

Efecto de gelificantes en la formulación de dulce de yacón

Efeito de gelificante na formulação do doce do yacon

Silvina MALDONADO^{1*}, Judith del Carmen SINGH¹

Resumen

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es un tubérculo andino cultivado en las laderas de los Andes. Es una planta perenne que llega a su madurez entre 6-7 meses hasta 1 año, según la altura sobre el nivel del mar. Este trabajo propone la formulación de un producto alimenticio a partir de yacón por agregado de solutos: glucosa y sacarosa y combinación de barreras de estrés. Se estudió el efecto de gelificantes: agar-agar, pectina y goma arábiga, en tres concentraciones: 0,30, 0,41 y 0,48%. Se agregó benzoato de sodio, metabisulfito de sodio y ácido cítrico. Se desarrolló un dulce tipo pan. Se registró la evolución de temperatura durante la cocción. Se empacó y envasó el dulce en bandejas. Se analizaron parámetros de textura principales y secundarios. La formulación que alcanzó valores de textura similares a la referencia fue: 0,48% de agar-agar; 12% de sacarosa; 17% de glucosa; 23% de agua; 996,75 ppm de metabisulfito; 498,50 ppm de ácido cítrico y 1435,7 ppm de benzoato de sodio. Se realizó una prueba sensorial a través de la evaluación de los parámetros más representativos de la textura, utilizando para ello una escala hedónica, determinando la aceptación de la formulación seleccionada.

Palabras-clave: revalorización; productos autóctonos; agregado de valor; conservación; combinación de barreras.

Resumo

O yacón (*Smallanthus sonchifolius*) é um tubérculo andino cultivado nas encostas Dos Andes. É uma planta perene que chega a sua maturação entre 6 meses e 1 ano. Este trabalho propõe a formulação de um produto alimentício a partir do yacón agregando solutos: glicose, sacarose e combinação de barreiras de estresse. Estudou-se o efeito de gelificantes: ágar-ágar e arábica, em três concentrações 0,30, 0,41 e 0,48%. Agregou-se benzoato de sódio, metabisulfito de sódio, e ácido cítrico. Desenvolveu-se um doce tipo pão. Registrou-se a evolução da temperatura durante cozimento. Empacotou-se e envasou-se o doce em bandejas. Analisaram-se parâmetros de textura principais e secundários. A formulação que atingiu os valores de textura, similares à referência foi: ágar-ágar 0,48%, com 12% de sacarose, 17% de glicose, 23% de água, 996,75 ppm de metabisulfito, 498,50 ppm de ácido cítrico e 1435,7 ppm de benzoato de sódio. Analisaram-se parâmetros primários e secundários de textura. Realizou-se uma prova sensorial através da avaliação dos parâmetros mais representativos da textura, utilizando para isso uma escala hedônica, determinando a aceitação da formulação selecionada.

Palavras-chave: revalorização; tubérculo andino; valor agregado; conservação; combinação de barreiras; produtos autóctonos.

1 Introducción

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es un tubérculo andino de origen prehispánico cultivado en las laderas de los Andes. Es una planta perenne que llega a su madurez entre 6-7 meses hasta 1 año, según la altura sobre el nivel del mar (GRAU, 1997).

Hasta hace un par de décadas, el yacón era cultivado solo en rincones aislados de los Andes, desde Colombia hasta el noroeste de Argentina. En los últimos años, se ha difundido en Nueva Zelanda, Japón, Corea y Brasil (KORTSARZ; GRAU, 2004).

Los habitantes de los Andes lo consideran como una fruta, debido a su agradable sabor dulce y su alto contenido de agua. En Argentina, se cultiva en las provincias de Salta y Jujuy y, hasta hace pocos años, estaba prácticamente extinguido. Su periodo de cosecha es de julio a septiembre, con una vida útil que no supera los 30 días, expuesto a condiciones ambientales (SEMINARIO; VALDERRAMA; MANRIQUE, 2003).

Si bien se han realizado esfuerzos por conservar o agregar valor al yacón, los productos desarrollados han sido obtenidos en forma rudimentaria, a partir de técnicas artesanales.

