



# O EFEITO DA ADIÇÃO DE YACON NO SUCO DE LARANJA INDUSTRIALIZADO SOBRE A CURVA GLICÊMICA DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

Ana Paula TEIXEIRA\*  
Carlla Franco de PAIVA\*  
Antônio José de RESENDE\*  
Renata Puppim ZANDONADI\*\*

■ **RESUMO:** O conceito de índice glicêmico (IG) foi proposto em 1981 por David Jenkins<sup>14</sup> para caracterizar a quantidade de carboidrato absorvida pelo organismo após uma refeição, avaliando e classificando os alimentos com base nas respostas glicêmicas, podendo ser utilizado na prevenção primária de doenças crônicas assim como no auxílio ao tratamento de quadros já instalados. O yacon (*Smallanthus sonchifolius*), uma raiz tuberosa comumente utilizada como alimento na América do Sul, é conhecido por seu possível poder de reduzir o IG de uma refeição. Em sua composição são encontrados os carboidratos frutose, glicose e oligossacarídeos de baixo grau de polimerização, com ligações do tipo  $\beta$  (2 $\rightarrow$ 1), os frutooligossacarídeos do tipo inulina. O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar a redução do índice glicêmico promovida pela adição de yacon ao suco de laranja industrializado, a aceitação do produto modificado e a sua composição química. O presente estudo possuiu caráter exploratório, transversal e quantitativo, subdividido em seis etapas: desenvolvimento da formulação; análise química dos produtos padrão (suco de laranja) e modificado (suco de laranja adicionado de yacon); análise sensorial dos produtos, padrão e modificado; validação dos instrumentos para a coleta de glicemia; avaliação de curva glicêmica com administração das duas amostras e análise estatística dos dados ao nível de 5% de significância. A ingestão do produto modificado promoveu menor alteração na glicemia do que o produto padrão, além disso, verificou-se que não houve formação de pico glicêmico. O produto modificado contribuiu para que a curva glicêmica se mantivesse mais homogênea, o que fez com que o aumento e o declínio da glicemia acontecessem de forma gradativa. Por meio da análise sensorial, verificou-se que não houve diferença ( $p < 0,05$ ) na aceitação do produto modificado quando comparado ao padrão. Destaca-se ainda um incremento no teor de fibras no suco contendo yacon, porém sem alteração dos demais componentes. Por meio da adição de yacon *in natura* no suco de laranja industrializado foi possível obter um produto com características sensoriais semelhantes ao produto padrão, com incremento de fibras, além de auxiliar no controle do índice glicêmico.

Tais fatores são relevantes para prevenção da obesidade e *Diabetes mellitus* e promoção de saúde, contribuindo, assim, para a melhoria da qualidade de vida da população sem afetar a aceitação e a escolha pelo produto.

■ **PALAVRAS-CHAVE:** Yacon; suco de laranja; índice glicêmico; curva glicêmica.

## INTRODUÇÃO

O conceito de índice glicêmico (IG) foi proposto em 1981 por David Jenkins,<sup>14</sup> para caracterizar a quantidade de carboidrato absorvida pelo organismo após uma refeição, avaliando e classificando os alimentos com base nas respostas glicêmicas. Essa avaliação é feita por meio da análise da curva glicêmica produzida após a ingestão de 50g de carboidrato de um alimento teste em relação à curva de 50g de carboidrato de um alimento padrão (glicose ou pão branco). O controle do índice glicêmico pode ser utilizado na prevenção primária de doenças crônicas, assim como no auxílio ao tratamento de quadros já instalados.<sup>15, 16, 24</sup>

Com o aumento na prevalência de doenças crônicas não transmissíveis, como *Diabetes mellitus* e a obesidade, observa-se a importância de uma alimentação nutricionalmente adequada atuando na prevenção e no tratamento de doenças, além da avaliação dos hábitos alimentares da população e do incentivo da inserção de novos alimentos que possam atuar na melhora da qualidade de vida.<sup>24</sup>

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de 180 milhões de pessoas em todo o mundo são portadoras de *Diabetes mellitus* com provável aumento para mais que o dobro em 2030.<sup>27</sup> Segundo estimativa da OMS aproximadamente 1,6 bilhões de adultos no mundo estão acima do peso e pelo menos 400 milhões são obesos, números que poderão chegar a 2,3 bilhões e mais de 700 milhões, respectivamente, em 2015.<sup>28</sup> Essas patologias, quando não tratadas, são fatores de riscos para hipertensão arterial, hipercolesterolemia, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer.<sup>11</sup> Hábitos alimentares saudáveis,

\* Curso de Graduação em Nutrição – Centro Universitário Unieuro – 70200-001 – Brasília – DF – Brasil.

