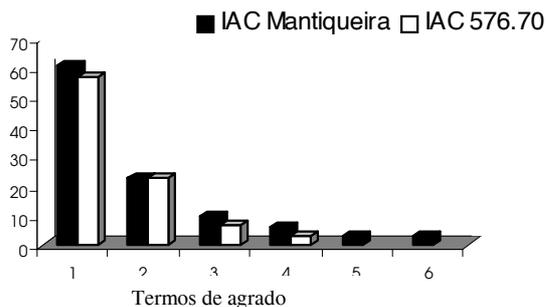
À medida que os “chips” foram sendo submetidos a tempos de cozimento mais prolongados, podemos observar a queda na freqüência do comentário a respeito do “sabor de mandioca” e, relativo aumento nos comentários de “crocância” e “textura”. Isto parece indicar que o cozimento melhora as características de textura dos “chips”, mas, provavelmente devido à dissolução dos

sólidos solúveis na água de cozimento, há um ligeiro comprometimento no sabor dos “chips”. A extensão do cozimento, no entanto, deve ser controlada de forma a não ultrapassar 5 minutos, visto que a partir deste ponto, compromete-se a aparência dos “chips”, podendo inclusive ser rejeitada pelos consumidores. Oito minutos de cozimento promoveu “chips” extremamente crocantes, apresentando o menor índice de comentários relativos a “dureza” (3% dos provadores), porém elevada percepção do “gosto de óleo” entre 40% dos provadores. O elevado teor de lipídios, em torno de 35%, determinado nessas amostras (Tabela 2), foi significativamente superior ao determinado nos demais “chips”, e confirmam a percepção do gosto de óleo pelos provadores. O longo tempo de cozimento (8 minutos) promoveu a quebra das fatias, formando pequenos aglomerados que não se soltaram durante a fritura, resultando na maior retenção de óleo e aparência desuniforme. Os provadores consideraram a aparências desses “chips” entre “desgostei ligeiramente” e “nem gostei/nem desgostei” (Tabela 3). Outro fator que pode ter colaborado para o acentuado sabor de óleo nas amostras cozidas por 8 minutos, seria a ausência da secagem parcial após o cozimento. Esta etapa foi considerada de importância na redução da absorção de óleo em batatas fritas por ADAMBOUNOU & CASTAIGNE [2].

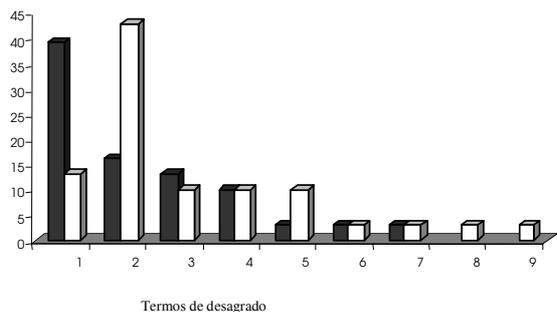
Os “chips” de ambas variedades fermentados durante 8 horas receberam notas em torno de 3,0 de aceitação, equivalente ao “desgostei ligeiramente”. Essas amostras, rejeitadas pelos provadores, também obtiveram a menor freqüência de comentários relativos a “crocância” (6% dos provadores) e “textura” (13% dos provadores). Notadamente, a “textura dura” e “textura muito dura”, perfazendo um total de 57% dos comentários para a variedade IAC Mantiqueira, e 70% para a variedade IAC 576.70, foi o atributo de maior influência na sua rejeição, aliada ao “gosto de óleo”, “gosto de ranço” e “falta de sabor de mandioca” (Figura 9).

A fermentação promoveu coloração amarelo-claro uniforme nos “chips” de mandioca, provavelmente devido à redução do teor de açúcar redutor controlando a extensão das reações de Maillard, conforme o anteriormente observado em batata chips [13] e cenoura chips [20]. Este talvez tenha sido o motivo para que os “chips” fermentados obtivessem escores de aparência relativamente altos 4,9 pontos para IAC Mantiqueira e 3,8 para IAC 576.70 (Tabela 3).

A fermentação, se por um lado promove melhoria na cor dos “chips” fritos em óleo, reduzindo-se a extensão da reação de Maillard, requer controle e estabelecimento dos parâmetros desta etapa complexa onde fatores químicos, físicos e microbiológicos interagem e influenciam a qualidade do produto final.