Las particularidades físicas y organolépticas del tubérculo, que le dan características similares a una fruta, hacen posible el desarrollo de productos concentrados con adición de azúcares, como dulces. La sanidad, madurez y composición inicial de la fruta tienen importancia en la calidad final del producto. El grado de madurez influye en las características fisicoquímicas y sensoriales del producto final (MANRIQUE; PARAGA; HERMANN, 2005).

Los ingredientes que se incluyen comúnmente en la elaboración de dulces son frutas, edulcorantes, gelificantes, acidificantes y otros aditivos, de acuerdo a la legislación vigente. Los azúcares más usados, tanto por su *flavor* y su costo, como por las características que imparten al producto final, son la sacarosa, glucosa, jarabe invertido y mieles. Estos solutos contribuyen a que se lleve a cabo la gelificación final, para lo cual suelen añadirse gelificantes, tanto para aumentar la concentración de agentes naturalmente presentes en la fruta o bien para compensar su ausencia.

Recebido para publicação em 4/4/2007

Aceito para publicação em 13/1/2008 (002448)

¹ Centro de Investigación en Tecnología Alimentaria, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, Av. Italia, 44 (4600) S. S Jujuy, Jujuy, Argentina,

E-mail: smaldonado@fi.unju.edu.ar

*A quem a correspondência deve ser enviada

Los hidrocoloides o gomas son conocidos como constructores de viscosidad o agentes gelificantes en sistemas acuosos. Los tecnólogos llaman a ambos estabilizadores (GARTI; LESER, 2001).

Los gelificantes utilizados en la industria son: pectinas, agar-agar, goma arábica, goma guar y otros. Entre éstos, la pectina presenta mayor aceptación por estar naturalmente presente en muchas de las frutas. Es un polímero del ácido galacturónico, hidrocoloide que en solución acuosa presenta propiedades espesantes, estabilizantes y sobre todo gelificantes. (BETANCUR, 2007).

La elección del tipo de pectina (alto o bajo metoxilo) depende de las características del producto que se desea obtener y del proceso de elaboración seguido. Durante la cocción, el tiempo que transcurre antes de producirse la gelificación disminuye al aumentar la acidez, los °Brix y por el uso de pectinas de alto metoxilo.

Con respecto a la goma arábica, también recibe el nombre de goma acacia, ya que se obtiene al remover la corteza de árboles como *Acacia senegal*. Es un heteropolisacárido muy ramificado, formado por una cadena principal de unidades de β -galactopiranosas, a la cual se une L-ramnopiranosas, arabinofuranosas y ácido glucurónico. Su peso molecular varía entre 250.000 y 1.000.000 y en estado natural es una molécula compacta. La influencia de grupos ácidos hace que la viscosidad de sus dispersiones se vea afectada por la adición de ácidos o álcalis y por la presencia de cationes. Dos de sus características principales son su alta solubilidad en agua, hasta 50%, y la baja viscosidad que desarrolla. A diferencia del resto de las gomas, las soluciones de la arábica tienen comportamiento newtoniano en concentraciones de hasta 40%. Al incrementar la concentración, ésta desarrolla las características pseudo plásticas de la mayoría de las gomas. Otra característica es su compatibilidad con altas concentraciones de azúcares. En consecuencia, tiene un amplio uso en confitería por su posibilidad de uso en productos con alto contenido en azúcar y bajo contenido en humedad. Más de la mitad de la producción mundial de goma arábica se usa en la fabricación de caramelos blandos, *toffees* y pastillas.

El agar-agar es un extracto obtenido con agua caliente a pH ligeramente ácido a partir de un heteropolisacárido formado por moléculas de β -D-galactosa, 3,6-anhidro- α -L-galactosa, con un 5 a 10% de ésteres de sulfato y algo de ácido D-galacturónico. Sus geles son muy resistentes mecánicamente y estables al calor (FENEMA, 2000).

Durante el proceso de cocción, pueden agregarse ácidos para disminuir el pH y llevarlo a valores adecuados para la gelificación. El ácido debe ser introducido al final de la cocción, ya que su adición anticipada provocaría fenómenos de pre-gelificación que dañarían el resultado final de la elaboración. Los ácidos más usados son el cítrico, el tartárico y más raramente el láctico y el fosfórico. El ácido cítrico es considerado generalmente más satisfactorio por su agradable sabor; el ácido tartárico es más fuerte, pero tiene un sabor menos ácido (BETANCUR, 2007).