\*\* Departamento de Nutrição – Faculdade de Ciências da Saúde – Campus Universitário Darcy Ribeiro – 70910-900 – Brasília – DF – Brasil.  
E-mail: renatapz@yahoo.com.br.

com consumo elevado de vegetais, frutas e grãos integrais, pobre em gorduras saturadas e carboidratos de alto índice glicêmico, associados à prática frequente de atividade física atuam de forma benéfica na qualidade de vida da população, prevenindo o surgimento de doenças crônicas não-transmissíveis.<sup>22</sup>

Para os indivíduos portadores de *Diabetes mellitus* tipo 2 o controle da glicemia é essencial, a fim de reduzir as oscilações bruscas na curva glicêmica e insulinêmica. Esse controle pode ser feito por meio da recomendação de fontes alimentares com baixo IG para esta população, prática justificada devido à lenta absorção apresentada por esses alimentos, que aumentam gradualmente a glicose na corrente sanguínea, exigindo menores quantidades de insulina e provocando menor variação da glicemia.<sup>24</sup>

Para indivíduos obesos, o consumo de alimentos com baixo IG também é recomendado pelo mesmo motivo citado anteriormente, promovendo, dessa forma, maior saciedade, o que auxilia no controle da ingestão diária total de alimentos. O metabolismo lipídico também pode ser melhorado com a adesão desta dieta, devido às alterações nas concentrações das frações de colesterol HDL e LDL após o consumo de alimentos com baixo IG. O teor de fibras influencia no IG dos alimentos, pois, quanto mais fibras solúveis presentes nos mesmos, maior é o tempo de contato entre o carboidrato e a superfície de absorção, sendo maior a quantidade de glicose absorvida e sua curva glicêmica prolongada. As fibras insolúveis reduzem este tempo de contato, diminuindo a absorção dos carboidratos, resultando em um menor IG.<sup>24</sup>

Um alimento conhecido por seu possível poder de reduzir o IG de uma refeição é o yacon (*Smallanthus sonchifolius*), uma raiz tuberosa comumente utilizada como alimento na América do Sul, cuja planta é originária das regiões andinas, sendo introduzida no Brasil na década de 90.<sup>17,25</sup>

Essa raiz tuberosa possui sabor semelhante ao de frutas como o melão, com polpa levemente amarelada, crocante e aquosa. Quando colhidas, as raízes tendem a apresentar sabor amiláceo, motivo pelo qual são expostas à luz solar por muitos dias após a colheita a fim de incrementar seu sabor doce, técnica conhecida como *soleado*.<sup>2</sup>

Tais características tornam versátil a utilização do yacon na alimentação, com fácil incorporação em bebidas, podendo ser incorporado à dieta de indivíduos diabéticos, obesos e de demais indivíduos. Apesar de o yacon ser comumente consumido *in natura*, diversos produtos como suco, xarope, chá (das folhas) e *chips* (yacon cortado em lâminas e desidratado) têm sido desenvolvidos com o intuito de aproveitar as potencialidades desse alimento. No Japão, as raízes tuberosas são transformadas em produtos de panificação, bebidas fermentadas, pó ou polpa liofilizada, pickles entre outros.<sup>21</sup>

Em sua composição são encontrados os carboidratos frutose, glicose, sacarose e oligossacarídeos de baixo grau de polimerização, com ligações do tipo  $\beta$  (2 $\rightarrow$ 1), os frutooligossacarídeos do tipo inulina.<sup>17,25</sup> Os frutooligossacarídeos (FOS) e a inulina são fibras alimentares solú-

veis designadas como prebióticos pela não digestibilidade por enzimas do trato digestório humano, pelo estímulo seletivo do crescimento e atividade de bactérias intestinais promotoras de saúde, pelo baixo valor calórico e pela influência positiva sobre a função intestinal e sobre os parâmetros lipídicos.<sup>17</sup>

