



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

FECHA DE PRESENTACIÓN	Julio 2010
ESTACIÓN EXPERIMENTAL	Santa Catalina
DEPARTAMENTO/PROGRAMA	Departamento de Nutrición y Calidad
PROYECTO	Código: PIN08-0007 Título: "Innovaciones para emprendimiento de yuca y camote en la seguridad y soberanía alimentaria, y oportunidades de mercado para pequeños/as productores/as emprendedores de Manabí."
RESULTADO	Número: 3 Título: "Desarrollo de tecnologías de precosecha y postcosecha de yuca y camote para zonas del trópico seco y húmedo, de acuerdo a la demanda, con metodologías participativas de investigación."
ACTIVIDAD	Número: 3 Título: "Estudio de la consistencia de suspensiones de almidón de dos genotipos de camote (<i>Ipomea batatas</i> L.) y su potencialidad como espesante en mezcla con otros ingredientes"
UBICACIÓN	Provincia: Pichincha, Cantón: Mejía Estación Experimental Santa Catalina.
AUTOR	Josethe Narváez G.
COAUTORES	Ing. Nelly Lara.
COLABORADORES	PNRT - Yuca y Camote, Estación Experimental Portoviejo.
FECHA DE INICIACIÓN	Julio 2010
FECHA DE TERMINACIÓN	Abril 2011
PRESUPUESTO	USD 4271,70
FUENTE DE FINANCIAMIENTO	INIAP USD: 233,20 (5.46%) SENACYT USD: 800,00 (18.73%) TESISTA USD: 3238,50 (75.81%)

1. ANTECEDENTES

A nivel mundial el camote está entre los tres principales cultivos tuberosos y es un alimento importante para países en vías de desarrollo. En el ámbito nacional, la superficie de cultivo en el período 2003 – 2006, pasó de 867 ha a 1071 ha (Alvarado *et al.*, 2009). En el 2008 la producción registrada fue de 3200 TM (FAOSTAT, 2010). El camote es ampliamente difundido, especialmente en China y en países del Sureste de Asia debido, principalmente, a su contenido de almidón, que se almacena en forma de gránulos insolubles (Li *et al.*, 2010; Guísar, 2009). El almidón es una reserva energética y alimenticia predominante en las plantas, se almacena en raíces, tubérculos y semillas, por lo que es considerado el segundo carbohidrato más abundante, después de la celulosa. Además es el primero en importancia desde el punto de vista comercial al ser utilizado ampliamente en la industria (Guísar, 2009; Aparicio, 2007; Vaclavik, 1998). Nutricionalmente, es el componente mayoritario en la dieta de la población humana y provee del 70 al 80% de calorías, de tal manera que proporciona al hombre, la energía y glucosa necesarias (Aparicio, 2007; Lee *et al.*, 2006; Vaclavik, 1998).

El almidón aislado se utiliza en diversos alimentos para modificar su textura y consistencia. Se ha observado que no sólo la cantidad de almidón es importante para la textura de los alimentos, sino también el tipo, ya que la composición y propiedades del almidón varían con la fuente de procedencia (Aparicio, 2007). El almidón presenta una alta estabilidad y organización debido a las múltiples interacciones que existen entre sus principales componentes, amilosa y amilopectina, esto ocasiona que sea insoluble en agua fría; sin embargo, cuando se calienta en presencia de agua (>70%), la forma semicristalina cambia a una forma eventualmente amorfa (Guísar, 2009). Dadas sus propiedades fisicoquímicas y funcionales (propiedades gelificantes, espesantes, adhesivas, enlazantes, estabilizantes, texturizantes, de recubrimiento y acabado), el almidón tiene una gran variedad de aplicaciones en diversos campos de la industria (Guísar, 2009; BeMiller, 2007; Aparicio, 2007, Beltrán, 2006). La capacidad que tiene el almidón de formar pastas es quizás la propiedad más explotada industrialmente, como agente estabilizante y espesante en la elaboración de gelatinas, helados, sopas, salsas, condimentos, jugos, alimentos infantiles, preparados de frutas, etc. (Guísar, 2009; Beltrán, 2006). Por este razón, las propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón de camote, han sido motivo de investigación en numerosos estudios (Li *et al.*, 2010; Choi y Yoo, 2009; Vásquez *et al.*, 2007; Flores, 2007; Lu *et al.*, 2006; Barba, 2005; Sopade *et al.*, 2004; Perry y Donald, 2002; Paredes, 2001; Barba, 2000).