La textura de los alimentos es uno de los atributos primarios que conforman su calidad sensorial. De acuerdo a la norma

ISO 5492 (1992), se define como el “conjunto de propiedades reológicas y de estructura (geométricas y de superficie) de un producto, perceptible por los mecano receptores, los receptores táctiles y en ciertos casos los visuales y auditivos”. Una medida adecuada de las propiedades mecánicas requiere ambos ensayos: sensorial e instrumental (FOEGEDING; DRAKE, 2007).

La clasificación de los atributos de textura, la posibilidad de determinar el perfil de textura sensorial y el perfil de textura instrumental, abrieron nuevas expectativas al hacer posible la medida, en un solo ensayo, de una serie de variables mecánicas, cada una de ellas relacionadas con un atributo de la textura. Los parámetros de textura de características mecánicas se clasifican en primarios: dureza, cohesividad, viscosidad, elasticidad y adhesividad, y en parámetros secundarios: fragilidad, masticabilidad y gomosis. Otras características son las geométricas: tamaño y forma de partícula y forma y orientación de las mismas (COSTELL; FESZMAN; DURAN, 2002).

Los objetivos de este trabajo fueron: formular un producto de humedad intermedia a partir de yacón, estudiar el efecto de la utilización de distintos gelificantes, ofrecidos por el medio comercial, como también la influencia de su concentración. Se evaluó la aceptación del producto formulado y el efecto de las concentraciones de gelificante sobre la textura.

2 Material y métodos

Se trabajó con yacón proveniente de la localidad de Bárcena, provincia de Jujuy, Argentina, obtenido directamente de los productores. El tubérculo se trasladó al laboratorio y se mantuvo bajo refrigeración a 8 ± 1 °C hasta el ensayo. Para el ensayo, se seleccionaron los tubérculos por su grado de madurez aparente, aspecto general, tamaño, ausencia de daños y °Brix. Una vez seleccionados, los tubérculos se pesaron en balanza analítica (Denver Instruments APX 200) al 0,001 g, pelaron, lavaron y trozaron. Se obtuvo una suspensión homogénea, adicionando agua, metabisulfito de sodio y ácido cítrico para disminuir el pardeamiento. Se estudió la relación adecuada de fruta y agua durante la reducción de tamaño y homogenización de la suspensión. Se adicionaron los azúcares y se llevó a cocción y evaporación en un recipiente de acero inoxidable con manto calefactor, hasta llegar a una concentración de sólidos solubles de 65 °Brix, medidos con refractómetro tipo Abbe Quartz (Bélgica).

Durante la cocción, se agregó el gelificante. Se utilizó un diseño (3 x 3), tres gelificantes en tres niveles de concentración diferentes, para evaluar el efecto sobre la textura y las cualidades organolépticas del producto final.

Los gelificantes ensayados fueron: goma arábica, pectina y agar-agar (calidad comercial), en tres concentraciones distintas, tomando como base lo dispuesto en el Código Alimentario Argentino: 0,48, 0,41 y 0,30%.

Se evaluó la proporción de azúcares en la mezcla, ensayando primero con sacarosa (comercial) y luego se evaluó el agregado de glucosa, en diferentes concentraciones. Se registró la temperatura de la pasta durante la cocción y hasta la estabilización.

Luego de la cocción - concentración, se envasó el producto en bandejas plásticas, enfriándose seguidamente hasta tempera-

tura ambiente, en baño de agua. Las bandejas se embolsaron en polietileno de baja densidad, con 30% de vacío, y se almacenaron bajo refrigeración a 8 ± 1 °C.

Se realizaron determinaciones de textura, analizando parámetros principales: cohesividad, adhesividad y dureza, y parámetros secundarios: masticabilidad y gomosidad, utilizando un Analizador de Textura QTS, CNS Farnell, con sensores Philips de 5,7 y 14 mm, a temperatura ambiente de 23 °C. Los ensayos se realizaron con una velocidad de penetración de 30 mm/s.