A inulina é proveniente da frutose, não digerível, sem sabor e com baixo aporte calórico. É empregada na preparação de alimentos auxiliando na textura, na consistência, na viscosidade e na umidade. Tais características proporcionam sensação gustativa similar à da gordura e aumento no aporte de fibras de produtos alimentícios.<sup>2</sup>

Quando alcança o intestino delgado, a inulina se transforma em um gel, dificultando a absorção da glicose e reduzindo sua concentração sanguínea. Ao chegar ao intestino grosso, é fermentada pela microbiota local, principalmente as bifidobactérias, que tendo seu crescimento estimulado vão contribuir para a promoção da saúde.<sup>8,20</sup> Estas constituem o maior grupo de bactérias presentes no cólon e são responsáveis por promover diversos efeitos benéficos ao hospedeiro, tais como: fermentação de substratos, resultando na produção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC); redução do pH, exercendo ação bactericida; redução dos níveis séricos de amônia pela fermentação de proteínas; participação na produção de vitaminas do complexo B e influência na resposta imune. As bifidobactérias exercem também um efeito inibitório sobre o crescimento de outras espécies, reduzindo o risco de invasão e colonização por bactérias patogênicas ao organismo.<sup>5</sup>

Os frutooligossacarídeos presentes no yacon são apontados como eficientes na modulação da síndrome metabólica, fator de predisposição no desenvolvimento de *Diabetes mellitus* tipo 2 e dislipidemias. Isso se deve à forma como tal carboidrato é absorvido, pois, diferentemente da maioria dos carboidratos, que são absorvidos na forma de glicose, os FOS, devido à presença das ligações  $\beta$  - (2 $\rightarrow$ 1) e à ausência de enzimas capazes de quebrar essas ligações em humanos, resistem à hidrólise das enzimas digestivas sendo fermentados no cólon até produzir ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato) que não elevam a concentração de glicose no sangue.<sup>12,16,25</sup>

O consumo de FOS também pode elevar a absorção de minerais como cálcio, magnésio e fósforo e reduzir a inflamação decorrente da deficiência de magnésio, além de auxiliar na redução da pressão arterial em indivíduos hipertensos, devido a sua forma de absorção, que reduz a demanda de insulina, evitando, dessa maneira, a hiperinsulinemia que, quando presente, ativa o sistema nervoso autônomo e age no hipotálamo, aumentando sua atividade, prejudicando a elasticidade vascular e elevando a absorção renal de sódio, o que contribui para a hipertensão.<sup>18</sup>

Apesar de todos os benefícios relatados, a população mundial tende ao alto consumo de produtos industrializados em função da praticidade de armazenamento e preparo, além da propaganda massiva em torno desses alimentos e do sabor acentuado que apresentam. Tais produtos geralmente são ricos em carboidratos de alto índice glicêmico,

principalmente sacarose, com o intuito de conferir sabor e auxiliar na conservação. No entanto, essa prática alimentar inadequada pode conduzir à elevação do índice glicêmico e conseqüentemente apresentar efeitos adversos graves à saúde, entre os quais estão: hipertrigliceridemia, diminuição na concentração plasmática de HDL colesterol e aumento da adiposidade corporal.<sup>19</sup>

De acordo com a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) realizada entre julho de 2002 e junho de 2003, a participação de alimentos industrializados na contribuição da alimentação da população brasileira aumentou 82% entre 1974 e 2003, dados do ENDEF, indicando uma importante mudança no comportamento alimentar da população.<sup>3</sup> Segundo Vilela & Bicalho,<sup>26</sup> o consumo médio de suco de laranja no Brasil é de 20 litros por habitante por ano, sendo que, pouco mais de um litro desse total é referente ao suco industrializado.

Diante do exposto e com o intuito de minimizar os efeitos adversos sobre a saúde promovidos pelo consumo de alimentos industrializados, o presente trabalho buscou avaliar a redução do índice glicêmico, decorrente da adição de yacon ao suco de laranja, e a aceitação do novo produto a fim de se fornecer alternativas práticas para a modulação da glicemia, somando-se a isso os demais efeitos benéficos do yacon promovendo a saúde, e conseqüentemente, qualidade de vida.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização do Estudo

O presente estudo possuiu caráter exploratório, transversal e quantitativo sendo subdividido em seis etapas: seleção e preparação das amostras, teste de aceitabilidade, análise da composição química, validação dos instrumentos para a determinação da glicemia, avaliação da curva glicêmica com cada amostra e análise estatística dos dados ao nível de 5% de significância. Para realização das etapas de análise sensorial e avaliação do índice glicêmico houve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Unieuro.