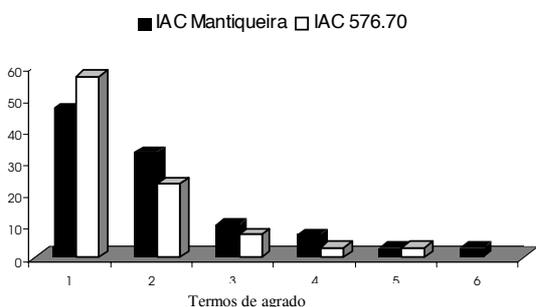


Termos de agrado: 1= Sabor de mandioca; 2= Crocância; 3= Textura; 4= Consistência/Textura crocante; 5= Sabor adocicado; 6 = Não tem gosto de óleo.

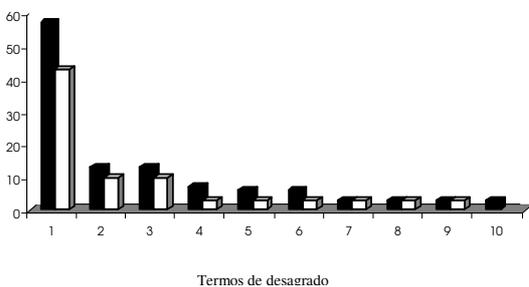


Termos de desagrado: 1=Textura muito dura; 2= Textura pouco dura; 3= Gosto de óleo; 4= Muito sal; 5= Pouco sabor de mandioca; 6= Gosto de queimado; 7= Gruda nos dentes; 8= Gosto amargo; 9= Fatias quebradas.

FIGURA 4: Histogramas de frequência (% de provadores) dos termos de agrado e desagrado para os “chips” de mandioca não tratados (controle) variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70.

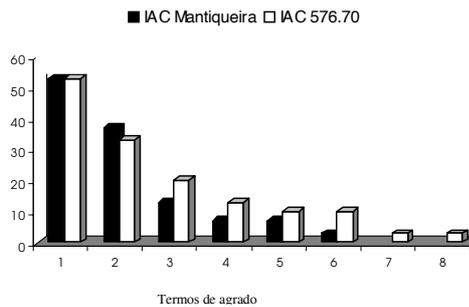


Termos de agrado: 1= Sabor de mandioca; 2= Crocância; 3= Textura; 4= Pouco sabor de óleo; 5= Sal; 6 = Grau de fritura.

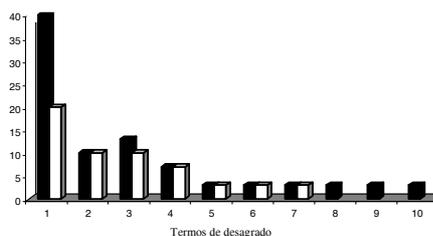


Termos de desagrado: 1=Textura muito dura; 2= Sem sabor mandioca; 3= Gosto de óleo; 4= Muito sal; 5= Falta sal; 6= Gosto de queimado; 7= Gruda nos dentes; 8= Gosto amargo; 9= Textura vítrea; 10= Fatia grossa.

FIGURA 5: Histogramas de frequência (% de provadores) dos termos de agrado e desagrado para os “chips” de mandioca variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70, submetidos ao cozimento em água em ebulição por 1 minuto + secagem parcial.

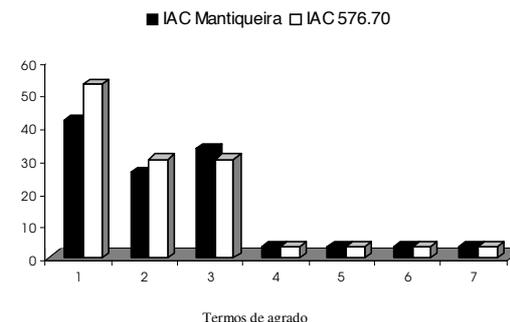


Termos de agrado: 1= Sabor de mandioca; 2= Crocância; 3= Textura; 4= Textura crocante; 5= Não tem gosto de óleo.; 6 = Salgada; 7= Semelhante batata chips; 8= Sem sabor de queimado

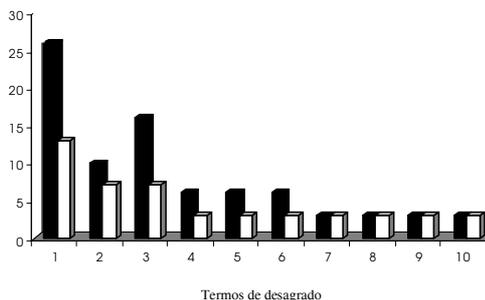


Termos de desagrado: 1=Textura muito dura; 2= Textura um pouco dura; 3= Gosto de óleo; 4= Falta sabor de mandioca; 5= Gosto de ranço; 6= Muito sal; 7= Falta sal; 8= Gosto amargo; 9= Gruda nos dentes; 10= Muito seca.