Se realizó una prueba para establecer aceptación. Se usó la prueba de *Scoring*, una escala hedónica para establecer el grado de la sensación de humedad de la muestra, a través de la sequedad o jugosidad en la boca de los panelistas.

Se usó un panel de 50 degustadores no entrenados: 25 (veinticinco) hombres y 25 (veinticinco) mujeres, mayores de 25 años.

Se evaluó, en forma similar, una muestra de referencia utilizando un producto comercial con características organolépticas similares a las preestablecidas para el producto.

Los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente usando el software MINITAB (WINSP12.11 1998), a través de análisis de la varianza y el test de Tukey, con una significancia del 0,05.

3 Resultados y discusión

El producto fresco arrojó un valor de $16,95 \pm 3,86$ °Brix sobre un total de 35 determinaciones.

El proceso llevado a cabo se muestra en el diagrama de bloques (Figura 1). Este esquema de proceso se planteó teniendo en cuenta que los consumidores demandan productos libres de conservantes químicos o con bajos niveles de ellos. Por esta razón, es importante el agregado de aditivos de acción antimicrobiana, combinando factores de estrés como la disminución de pH y agregado de azúcares o sal (GLIEMMP; CAMPOS; GERSCHENSON, 2006).

La Tabla 1 muestra las proporciones de fruta, agua y azúcares ensayadas, teniendo en cuenta la mínima cantidad de agua para lograr una suspensión homogénea, así como la incorporación de azúcar suficiente para lograr que, adicionada a los sólidos solubles iniciales del tubérculo, se obtenga un producto con 65 °Brix, luego de evaporar el agua presente.

Los productos desarrollados con las formulaciones anteriores no presentaron las características organolépticas y de gelificación buscadas, por lo que se incorporó glucosa (Tabla 2). De acuerdo a lo expresado por Boudhriouaa et al. (2002), la incorporación de glucosa y los cambios en su concentración pueden correlacionarse con la firmeza, el color y el contenido de humedad de la pulpa.

La incorporación de los distintos gelificantes se realizó durante la etapa de cocción, utilizando tres concentraciones: 0,48, 0,41 y 0,30%.

La evaluación de la temperatura de la pasta y los sólidos solubles expresados como °Brix durante la cocción se muestran en la Tabla 3.

En la Tabla 4, se muestran las mejores formulaciones obtenidas para cada gelificante, utilizando en todos los casos una concentración del 0,48%.

El efecto de los tres gelificantes usados, goma arábiga, pectina y agar-agar, en concentraciones crecientes de 0,30, 0,41 y 0,48%, y los parámetros de textura, evaluados para los mismos, pueden observarse en las Tablas 5 a 7.

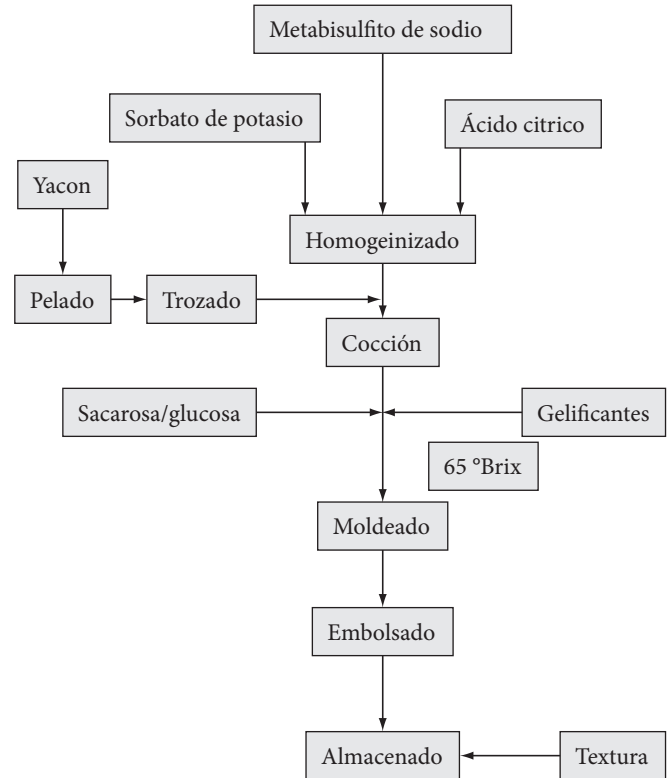


Figura 1. Diagrama de flujo del dulce de yacón.