### Seleção e Preparação das Amostras de Suco

Foi utilizado como padrão o suco de laranja industrializado (Mais<sup>®</sup>) apontado como a marca de maior consumo no Plano Piloto/DF, por meio de pesquisa feita em 16 supermercados das Asas Sul e Norte, onde os gerentes de cada estabelecimento foram questionados sobre sabor e marca dos sucos industrializados mais vendidos. O suco de laranja foi selecionado por apresentar alta aceitação pela população e índice glicêmico elevado (IG = 76).<sup>10</sup> Após a aquisição dos produtos, as análises foram conduzidas com a preparação padrão composta de suco industrializado puro, conforme adquirido no mercado, e a preparação modificada, composta por suco de laranja industrializado adicionado de 15% de yacon *in natura* sem a casca. As amostras foram homogeneizadas em liquidificador industrial por 5 minutos em velocidade alta.

A porcentagem de yacon utilizada na amostra modificada foi determinada por meio de análise sensorial com teste de diferença<sup>9</sup> com provadores não treinados (n = 20). Os testes foram realizados com concentrações de 5, 10, 15 e 20% de yacon comparados com o suco padrão. Observou-se que até a adição de 15% nenhum dos provadores perceberam diferença entre as amostras. Porém, com adição de 20% de yacon ao suco de laranja industrializado, 70% dos provadores detectaram diferença entre os produtos. Portanto, estabeleceu-se a adição de 15% de yacon em relação ao suco de laranja.

### Análise de Composição Química

As duas amostras, padrão e modificada, foram conduzidas ao laboratório de bromatologia do Centro Universitário Unieuro para realização das análises químicas. Foram avaliados, em triplicata, proteína pelo método de Kjeldahl, cinzas pelo método via seca, lipídeos pelo método de Soxhlet,<sup>1</sup> umidade pelo método de secagem à vácuo,<sup>13</sup> teor de fibras totais pelo método enzimático gravimétrico<sup>7</sup> e o valor de carboidratos totais foi calculado por diferença, subtraindo de 100 os valores encontrados de lipídeos, fibras, proteína, umidade e cinzas.

### Análise Sensorial

As amostras foram submetidas ao teste de aceitação com escala hedônica de sete pontos, sendo 1 = “desgostei muitíssimo” e 7 = “gostei muitíssimo” para o atributo avaliação geral do produto. Cada amostra foi avaliada por 50 julgadores, não treinados, que receberam, de forma monádica, 2 amostras codificadas com números de 3 dígitos, ao acaso, e um copo com água para enxágue da boca antes de cada avaliação. Os indivíduos participantes foram recrutados de forma aleatória dentre os estudantes do Centro Universitário no período de intervalo entre as aulas. O estudo foi de caráter cego, pois apenas os pesquisadores conheciam o conteúdo das amostras.

### Caracterização da Amostra Populacional

O estudo foi realizado por meio da aplicação do teste glicêmico em 20 estudantes do Centro Universitário Unieuro de ambos os sexos com idades entre 20 e 40 anos (48% do sexo feminino), devido às alterações glicêmicas que podem ocorrer fora desta faixa etária.

Foram excluídos da pesquisa todos os indivíduos portadores de diabetes, não eutróficos, em uso de medicamentos, que tivessem consumido bebida alcoólica, ou aqueles que tivessem realizado atividade física intensa nas doze horas anteriores aos testes e nos dias dos mesmos, além de gestantes e lactantes.

### Avaliação de Alteração de Índice Glicêmico

A aplicação do teste de glicemia ocorreu mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelos participantes da pesquisa.

Os indivíduos avaliados compareceram ao local da aplicação do teste onde primeiramente foram questionados sobre peso e altura para posterior cálculo do IMC (Índice de Massa Corporal). Foi solicitado aos participantes fazer jejum nas 12 horas precedentes à realização do teste, sendo a última refeição padronizada, composta por uma maçã. A coleta da glicemia de jejum teve início às 8 horas da manhã onde foram coletados sangue para dosagem de glicemia (mg/dL de sangue) por meio da punção de polpa digital realizada com lanceta descartável (Wiltex®), com o auxílio de fita reagente descartável (Accu Chek Advantage®) e glicosímetro portátil (Accu Chek Advantage®).