El almidón influye significativamente en las propiedades organolépticas de los alimentos y esto depende de las interacciones que tenga con otros componentes que se encuentren presentes (Barba, 2000). La forma en la que una sustancia interacciona con el almidón no es totalmente conocida, sin embargo sus efectos se pueden observar en el comportamiento reológico (Barba, 2000), como por ejemplo al medir la consistencia como propiedad que gobierna las características de un flujo semi-sólido para determinar su comportamiento (González, 2003), dicha propiedad es muy importante e influye en la aceptación o rechazo de un producto por parte de los consumidores (Ramírez, 2006). Bourne (2002) define a la consistencia como todas las sensaciones resultantes de la estimulación de los receptores mecánicos y receptores táctiles, especialmente en la región de la boca.

La consistencia puede ser determinada en el consistómetro Bostwick, que es un instrumento rectangular de acero inoxidable que consta de dos compartimientos, el primero mide 5 x 5 x 3.8 cm y el segundo 5 x 24 x 2.5 cm, el segundo compartimiento tiene en la base divisiones cada 0.5 cm. La distancia que recorre la muestra en 60 segundos es medida en centímetros y representa la lectura del consistómetro Bostwick (Bourne, 2002). También se puede medir consistencia en el equipo analizador de

textura (TA-XT2i) con el accesorio back extrusion rig, que reporta los resultados con la ayuda del software Texture Expert. Sería de mucha ayuda la correlación de los resultados de consistencia de estos instrumentos, en caso de no tener acceso a uno de ellos.

Para el uso de almidones como espesantes en alimentos, se requiere que sean estables a las condiciones de procesamiento; es decir que mantengan su viscosidad y poder ligante aún cuando estén sometidos a fuertes esfuerzos mecánicos, pH bajo o altas temperaturas (Pazos, 1996). Razón por la cual, la industria ha comenzado a utilizar almidones modificados (almidones tratados químicamente) con el fin de impartir en el producto la propiedad deseada, sin embargo, la inclinación del mercado actual por los productos naturales o sin mayor modificación limita el uso de éstos como ingredientes (Vásconez *et al.*, 2007). La tendencia moderna es buscar nuevas alternativas de almidones nativos, que satisfagan las necesidades de la industria sin necesidad de utilizar modificaciones químicas, que se encuentren disponibles comercialmente y en cantidades suficientes para reemplazar el consumo de los almidones modificados (Vásconez *et al.*, 2007; Pazos, 1996). En este punto, según Paredes (2001), los almidones de raíces y tubérculos poseen características especiales para ser utilizados en sistemas alimenticios sin necesidad de modificaciones químicas.

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad es importante apoyar el desarrollo de tecnologías tendientes a optimizar el uso de recursos agropecuarios. Desde este punto de vista, durante la separación de los extractos líquido y sólido de camote, se puede recuperar almidón nativo, ampliamente utilizado en la industria alimenticia. Al disponer de esta fracción de almidón aislado, la presente actividad como parte de las innovaciones para emprendimientos en camote, busca evaluar su utilización en diferentes sistemas alimenticios con el fin de dar valor agregado a este subproducto del camote.

Como respuesta a las necesidades actuales de la industria y de los consumidores en la búsqueda de alimentos naturales y saludables, este estudio se centrará en evaluar la consistencia de suspensiones de almidón nativo y en mezclas con otros ingredientes. El propósito es establecer posibles aplicaciones del almidón de camote como ingrediente natural de sistemas alimenticios (sopas, salsas, flanes, coberturas y rellenos) para sustituir el uso de almidones modificados químicamente.

La información generada con el desarrollo de éste proyecto será de gran importancia para investigadores, procesadores y productores interesados en potenciar las innumerables aplicaciones que puede tener el almidón de camote, de tal manera que, las posibilidades de industrialización y acceso a grandes mercados con nuevos productos del camote se incrementen. Este proyecto enfoca el uso integral del camote con el fin de mejorar la calidad de vida de pequeños y medianos productores dedicados a este cultivo.