FIGURA 6: Histogramas de frequência (% de provadores) dos termos de agrado e desagrado para os “chips” de mandioca variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70, submetidos ao cozimento em água em ebulição por 3 minutos + secagem parcial.

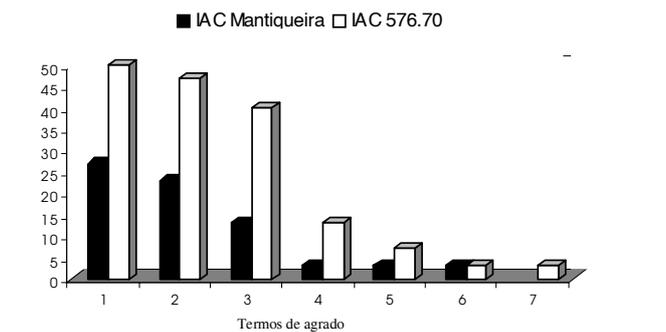


Termos de agrado: 1= Sabor de mandioca; 2= Crocância; 3= Textura; 4= Textura crocante; 5= Não tem gosto de óleo.; 6 = Salgada; 7= Semelhante batata chips; 8= Sem sabor de queimado

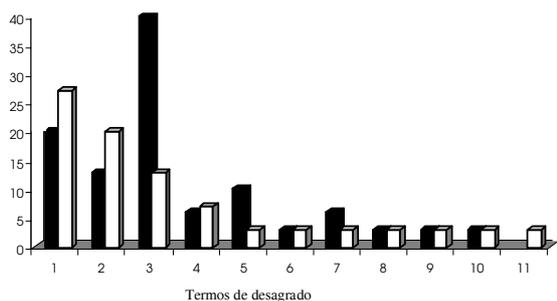


Termos de desagrado: 1=Textura muito dura; 2= Textura um pouco dura; 3= Gosto de óleo; 4= Falta sabor de mandioca; 5= Gosto de ranço; 6= Falta sal; 7= Demora para mastigar; 8= Fatia grossa; 9= Sabor não identificado; 10= Machuca a boca quando mastiga.

FIGURA 7: Histogramas de frequência (% de provadores) dos termos de agrado e desagrado para os “chips” de mandioca variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70, submetidos ao cozimento em água em ebulição por 5 minutos + secagem parcial.



Termos de agrado: 1= Sabor de mandioca; 2= Crocância; 3= Textura; 4= Mais macia; 5= Textura similar chips do mercado; 6 = Sal; 7= Suave.



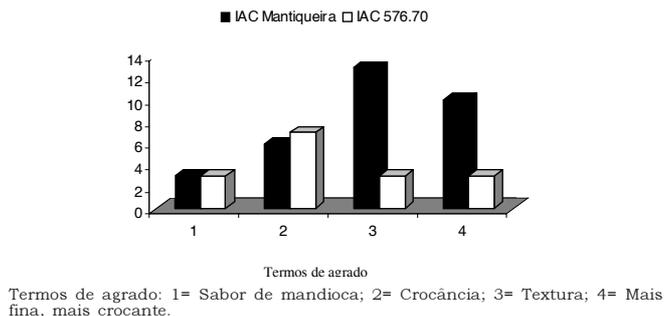
Termos de desagrado: 1=Gosto de óleo; 2= Textura um pouco dura; 3= Sem sabor de mandioca ; 4= Difícil de mastigar; 5= Não crocante; 6= Pedacos muito pequenos; 7= Folia grossa; 8= Gosto estranho; 9= Sabor não identificado; 10= Parece flocos; 11= Parece massa extrusada.

FIGURA 8: Histogramas de frequência (% de provadores) dos termos de agrado e desagrado para os “chips” de mandioca variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70, submetidos ao cozimento em água em ebulição por 8 minutos.