Após a primeira coleta de sangue, os indivíduos consumiram 50 mL de suco de laranja puro ou adicionado de 15% de yacon. Após 30, 60 e 120 minutos foram realizadas as coletas posteriores, perfazendo um total de 4 coletas por dia. Os participantes mantiveram-se em repouso nos intervalos de cada coleta. Os testes foram realizados por dois dias consecutivos, seguindo o mesmo procedimento, porém foram oferecidas amostras diferentes em cada dia.

Os glicosímetros utilizados na pesquisa passaram por validação sendo testadas 10 amostras de sangue venoso. A determinação foi feita pelo método GOD – trinder. As mesmas amostras também tiveram a glicose determinada por meio dos glicosímetros utilizados na pesquisa. Os resultados obtidos pelos dois métodos foram semelhantes, validando, dessa forma, os aparelhos a serem utilizados.

#### Análise Estatística

Os resultados encontrados foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) e aplicação do teste de média de Tukey ao nível de 5% de significância. <sup>6</sup>

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Composição Química

Observou-se por meio da análise da composição química (Tabela 1) que houve aumento no aporte de fibras da preparação adicionada de yacon. Quando comparado o teor de carboidratos, excluindo-se a fração de fibras, observou-se que houve diferença estatística significativa entre as duas amostras ( $p < 0,05$ ), em que o suco adicionado de yacon apresentou menores teores desta fração. Tal fato pode ter contribuído para os menores níveis plasmáticos de glicose observados na Figura 1 e na Tabela 3. Além da redução do teor de carboidratos, o aumento no aporte de fibras mostrou-se importante, uma vez que pode também auxiliar na redução do índice glicêmico, no controle do colesterol e na regulação intestinal. <sup>24</sup>

Segundo a legislação brasileira, para um produto ser considerado fonte de fibra é preciso apresentar no mínimo 1,5% em fibras e para ser considerado um produto com alto teor deve apresentar no mínimo 3%. <sup>4</sup> Dessa forma, a amostra modificada pode ser considerada como alimento com alto teor em fibras, uma vez que forneceu cerca de 4,12%

em relação a 0% da amostra padrão. Destaca-se que não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) quando comparados os demais componentes dos sucos, ou seja, a amostra modificada apresentou manutenção destas características, apesar da adição do yacon.

Tabela 1 – Composição química das amostras padrão e modificada.

	(%) Amostra Padrão	(%) Amostra Modificada
<b>Umidade</b>	87,5 <sup>a</sup>	86,84 <sup>a</sup>
<b>Cinzas</b>	0,227 <sup>a</sup>	0,253 <sup>a</sup>
<b>Fibras</b>	0 <sup>a</sup>	4,12 <sup>b</sup>
<b>Proteínas</b>	0,46 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>
<b>Lipídeos</b>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
<b>Carboidratos</b>	12,25 <sup>a</sup>	7,73 <sup>b</sup>

Médias acompanhadas de letras iguais na mesma linha, não diferiram estatisticamente entre si a  $p < 0,05$ .

### Análise Sensorial

Os resultados da análise sensorial apresentados na Tabela 2 foram determinados por meio de pontos de corte onde de 1 a 3 pontos corresponderam à rejeição, 4 pontos à indiferença e de 5 a 7 pontos à aceitação. Esses resultados demonstraram que não houve diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) de aceitação entre as amostras padrão e modificada.

Tabela 2 – Percentual de aceitação das preparações.

	(%) Amostra Padrão	(%) Amostra Modificada
<b>Rejeição</b>	7,14 <sup>a</sup>	3,86 <sup>b</sup>
<b>Indiferença</b>	9,52 <sup>a</sup>	10,81 <sup>a</sup>
<b>Aceitação</b>	83,33 <sup>a</sup>	85,32 <sup>a</sup>

Médias acompanhadas de letras iguais na mesma linha, não diferiram estatisticamente entre si a  $p < 0,05$ .