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Determinar la consistencia de suspensiones de almidón de dos genotipos de camote (*Ipomea batatas* L.) y su potencialidad como espesante en mezcla con otros ingredientes (panela, azúcar, sal, chocolate, ácido cítrico, jugo de mora y jugo de maracuyá).

3.2. ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de los genotipos de camote sobre la consistencia de las suspensiones de almidón solo y en mezcla con otros ingredientes
- Evaluar el efecto de la adición de otros ingredientes sobre la consistencia Bostwick y consistencia TA-XT2i de las suspensiones de almidón de camote
- Correlacionar las mediciones de consistencia Bostwick y las mediciones de consistencia TA-XT2i

4. HIPÓTESIS

Ho: El almidón extraído de los dos genotipos de camote no presenta propiedades de consistencia que contribuyan a la formación de suspensiones en mezcla con otros ingredientes para sistemas alimenticios.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

5.1.1. Materia Prima

Cuadro 1. Combinaciones y proporciones aproximadas de almidón y otros ingredientes a utilizar en la preparación de suspensiones

Ingredientes	Combinación con almidón morado 4%		Combinación con almidón arrecho 4%	
	Otros ingredientes	Agua	Otros ingredientes	Agua
Referencia o testigo*	-	96%	-	95%
Panela	17% ²	79%	17% ²	78%
Azúcar	17% ²	79%	17% ²	78%
Sal	2%	94%	2%	93%
Chocolate	5%	91%	5%	90%
Ácido cítrico	bajar la suspensión a pH 3 ¹	completar hasta 100ml	bajar la suspensión a pH 3 ¹	completar hasta 100ml
Jugo de mora	Análisis de pH, acidez y Brix		Análisis de pH, acidez y Brix	
Jugo de maracuyá				

Fuente: 1. Paredes, 2001; Barba, 2000.; 2. Prokopowich y Biliaderis, 1995.

*La referencia o testigo se refiere a soluciones de almidón, sin la adición de otros ingredientes

5.1.2. Materiales

- Cubetas y bandejas plásticas
- Peladores manuales
- Cuchillos de acero inoxidable
- Recipientes de acero inoxidable
- Tamices
- Paletas de plástico
- Embudo
- Frascos de plástico
- Paletas metálicas
- Moldes metálicos
- Desecadores
- Pinzas
- Platillos de aluminio
- Vasos de vidrio de 200 ml

5.1.3. Equipos

- Extractor de jugos
- Centrífuga
- Estufa de precisión
- Balanza de precisión
- Balanza analítica
- Consistómetro Bostwick
- Analizador de textura instrumental de alimentos (TA-XT2i)
- Plancha digital de agitación magnética
- Cronómetro

5.2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto, se cuenta con la colaboración del PNRT-Yuca y Camote de la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), de donde se adquirirá los dos genotipos de camote necesarios para la experimentación. Los ensayos se realizarán a nivel de laboratorio en el Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

5.2.1. Características del sitio experimental (INIAP, 2010)

Ubicación:

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Mejía
Parroquia:	Cutuglahua
Lugar:	Estación Experimental Santa Catalina

Situación Geográfica:

Altitud:	2400-3500 m
Temperatura promedio:	11,6°C
Humedad relativa promedio:	79%
Precipitación anual:	1400 mm

5.2.2. Factores en Estudio (Variables independientes)

Factor A: Genotipos de Camote.

a₀: Almidón, genotipo "Guayaco o Morado".

a₁: Almidón, genotipo "Arrecho".

Factor B: Otros ingredientes

b₀: Referencia o testigo (sin adición de ingredientes)

b₁: Panela

b₂: Azúcar

b₃: Sal

b₄: Chocolate

b₅: Ácido cítrico

b₆: Jugo de mora

b₇: Jugo de maracuyá

5.2.3. Tratamientos

Se tienen 16 tratamientos, que resultan de las combinaciones de los factores en estudio (Ax₂B) con 2 niveles el factor A y 8 niveles el factor B (Cuadro 2). Cada tratamiento será evaluado mediante tres repeticiones.