Tabla 1. Proporciones de fruta, agua y azúcar estudiadas.

| Fruta (%) | Agua (%) | Sacarosa (%) |
|-----------|----------|--------------|
| 47 | 43 | 10 |
| 56 | 30 | 14 |
| 47 | 24 | 20 |

Tabla 2. Formulación mejorada con glucosa.

| Fruta (%) | Agua (%) | Glucosa (%) | Sacarosa (%) |
|-----------|----------|-------------|--------------|
| 48 | 28 | 12 | 12 |
| 48 | 23 | 17 | 12 |

Tabla 3. Variación de la temperatura y de los sólidos solubles con la cocción.

| t (minutos) | 0 | 20 | 35 | 50 | 65 | 75 |
|-------------|------|------|------|------|------|----|
| T °C | 23 | 63 | 70 | 70 | 82 | 82 |
| °Brix | 38,3 | 48,7 | 49,9 | 54,7 | 61,7 | 65 |

Se tomó una muestra de referencia, de venta pública en comercios locales, de características organolépticas similares, pero de otro fruto.

Los resultados obtenidos para la muestra de referencia se muestran en la Tabla 8.

El análisis de los resultados de las determinaciones de parámetros de textura se llevó a cabo a partir del conocimiento de que la masticabilidad representa la energía requerida para masticar un alimento sólido hasta que esté listo para ingerir; la cohesividad representa la magnitud de la deformación del material antes de romperse por la aplicación de una fuerza y la gomosidad es la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido. La carga pico es la fuerza necesaria para romper la matriz. La elasticidad es la velocidad a la cual se deforma el material al aplicarse una fuerza y adquiere su forma original al eliminarla. La adhesividad es el trabajo necesario para vencer las fuerzas de atracción que actúan entre partículas de un alimento, siendo esta regida por fenómenos superficiales (DOBRAZCZYK; VINCENT, 1999).

Se observa que aumentando la concentración de pectina de 0,30 a 0,41% se obtiene una disminución de la adhesividad, así como de la gomosidad y de la carga pico. Sin embargo, se obtiene una mayor masticabilidad. Un aumento mayor de concentración de pectina (hasta 0,48%) produce un aumento pequeño de adhesividad (en valor absoluto), pero mayor en cuanto a gomosidad y carga pico, con respecto al 0,41%, obteniéndose

mayor elasticidad y masticabilidad del producto. Del análisis estadístico se infiere que el producto con 0,48% es diferente a los otros dos en cuanto a sus propiedades texturales. En ninguno de los tres casos se logró la formación adecuada del gel. Se obtuvo un producto pastoso sin consistencia, lo que se observa en los valores de masticabilidad, cohesividad y gomosidad (SINGH; MALDONADO, 2006).

En el caso de la goma arábica, se observó que al aumentar la concentración de 0,30 a 0,41%, aumentaron todos los parámetros, manteniéndose esta tendencia al aumentar la concentración al 0,48%, salvo la cohesividad, que varía en forma inversa. No se logró la formación adecuada del gel con ninguna de las tres concentraciones de este gelificante usadas, obteniéndose un producto transparente y pastoso, similar a una mermelada, de acuerdo a lo sugerido por Betancourt (2007). Los valores de carga pico y final son estadísticamente similares.

Por último, con agar-agar se logró la formación de un gel firme utilizando una concentración de 0,48%. El producto obtenido con 0,48% de agar-agar presentó valores de cohesividad de 0,40; adhesividad de -34,15; masticabilidad de 28,38; elasticidad de 3,48; estadísticamente similares a la muestra control. La gomosidad resultó menor a la muestra control, lo que redundó en una mayor aceptación del producto.

El rendimiento alcanzado fue de 93,4 g de producto/100 g de tubérculo. El pH del producto fue de $5,16 \pm 0,13$.