A diferença entre a porcentagem de rejeição das amostras foi de 3,28%, sendo que a amostra padrão teve rejeição de 7,14% contrapondo com 3,86% da amostra modificada, ou seja, em relação à amostra padrão, o suco de laranja com yacon apresentou boa aceitabilidade. Observou-se que a maior parte dos indivíduos que rejeitaram um suco também rejeitaram o outro. Portanto, infere-se que esses indivíduos provavelmente não gostavam de suco de laranja industrializado.

Ao se desenvolver um novo produto, a análise sensorial se faz importante, a fim de prever seu comportamento frente ao mercado consumidor. <sup>17</sup> A adição de yacon no suco de laranja industrializado não modificou de forma

Tabela 3 – Comportamento glicêmico em todas as aferições.

	Comportamento Glicêmico mg/dL – Suco de Laranja Padrão (n= 20)	Comportamento Glicêmico mg/dL – Suco de Laranja com Yacon (n=20)
<b>Jejum</b>	92,85 ± 55,15 <sup>A,a</sup>	88,80 ± 29,20 <sup>A,b</sup>
<b>Pós 1</b>	96,15 ± 45,85 <sup>B,a</sup>	89,70 ± 24,30 <sup>A,b</sup>
<b>Pós 2</b>	88,75 ± 30,25 <sup>C,a</sup>	87,85 ± 25,15 <sup>A,a</sup>
<b>Pós 3</b>	87,10 ± 37,90 <sup>D,a</sup>	83,65 ± 24,35 <sup>B,a</sup>

Médias acompanhadas de letras iguais na mesma linha (minúsculas) e na mesma coluna (maiúsculas), não diferiram estatisticamente entre si a  $p < 0,05$ .

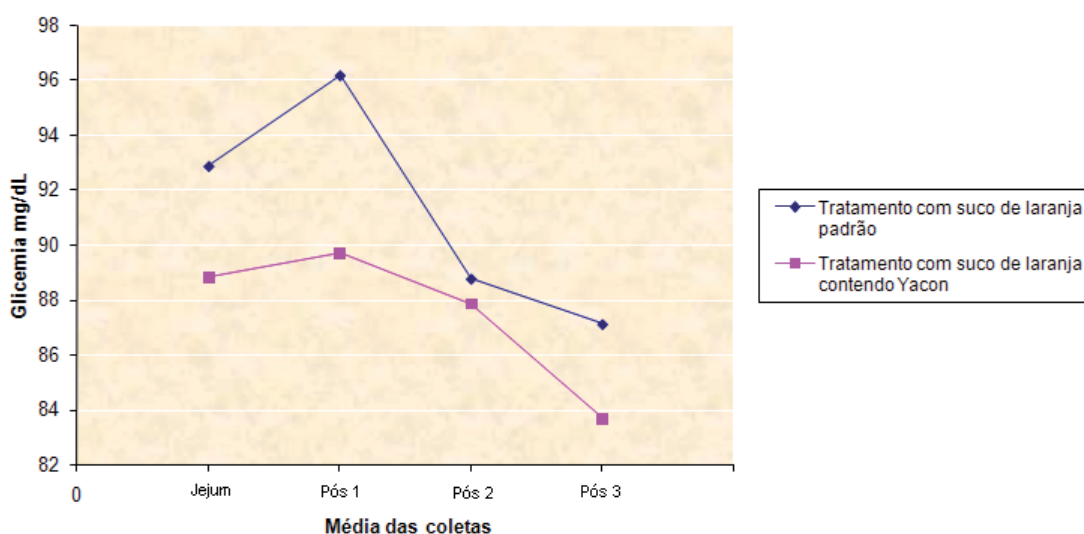


FIGURA 1 – Resposta glicêmica das médias das coletas do tratamento com as amostras padrão e modificada.

relevante a formulação do mesmo a ponto de alterar a sua preferência ou aceitação. Este fato pode ser justificado devido aos componentes como sabor, aroma e cor de frutas e vegetais comestíveis estarem localizados em conjuntos de células parenquimáticas que compõem o mesocarpo das frutas. Cada célula é envolvida por uma parede celular, que é composta de celulose, hemicelulose, pectina, lignina e proteína. Ao triturar o yacon, esta parede é rompida permitindo a extração do suco com substâncias solúveis das células, não alterando, de modo significativo, as características sensoriais originais do suco de laranja.<sup>23</sup>