Cuadro 2. Tratamientos en estudio

Nº	Tratamientos	Descripción
1	$a_0 b_0$	Almidón genotipo morado; referencia o testigo
2	$a_0 b_1$	Almidón genotipo morado; panela
3	$a_0 b_2$	Almidón genotipo morado; azúcar
4	$a_0 b_3$	Almidón genotipo morado; sal
5	$a_0 b_4$	Almidón genotipo morado; chocolate
6	$a_0 b_5$	Almidón genotipo morado; ácido cítrico
7	$a_0 b_6$	Almidón genotipo morado; jugo de mora
8	$a_0 b_7$	Almidón genotipo morado; jugo de maracuyá
9	$a_1 b_0$	Almidón genotipo arrecho; referencia o testigo
10	$a_1 b_1$	Almidón genotipo arrecho; panela
11	$a_1 b_2$	Almidón genotipo arrecho; azúcar
12	$a_1 b_3$	Almidón genotipo arrecho; sal
13	$a_1 b_4$	Almidón genotipo arrecho; chocolate
14	$a_1 b_5$	Almidón genotipo arrecho; ácido cítrico
15	$a_1 b_6$	Almidón genotipo arrecho; jugo de mora
16	$a_1 b_7$	Almidón genotipo arrecho; jugo de maracuyá

5.2.4. Unidad Experimental

Por cada tratamiento se utilizará 100 ml de suspensión de almidón de camote solo y en mezcla con panela, azúcar, sal, chocolate, ácido cítrico, jugo de mora y jugo de maracuyá; cuyas composiciones y combinaciones se muestran en el Cuadro 1.

5.2.5. Diseño Experimental

Se aplicará el diseño completamente al azar en arreglo factorial AxB de 16 tratamientos con 3 repeticiones para un total de 48 pruebas experimentales.

5.2.6. Análisis Estadístico

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	47
Factor A (genotipos)	1
Factor B (otros ingredientes)	7
Interacción AxB	7
Error	32

5.2.7. Análisis Funcional

Se evaluará las correlaciones entre las mediciones de consistencia Bostwick y consistencia TA-XT2i de las suspensiones. Se realizará análisis de varianza y se aplicará la comparación múltiple de Tukey en las variables que resulten significativas. Se utilizará el programa estadístico de computación STATGRAPHICS PLUS, versión 5.1.

5.2.8. Variables y Métodos de Evaluación

Variables respuesta

- Consistencia Bostwick.
- Consistencia con el accesorio back extrusion rig del texturómetro TA-XT2i.

Métodos de Evaluación

- Consistencia mediante el consistómetro Bostwick por desplazamiento de la suspensión de almidón en un tiempo dado (Paredes, 2001; González, 2003).
- Determinación de consistencia mediante el accesorio back extrusion rig del texturómetro TA-XT2i.

5.2.9. Manejo específico del experimento

Recuperación del almidón de camote

Como parte del sistema de separación del extracto líquido y sólido del camote, las muestras de los dos genotipos serán lavadas, secadas (5 min. a temperatura ambiente), troceadas y trituradas. El extracto líquido se tamizará (juego de tamices: 300, 180, 125 y 106 micras de abertura) y centrifugará a 4000 RPM durante 10 min. para recuperar el almidón. El almidón sedimentado se lavará con agua y centrifugará, tantas veces como sea necesario, hasta que el líquido de salida sea transparente. El material aislado se secará a 40°C por 16 h, aproximadamente. Una vez obtenido el almidón se pesará para determinar el rendimiento y se almacenará a 4°C. Para su posterior uso, las muestras serán pulverizadas en un mortero.

Preparación de muestras

Se preparará 100 ml de suspensión de almidón al 4%, solo y en mezcla con otros ingredientes. Las proporciones a utilizar de azúcar, panela, sal y polvo de chocolate estarán alrededor de 17%, 17%, 2% y 5%, respectivamente. En el caso de ácido cítrico se adicionará hasta bajar la suspensión a pH 3 (Paredes, 2001). Para las suspensiones con jugo de mora y jugo de maracuyá, previamente, se analizará el pH, acidez y Brix para establecer las condiciones de las mezclas en cuanto a estos parámetros. Las muestras de 100 ml serán calentadas hasta ebullición por dos minutos sobre una plancha con agitación magnética. Todas las muestras serán analizadas a 25°C.