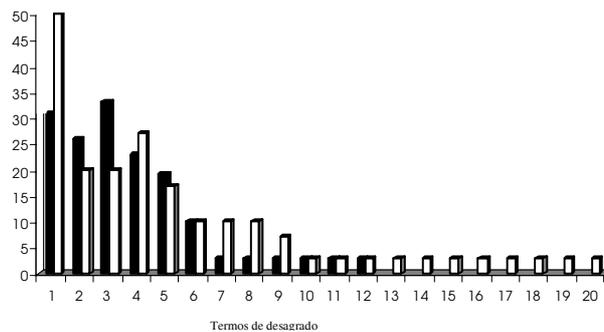
4 – CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou as seguintes conclusões:

- As variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70 são igualmente indicadas para a fabricação de “chips”, baseando-se nas características sensoriais dos produtos. Houve certa tendência para a aceitação da variedade de polpa amarela, IAC 576.70, visto que, os “chips” pré-cozidos apresentaram média 6,1 (“gostei moderadamente”), enquanto que as da variedade de polpa branca, IAC Mantiqueira, apresentaram média 5,2 (“gostei ligeiramente”).
- Os principais termos utilizados pelos provadores para descrever a aceitação dos “chips” de mandioca foram “sabor de mandioca”, “crocância” e “textura”. Os termos de desagrado freqüentemente comentados pelos provadores foram “textura dura”, “textura muito dura”, “falta sabor de mandioca” e “gosto de óleo”.
- A aparência dos “chips” da variedade IAC 576.70 foi melhor avaliada pelos provadores (média 5,2), em comparação a variedade IAC Mantiqueira (média 4,7). Provavelmente a cor amarelada da polpa pode ter influenciado a aceitação da variedade IAC 576.70.



Termos de agrado: 1= Sabor de mandioca; 2= Crocância; 3= Textura; 4= Mais fina, mais crocante.



Termos de desagrado: 1=Textura muito dura; 2= Textura um pouco dura; 3= Gosto de óleo; 4= Gosto de ranço; 5= Sem sabor de mandioca; 6= Sabor estranho; 7= Cheiro de óleo; 8= Gosto estranho; 9= Sabor diferente das demais; 10= Falta sal; 11= Muito sal; 12= Seca; 13= Parece vidro; 14= Textura grosseira; 15= Gosto de massa extrusada; 16= Pouco frita; 17= Artificial; 18= Parece vidro; 19= Seca; 20= Um pouco úmida.

FIGURA 9: Histogramas de frequência (% de provadores) dos termos de agrado e desagrado para os “chips” de mandioca variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70, submetidos a fermentação por 8 horas.

- À medida que os “chips” foram submetidos a tempos de cozimento mais prolongados, houve aumento na frequência dos comentários relativos a “crocância” e “textura” e, queda no comentário a respeito do “sabor de mandioca”. Isso parece indicar que cozimento promove melhoria nas características de textura dos “chips”, mas, provavelmente devido à dissolução de sólidos solúveis na água de cozimento, há um ligeiro comprometimento no sabor dos “chips”.
- O tempo de cozimento, para ambas as variedades, dá-se entre 3 e 5 minutos. A partir desse período, o cozimento pode acarretar a quebra das fatias, comprometendo a aparência dos “chips”, podendo inclusive ser rejeitada pelos provadores.
- Para obtenção de “chips” de qualidade de ambas variedades, sugere-se a combinação do cozimento em água em ebulição por 3 minutos + secagem parcial em câmara com circulação de ar (50°C/3h), antes da fritura.
- A etapa de secagem, antes da fritura, foi considerada de importância na redução da absorção de óleo em “chips” de mandioca.
- A fermentação natural das raízes, mesmo por curtos períodos (8h), não foi considerada adequada para se produzir “chips” comestíveis.