Tabla 4. Formulación óptima del producto para los tres gelificantes estudiados.

| Gelificante | Yacón (%) | Agua (%) | Sacarosa (%) | Glucosa (%) | Metabisulfito de sodio (ppm) | Ácido cítrico (ppm) | Benzoato de sodio (ppm) |
|--------------|-----------|----------|--------------|-------------|------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Agar-agar | 48 | 23 | 12 | 17 | 997 | 499 | 1436 |
| Goma arábica | 48 | 23 | 12 | 17 | 990 | 491 | 1496 |
| Pectina | 48 | 23 | 12 | 17 | 992 | 517 | 1445 |

Tabla 5. Parámetros de textura del producto formulado con pectina.

| Pectina (%) | Cohesividad | Adhesividad (g.s) | Masticabilidad (g.mm) | Elasticidad (mm) | Gomosidad (g) | Carga pico (g) | Carga final (g) |
|-------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 0,48 | $0,52 \pm 0,02^{*a}$ | $-26,36 \pm 0,48^a$ | $16,66 \pm 0,01^a$ | $2,77 \pm 0,68^a$ | $7,72 \pm 0,01^a$ | $10,25 \pm 0,25^a$ | $8,40 \pm 0,55^a$ |
| 0,41 | $0,51 \pm 0,05^a$ | $-25,58 \pm 1,90^b$ | $15,77 \pm 0,01^a$ | $2,11 \pm 0,04^b$ | $4,07 \pm 0,54^b$ | $8 \pm 0,01^a$ | $6,40 \pm 0,55^b$ |
| 0,30 | $0,48 \pm 0,02^a$ | $-29,53 \pm 0,40^{ab}$ | $10,45 \pm 0,02^b$ | $2,04 \pm 0,24^c$ | $4,35 \pm 1,13^c$ | $10 \pm 0,81^b$ | $9,5 \pm 0,57^c$ |

Tabla 6. Parámetros de textura del producto formulado con goma arábica.

| Goma arábica (%) | Cohesividad | Adhesividad (g.s) | Masticabilidad (g.mm) | Elasticidad (mm) | Gomosidad (g) | Carga pico (g) | Carga final (g) |
|------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 0,48 | $0,62 \pm 0,01^a$ | $-32,21 \pm 1,12^a$ | $8,47 \pm 0,01^a$ | $2,55 \pm 0,67^a$ | $6,46 \pm 0,63^a$ | $8,33 \pm 0,58^a$ | $6,40 \pm 0,54^a$ |
| 0,41 | $0,71 \pm 0,05^b$ | $-25,50 \pm 1,27^b$ | $7,75 \pm 0,01^a$ | $1,66 \pm 0,23^b$ | $6,04 \pm 0,15^a$ | $8,60 \pm 0,55^a$ | $6,60 \pm 0,55^a$ |
| 0,30 | $0,74 \pm 0,02^{ab}$ | $-10,80 \pm 1,78^c$ | $4,89 \pm 0,57^b$ | $0,91 \pm 0,04^c$ | $5,12 \pm 0,23^a$ | $8,25 \pm 0,97^a$ | $6,75 \pm 0,50^a$ |

Tabla 7. Parámetros de textura del producto formulado con agar-agar.

| Agar-agar (%) | Cohesividad | Adhesividad (g.s) | Masticabilidad (g.mm) | Elasticidad (mm) | Gomosidad (g) | Carga pico (g) | Carga final (g) |
|---------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 0,48 | $0,40 \pm 0,12^a$ | $-34,15 \pm 2,08^a$ | $28,38 \pm 1,41^a$ | $3,48 \pm 0,26^a$ | $8,38 \pm 0,46^a$ | 20 ± 1^a | $12,50 \pm 0,58^a$ |
| 0,41 | $0,51 \pm 0,06^b$ | $-24,02 \pm 6,55^b$ | $21,50 \pm 2,48^b$ | $2,46 \pm 0,17^b$ | $8,48 \pm 0,26^a$ | $16,33 \pm 0,58^b$ | $12,50 \pm 0,58^a$ |
| 0,30 | $0,74 \pm 0,17^{ab}$ | $-18,28 \pm 5,85^c$ | $9,97 \pm 1,62^c$ | $1,53 \pm 0,09^{ab}$ | $7,36 \pm 0,01^a$ | $9,0 \pm 0,00^c$ | $6,25 \pm 0,56^b$ |

*Letras iguales en las columnas indican similitud estadística.