Determinación de consistencia TA-XT2i, con el accesorio back extrusion rig

Se utilizará el equipo analizador de textura (TA-XT2i) con el accesorio back extrusion rig para medir la consistencia de las muestras. Para cada medición se utilizará 100 ml muestra y las determinaciones se realizarán a 25°C (Lee et al., 2002).

Determinación de consistencia Bostwick

Muestras de 100 ml mantenidas en una incubadora a 25 °C por 10 minutos serán utilizados para medir la consistencia Bostwick. Se utilizará el consistómetro Bostwick con compartimiento para 100 ml y escala graduada de 24 cm para el recorrido de la muestra en un lapso de 60 segundos (González, 2003).

Correlación de las mediciones de consistencia

Para determinar si existe correlación entre los resultados de consistencia de las suspensiones de almidón, se graficará las mediciones de consistencia Bostwick versus las mediciones de consistencia obtenidas en el equipo analizador de textura con el accesorio back extrusion rig.

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Revisión Bibliográfica		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Realización de pruebas preliminares		x									
Realización de pruebas experimentales*, 1 ^{era} repetición		x	x								
Realización de pruebas experimentales*, 2 ^{da} repetición			x	x							
Realización de pruebas experimentales*, 3 ^{era} repetición				x	x						
Análisis de Resultados						x	x	x	x		
Informe Final									x	x	x

*Las pruebas experimentales consisten en: extracción del almidón, preparación de suspensiones de almidón de camote solas y en mezclas, estudio y correlación de consistencia, y estabilidad.

7. PRESUPUESTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Tesista	Mes	10	323,85	3238,50
Materia Prima				
Muestras de camote	kg	136	0,80	108,80
Panela	kg	1	1,14	1,14
Azúcar	kg	2	0,70	1,40
Sal	kg	0,5	0,30	0,15
Chocolate (polvo)	kg	0,5	3,00	1,50
Ácido cítrico	g	100	0,23	23,10
Mora	kg	1	2,20	2,20
Maracuyá	unidad	10	0,25	2,50
Materiales				
Peladores	unidad	1	10,00	10,00
Recipientes plásticos	unidad	3	5,00	15,00
Tabla de picar	unidad	1	15,00	15,00
Materiales de Edición y Difusión				
Cartucho Negro y Color	unidad	3	65,00	195,00
Cartucho Color	unidad	2	23,00	46,00
CD-W	unidad	5	2,20	11,00
Papel	hojas	1300	0,03	39,00
Anillado	unidad	6	3,00	18,00
Empastado de Tesis	unidad	5	68,00	340,00
Subtotal				4.068,29
Imprevistos (5%)				203,41
Total				4.271,70

Financiamiento		
	%	USD
INIAP	5.46	233,20
SENACYT	18.73	800,00
Tesista	75.81	3.238,50
Total	100	4.271,70

8. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, K.; Atiencia, V.; López, M. 2009. Creación del Broker MKV para la exportación de camote y otros productos agrícolas no tradicionales a España. Tesis Ingeniera Comercial y Empresarial: Comercio Exterior. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 85 p.

Aparicio, A. 2007. Obtención de Almidón Resistente por Tratamiento en Autoclave a Partir de Almidón de Plátano Modificado: Caracterización Fisicoquímica, Morfológica y Estructural. Tesis Doctor en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos. Yautepec, Morelos, México. Instituto Politécnico Nacional. 117 p.

Barba, M. 2005. Physical, Chemical and Rheological Characterization of Starches of Roots and Tubers Under-used from Ecuador: Effect of the Sugars Addition in the Rheological and Calorimetric Properties. Tesis Máster en Ciencias de los Alimentos. Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 36 p.

Barba, M. 2000. Influencia de la Adición de Lípidos, Electrolitos y Cambios de pH Sobre las Propiedades Reológicas de Almidones Nativos Sub-utilizados del Ecuador. Tesis Ingeniera Química. Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 113 p.

Beltrán, O. 2006. Estudio para la Obtención de Almidón de Maíz por Molienda Seca y Extracción de las Proteínas. Tesis Maestro en Tecnología Avanzada. México DF., México. Instituto Politécnico Nacional. 111 p.

BeMiller, J. 2007. Carbohydrate Chemistry for Food Scientists. 2 ed. Estados Unidos. Editorial ACC International. p. 175.