- Em primeira abordagem da tecnologia de fabricação de “chips” de mandioca, verificou-se grande potencial para a industrialização de um aperitivo à base de mandioca, de elevado valor agregado, com possibilidades de exportação dada a similaridade com a batata frita, gerando novos empregos diretos e indiretos e, sobretudo, valorizando a cultura da mandioca como uma forma de promover o meio rural dos países em desenvolvimento.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 8 ed. Saint Paul, 1990.
- [2] ADAMBOUNON, T.L.; CASTAIGNE, T.L.A. Influence d'un séchage partiel sur l'absorption en huile et sur la texture des pommes de terre frites. **Canadian of Food Science and Technology Journal**. v.14, n.4, p.304-309, 1981.
- [3] AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. **Principle of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press. p. 366-73. 1965.
- [4] AOAC. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 15 ed. Arlington, Virginia, 1990.
- [5] BALAGOPALAN, C.; PADMAJA, G.; NANDA, S.K.; MOORTHY, S.D. Cassava Foods. In: BALAGOPALAN, C. et al. (Ed.) **Cassava in food, feed and industry**. Boca Raton: CRC Press. Cap. 8, 1988. p.97-100, 103-106, 110-111.
- [6] BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**. v.37, p.911-917, 1959.
- [7] DIEMAIR, W. **LABORATORIUMSBUCH FÜR LEBENSMITTEL-CHEMIKER**. 8 aufl. Dresden: Verlag Von Theodor Steinkopff, 1963.
- [8] GRIZOTTO, R. K. **Mandioca “chips” – Uma tecnologia para aproveitamento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Campinas, 2000. 130 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- [9] GRIZOTTO, R.K.; MENEZES, H.C. Effect of cooking on the crispness of cassava chips. **Journal of Food Science**. v.67, n.3, p.1219-1223, 2003.
- [10] HUDSON, B. J. F.; OGUNSUA, A.O. Lipids of cassava tubers (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Science and Food and Agriculture**. v.25, n.2, p.1503-1508, 1974.
- [11] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 3ª ed. vol. 1. 1985.
- [12] JACKSON, J.C.; BOURNE, M.C.; BARNARD, J. Optimization of blanching for crispness of banana chips using Response Surface Methodology. **Journal of Food Science**. v.61, n.1, p.165-166, 1996.
- [13] JANKOWSKI, K. M.; PARKIN, K. L.; VON-ELBE, J.H. Nonuniform browning or “mottling” in french fry products associated with heterogeneous distribution of reducing sugar. **Journal of Food Processing and Preservation**. v.21, n.1, p.33-53, 1997.
- [14] MACHADO, J. E. **Quantificação da deterioração da mandioca durante a secagem em barçaça por conversão forçada de ar aquecido com coletor solar**. Campinas, 1980. 98p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- [15] PADMAJA, G.; BALAGOPAL, C.; POTTY, V. P. Polyfenols and vascular streaking in cassava. **Cassava Newsletter**. n.10, p.5-6, 1982.
- [16] PASCHOALINO, J. E.; PEREIRA, A. S.; BERNHARDT, W. L.; FIGUEIREDO, I. B.; SHIROSE, I. Avaliação de algumas variedades de mandioca ao processo de congelamento. **Boletim do ITAL**. v.17, n.1, p.73-82, 1980.
- [17] PORTER, V.L.; NELSON, A.I.; STEINBERG, M.P.; WEI, L.S. Microwave finish drying of potato chips. **Journal of Food Science**. v.38, n.4, p.583-585, 1973.
- [18] RIVERA, C.J.; GERARDI, A.G.; INFANTE, R.B.; CARASCO, H. J.; RODRÍGUEZ, O. Dietary fiber analysis of cassava using gravimetric methods. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v.43, n.1, p.78-80, 1993.
- [19] SAFO-KANTANKA, O.; OWUSU-NIPAH, J. Cassava varietal screening for cooking quality: relationship between dry matter, starch content, mealiness and certain microscopic observation of the raw and cooked tuber. **Journal of Science and Food Agricultural**. v.60, n.1, p.99-104, 1992.
- [20] SLINDE, E.; SKREDE, G.; AUKRUST, T., BLOM, H.; BAARDSETH, P. Lactic acid fermentation influence on sugar content and color of deep-fried carrot chips. **Food Research International**. v.26, n.4, p.255-260, 1993.
- [21] SOWBHAGYA, C.M., BHATTACHARYA, K.R. A simplified colorimetric method for determination of amylose content in rice. **Die Stärke**. v.23, n.2, p.53-6, 1971.
- [22] STONE, H.; SIDEL, J.L. Affective testing. In: STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press. cap. 7. p. 227-252. 1985.
- [23] SZCZESNIAK, A.S. Correlation sensory with instrumental texture measurements an overview of recent developments. **Journal of Texture Studies**. v.18, n.1, p.1-7, 1987.
- [24] SZCZESNIAK, A.S. The meaning of textural characteristics – crispness. **Journal of Texture Studies**. v.19, n.1, p.51-59, 1988.
- [25] SZCZESNIAK, A.S.; KAHN, E.L. Consumer awareness and attitudes to food texture. I. Adults. **Journal of Texture Studies**. v.2, n.3, p.280-295, 1971.
- [26] VAN SOEST, P.J. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content. **Journal of the AOAC**. v.46, n.5, p.825-35, 1963.
- [27] VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. **Journal of the AOAC**. v.51, n.4, p.780-85, 1968.
- [28] VICKERS, Z.M. Sensory, acoustical, and force-deformation measurements of potato chips crispness. **Journal of Food Science**. v.52, n.1, p.138-40, 1987.

6 – AGRADECIMENTOS

À autora RKG agradece ao CNPq pela concessão de bolsa de doutorado.