### Análise de Glicemia

De acordo com os resultados apresentados pela Tabela 3 verificou-se que ao consumir a amostra padrão, os indivíduos sofreram um aumento na glicemia (Pós 1) e, no segundo momento (Pós 2), apresentaram uma queda significativa ( $p < 0,05$ ). Os indivíduos que consumiram o suco modificado sofreram aumento gradual na glicemia (Pós 1), havendo uma queda significativamente menor no momento “Pós 2”, quando comparados aos mesmos momentos da amostra padrão. Houve diferença significativa das amostras

de suco padrão e suco adicionado de yacon nas duas primeiras coletas (Jejum e Pós 1), com posterior estabilização nas coletas subsequentes (Pós 2 e Pós 3).

Dessa maneira, pode-se inferir que o suco de laranja adicionado de yacon, contribuiu para que a curva glicêmica se mantivesse mais homogênea, característica que faz com que o aumento e declínio da glicemia aconteçam de forma gradativa.

Os resultados expostos na Figura 1 mostram, de forma clara, o “pico glicêmico” ocorrido após o consumo do suco de laranja padrão, seguido de uma queda acentuada da glicemia, diferente do que ocorreu com o suco de laranja adicionado de yacon, que apresentou um efeito de manutenção da glicemia, com alteração pequena e gradual da mesma.

### CONCLUSÃO

A adição de yacon *in natura* no suco de laranja industrializado apresentou-se como ingrediente adequado para o consumo por pacientes com problemas de hiperglicemia, uma vez que a formulação contendo yacon demons-

trou, de maneira geral, propriedades químicas e sensoriais semelhantes às do suco de laranja padrão. Além disso, o novo produto possui como vantagens maior teor de fibra alimentar e a presença de frutanos como frutooligosacarídeos do tipo inulina, que além de se apresentarem como fibras solúveis, possuem ação prebiótica para a qual vários benefícios à saúde são atribuídos, tornando-se importante no auxílio à prevenção e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis, como o *Diabetes mellitus* e a obesidade, consideradas problemas de saúde pública no Brasil.

## AGRADECIMENTOS

Aos professores Forland Oliveira Silva e Alexandre Moschetta pelo auxílio na execução do trabalho.

TEIXEIRA, A. P.; PAIVA, C. F.; RESENDE, A. J.; ZANDONADI, R. P. The effect of yacon addition to the industrialized orange juice on the glycemic curve of university students. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 313-319, abr./jun. 2009.

■**ABSTRACT:** The concept of glycemic index (GI) was proposed in 1981 by David Jenkins to characterize the amount of carbohydrates absorbed by the body after a meal, evaluating and classifying food based in glycemic responses and it can be used in primary prevention of chronic diseases as well as in supporting the treatment of stages already established. Yacon (*Smilax tuberosa*), a tuberous root widely used as food in South America, it is known for its possible power of reducing the GI in a meal. In its composition are found fructose carbohydrate, glucose, sucrose and oligosaccharides with low degree of polymerization and bonds of  $\beta$  type (2 $\rightarrow$ 1), fructooligosaccharides like inulin. The objective of this work was to evaluate the GI reduction promoted by the yacon addition to the industrialized orange juice, the acceptance of the modified product and its chemical composition. This study has been exploratory, transversal and quantitative, subdivided in six stages: formulation development; chemical analysis of standard (orange juice) and modified (orange juice added of yacon) products; sensorial analysis of both; validation of the instruments for glycemic collection; evaluation of glycemic curve with the administration of the two samples and statistical analysis of data at 5% significance. It was observed that the ingestion of the orange juice with yacon promoted smaller alteration in the GI than the standard product, besides it was found that there was no glycemic peak. The modified product contributed to the glycemic curve to remain more homogeneous, which cause the increase and decline of the glycemic to happen gradually. Through sensory analysis, it was noticed that there was no difference ( $p < 0,05$ ) in the acceptance of the two juices. Moreover there had been an increase of the fiber intake in the juice containing yacon,

though without alteration of other components. With the addition of root tubers of yacon in the industrialized orange juice it is possible to obtain a product with similar sensory characteristics to the standard juice, with an increment of fiber intake, as well as helping to control the GI. Such factors are relevant to the prevention of obesity, *Diabetes mellitus* and health promotion, thus contributing to improve life quality without affecting the acceptance and the choice for the product.