Bourne, M. 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. 2 ed. New York, Estados Unidos. Academic Press. p. 213-214.

Choi, H.; Yoo B. 2009. Steady and dynamic shear Rheology of sweet potato starch-xanthan gum mixtures. Food Chemistry 116(3): 638 - 643.

FAOSTAT (Base de Datos de la Organización Mundial para la Agricultura y Alimentación). 2010. Producción; Cultivos (en línea). Consultado 25 abr 2010 <http://faostat.fao.org/default.aspx>

Flores, N. 2007. Estudio Calorimétrico y Reológico de las Interacciones de Mezclas de Almidones de Seudo-cereales, Tubérculos, Raíces y Rizomas de Origen Andino. Tesis Ingeniera Química. Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 119 p.

González, M. 2003. Elaboración y Caracterización de Masa Cocida, a Partir de Siete Variedades de Plátano y Banano Verde Sometidas a Diferentes Tiempos y Temperaturas de Cocción. Tesis Ingeniera en Industrias Agropecuarias. Quito, Ecuador. Universidad Técnica Particular de Loja. 177 p.

Guísar, A. 2009. Obtención y Caracterización Física y Química del Almidón de "Camote de Cerro" (*Dioscorea* spp.). Tesis Maestro en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable. Michoacán, México. Instituto Politécnico Nacional. 79 p.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2010. Estación Experimental Santa Catalina (en línea). Consultado 10 May 2010. <http://www.iniap-ecuador.gov.ec/eestacatalina/index.php>

Lee, J.; Choi, H.; Kim, B.; Chung, M.; Kim, D.; Choi, S.; Lee, D.; Park, S.; Hur, N.; Baik, M. 2006. Nonthermal Starch Hydrolysis Using Ultra High Pressure: I. Effects of Acids and Starch Concentrations. *LWT-Food Science and Technology* 39(10): 1125 - 1132.

Li Q.; Li D.; Wang L.; Özkan, N.; Mao, Z. 2010. Dynamic Viscoelastic Properties of Sweet Potato Studied y Dynamic Mechanical Analyzer. *Carbohydrate Polymers*, 79(3): 520 - 525.

Lu, G.; Huang, H.; Zhang D. 2006. Prediction of Sweetpotato Starch Physiochemical Quality and Pasting Properties Using Near-infrared Reflectance Spectroscopy. *Food Chemistry* 94(4): 632 - 639.

Paredes, M. 2001. Estudio del Efecto de la Interacción Almidón Lípido Temperatura, y pH en la Retrogradación de Almidones de *Arracacha xanthorrhiza*, *Oxalis tuberosa*, *Ganna edulis* e *Ipomoea batatas*. Tesis Ingeniera Química. Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 94 p.

Pazos, C. 1996. Propiedades Funcionales del Almidón y su Uso en Alimentos. Memorias de la Conferencia Internacional de Almidón. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. p. 17, 18.

Perry, P.; Donald, A. 2002. The Effect of Sugar on the Gelatinisation of Starch. *Carbohydrate Polymers* 49(2): 155 - 165.

Prokopowich, D.; Biliaderis, C. 1995. A Comparative Study of the Effect of Sugar on the Thermal and Mechanical Properties of Concentrated Waxy Maize, Wheat, Potato and Pea Starch Gels. *Food Chemistry* 52(3): 255 - 262.

Ramírez, J. 2006. Fundamentos de Reología de Alimentos. Cali, Colombia. JSR e-books. p. 7.

Sopade, P.; Halley, P.; Junming L. 2004. Gelatinisation of Starch in Mixtures of Sugars. II. Application of differential Scanning Calorimetry. *Carbohydrate Polymers*, 58(3): 311 - 321.

Vaclavik, V. 1998. Fundamentos de ciencia de los alimentos. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A. p. 45.

Vásconez, M.; Ruales, J.; Álvarez, Y.; Ortega, F.; Flores, N. 2007. Propiedades de Textura y Estabilidad Congelación/descongelación de Geles de Mezclas de Almidones de Origen Andino. Memorias de CIBIA VI, VI Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos, Mesas Redondas – Ciencia, Alimentos Ciencia e Ingeniería vol. 16(2), Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos. Ecuador. p. 90-92.