Tabla 8. Parámetros de textura de la muestra de referencia.

| Cohesividad | Adhesividad (g.s) | Masticabilidad (g.mm) | Elasticidad (mm) | Gomosidad (g) | Carga pico (g) | Carga final (g) |
|-----------------|--------------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| $0,36 \pm 0,65$ | $-45,20 \pm 20,94$ | $31,63 \pm 17,25$ | $3,403 \pm 0,51$ | $44,27 \pm 19,35$ | $9,83 \pm 0,69$ | $8,67 \pm 0,75$ |

Como resultado de esta experiencia se puede afirmar que, coincidentemente con lo expresado por Chao et al. (2006), el tipo de gelificante y su concentración no son los únicos factores que afectan la textura de un producto. Las condiciones de cocción, el azúcar y el agua durante el proceso pueden jugar un importante rol en la estructura del producto.

El análisis sensorial realizado para establecer la aceptación a través de la evaluación de los parámetros más representativos de la textura, se llevó a cabo utilizando una escala hedónica, con 50 evaluadores no entrenados: 25 mujeres y 25 hombres. Los resultados muestran una aceptación de $90 \pm 2\%$ en hombres y $50 \pm 1\%$ en mujeres. El panel desarrolló una descripción oral y usó una escala de referencia para niveles de textura, de acuerdo a Brown et al. (2003).

Los resultados obtenidos para los parámetros de textura evaluados sensorialmente fueron cohesividad muy buena: $85 \pm 1\%$, gomosidad muy baja: $90 \pm 5\%$, adhesividad baja: $70 \pm 2\%$.

Debido a las diferencias encontradas entre la formulación seleccionada y la muestra comercial, fundamentalmente en cuanto a gomosidad, se estudió el efecto del agregado de gelificante en concentraciones superiores a 0,50%. Los resultados comparativos se observan en la Figura 2.

El gel obtenido con una concentración de 0,70% presenta masticabilidad y elasticidad superiores a la muestra referencia; la cohesividad, adhesividad y gomosidad presentan valores intermedios entre los obtenidos para 0,48% de agar-agar y la muestra referencia. Sin embargo, esta concentración es superior a la permitida por el Código Alimentario Argentino.

4 Conclusiones

La formulación estudiada con la incorporación de agar-agar al 0,48% para el dulce de yacón se encuentra dentro de los parámetros de textura buscados y cumple con los requisitos del Código Alimentario Argentino (CAA).

Los parámetros de textura son similares a la referencia de venta comercial con alta aceptación, salvo la gomosidad, que en ésta toma valores altos.

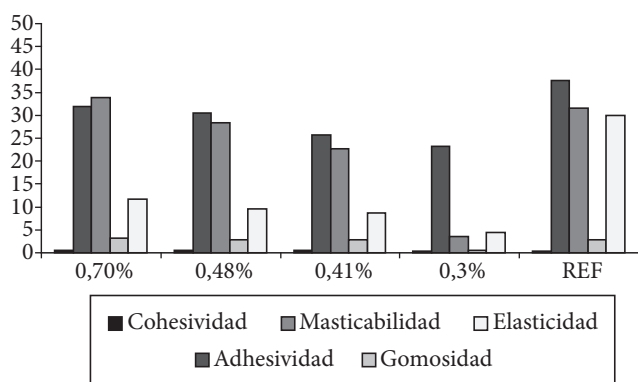


Figura 2. Parámetros de textura de los gels obtenidos con agar-agar y muestra de referencia.

Los valores de textura no dependen exclusivamente de la concentración y del tipo de gelificante, también influyen el tipo de matriz formada, la cantidad de agua, el tipo de azúcar utilizada, entre otros factores.

El método de conservación evaluado, utilizando adición de azúcares combinada con aditivos y conservantes permitidos, permitió llegar al nivel de sólidos solubles (65%), tal como lo requiere el CAA.