■**KEYWORDS:** Yacon; orange juice; glycemic index; glycemic curve.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington, DC, 1998. methods.
2. BALCÁZAR-MUÑOZ, B. R.; MARTÍNEZ-ABUNDIS, E.; GONZÁLEZ-ORTIZ, M. Efecto de la administración oral de inulina sobre el perfil de lípidos y la sensibilidad a la insulina en individuos con obesidad y dislipidemia. *Rev. Méd. Chile*, v. 131, n. 6, p. 597-604, 2003.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília, DF, 2005. 236 p.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 16 jan. 1998. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=97&word>. Acesso em: 24 nov. 2008.
5. BÚRIGO, T. et al. Efeito bifidogênico do frutooligosacarídeo na microbiota de pacientes com neoplasia hematológica. *Rev. Nutr.*, v. 20, n. 5, p. 491-497, 2007.
6. CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255 p.
7. CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Livro Texto, 1999. 119 p.
8. COUDRAY, C. et al. Dietary inulin intake and age can affect intestinal absorption of zinc and copper in rats. *J. Nutr.*, v. 136, p. 117-122, 2006.
9. FERREIRA, V. L. P. et al. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000. p. 1-6. (Manual: Série Qualidade).
10. FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H. A.; BRAND-MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 76, p. 5-56, 2002.

11. GIGANTE, D. P. et al. Prevalência de obesidade em adultos e seus fatores de risco. **Rev. Saúde Pública**, v. 31, n. 3, p. 236-246, 1997.
12. GRAEFE, S. et al. Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. **Field Crops Res.**, v. 86, p. 157-165, 2004.
13. JENKINS, D. J. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 34, p. 362-366, 1981.
14. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2005. p.99.
15. LUDWIG, D. S. Dietary glycemic and obesity. **J. Nutr.**, v. 130, p. 280-283, 2000.
16. MARINQUE, I.; HERMANN, M. El potencial del yacon en la salud y la nutrición. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE CULTIVOS ANDINOS, 11., 2003, Cochabamba. **Anales...** Cochabamba: Centro Internacional de La Papa, 2003. p. 11-56.
17. MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingrediente na formulação de bolo de chocolate. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004.
18. PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligosacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciênc. Rural**. v. 33, n. 2, p. 385-390, 2003.
19. POLACOW, V. O.; JUNIOR, A. H. L. Dietas hiperglicídicas: efeitos da substituição isoenergética de gordura por carboidratos sobre o metabolismo de lipídios, adiposidade corporal e sua associação com atividade física e com o risco de doença cardiovascular. **Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.**, v. 51, n. 3, p. 389-400, 2007.
20. REIS, D. M.; PARDAL, D. P.; BALDISSERA, J. Estudo experimental sobre o uso do *Smallanthus sonchifolius* na redução da hiperglicemia: uma contribuição para a qualidade de vida e saúde dos diabéticos. **Rev. Científica JOPEF**, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2006.
21. SANTANA, I.; CARDOSO, M. H. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciênc. Rural**, v. 30, n. 3, p. 898-905, 2008.
22. SARTORELLI, D. S.; FRANCO, L. J. Tendências do *Diabetes mellitus* no Brasil: o papel da transição nutricional. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 1, p. 529-533, 2003.
23. SILVA, E. B. **Processamento de bebida funcional a base de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poepping & Endlicher)**. 2004. 96f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
24. SIQUEIRA, F.; RODRIGUES, L. F. P.; FRUTOSO, M. F. P. Índice glicêmico como ferramenta de auxílio à prescrição de dietas. **Rev. Bras. Nutr. Clín.**, v. 22, n. 1, p. 54-59, 2007.
25. VALENTOVÁ, K. et al. Maca (*Lepidium meyenii*) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in combination with silymarin as food supplements: *in vivo* safety assessment. **Food Chem. Toxicol.**, v. 46, p. 1006-1013, 2008.
26. VILELA, P. S.; BICALHO, E. **Mudanças no perfil do consumo de laranja no Brasil**. Minas Gerais: Federação da Agricultura e Pecuária do Estado, 2006. p. 1-10.
27. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diabetes**. Disponível em: <http://www.who.int/>. Acesso em: 24 ago. 2008.
28. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity and overweight**. Disponível em: <http://www.who.int/>. Acesso em: 24 ago. 2008.