En el caso de la formulación con pectina y goma arábica, el producto no presentó las características buscadas, debido en parte a la acidez del medio y a la baja concentración de pectina natural del tubérculo.

El desarrollo de este producto contribuye a la recuperación y valorización de cultivos andinos subexplotados como el yacón (*Smilax tuberosa*).

Referencias bibliográficas

- BETANCURT, P. Industrialización de frutas y hortalizas: dulces, mermeladas y jaleas. **Tecnología de alimentos**. LATU. 2007. Disponible en: <<http://www.biblioteca.fagro.edu.uy>>. Acceso en: 27 de Febrero de 2007.
- BOUDHRIOUAA, N. et al. Influence of ripeness and air temperature on changes in banana texture during drying. **Journal of Food Engineering**, v. 55, n. 2, p. 115-121, 2002.
- BROWN, J. A. et al. Relationships among rheological and sensorial properties of young cheeses. **Journal of Dairy Science**, v. 10, n. 86, p. 3054-3067, 2003.
- CHAO-CHI CHUAN, G.; AN-I, Yeh. Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cakes (mochi). **Journal of Food Engineering**, v. 74, n. 3, p. 314-323, 2006.
- Código Alimentario Argentino Capítulo X. Lei 18284, de 18 de julho de 1969. Disponible en: <<http://www.anmat.gov.ar/códigoa/caa1.htm>>. Acceso en: 27 de fevereiro de 2007.
- COSTELL, E.; FESZMAN, S; DURAN L. Propiedades Física I. In: **Temas en Tecnología de Alimentos**. Buenos Aires: CYTED Alfaomega, 2002. cap 6., p. 256-258.
- DOBRAZCZYK, B. J.; VINCENT, J. F. V. Measurement of mechanical properties of food materials in relation to texture: The materials approach. In: ROSENTHAL, A. J. **Food texture: Measurement and Perception**: An Aspen Publication, 1999. cap 5., p. 99-147.
- FENEMA, O. R. **Carbohidratos en Química de los Alimentos**. 2 ed. Zaragoza, España: Acribia, 2000. Cap 4, p. 220-265.
- FOEGEDING, E. A.; DRAKE, M. A. Sensory and Mechanical Properties of Cheese Texture. **Journal of Dairy Science**, v. 4, n. 90, p. 1611-1624, 2007.
- GARTI, N.; LESER, M.E. Emulsification properties of hydrocolloids. **Polymers for Advanced Technologies**, v. 12, p. 123-135, 2001.
- GLIEMMP, M. F.; CAMPOS, C.; GERSCHENSON, L. Effect of several humectants and potassium sorbate on the growth of *Zygosaccharomyces* in model aqueous systems resembling low sugar products. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 4, p. 761-770, 2006.
- GRAU, A.; REA, J. Y. *Smilax tuberosa*. In: HERMANN, M.; HELLER J.(Eds). **Andean roots and tubers: Ahipha, arracacha, maca, yacón. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic

- Resources Institute. Rome, Italy: Poepp. & Endl. H. Robinsón, 1997. cap. 21, p. 199-242.
- KORTSARZ, A.; GRAU, A. Otros cultivos: El Cultivo del yacón. **Actualidad Papera**. INTA, n. 11, 2004.
- MANRIQUE, I.; PARRAGA, A; HERMANN, M. **Yacon syrup: Principles and processing**. International Potato Center, Universidad Nacional Daniel Alcides Lima, Peru. 8 ed. Carrión, Erbacher Foundation, Swiss Agency for Development and Cooperation, 2005.
- SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M.; MANRIQUE, I. **El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio**. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP). Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación – (COSUDE), 2003.
- SINGH, J.; MALDONADO, S. Formulación de un producto de humedad intermedia a partir de yacón. Efecto del gelificante. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS, 2º, 2006, Córdoba, Argentina. ISBN 987-22457-9-7. p179.
- URUGUAY. Facultad de Agronomía: Industrialización de frutas y hortalizas dulces, mermeladas y jaleas. Uruguay, 2007. Disponible en: <<http://www.fagro.edu.uy>>. Acceso en: 12 Feb.