

# TÉCNICA DE ALTA PRESIÓN-TEMPERATURA PARA MEJORAR ATRIBUTOS DE CALIDAD DE LA PULPA Y JUGO CLARIFICADO DE CAMU-CAMU (*MYRCIARIA DUBIA* McVAUGH)

Ximena Bardales

María Soledad Hernández

Jerusa Sousa Andrade

Camu-camu, Ximena Bardales

## RESUMEN

En el Río Putumayo, existe una de las mayores ofertas naturales de camu-camu, lo que ha permitido una comercialización básica, de baja retribución para la comunidad a lo largo de la cuenca del Putumayo, en la cual no se evidencia ningún tipo de valor agregado. El artículo expone una alternativa de aprovechamiento local en el corregimiento de Tarapacá, Departamento de Amazonas (Colombia), con el fin de obtener un producto transformado que mantenga las características bioquímicas, sensoriales y funcionales de la fruta. Los frutos fueron colectados en Tarapacá y transportados por avión en cajas de icopor hasta el laboratorio agroindustrial del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi en Leticia (Amazonas, Colombia), donde se realizaron las operaciones unitarias de selección, lavado, desinfección y escaldado. La pulpa congelada fue transportada a la planta piloto del ICTA-Instituto de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. Con el fin de realizar la separación de la pulpa se realizó un tratamiento enzimático con Cytozim Ultra®. La pulpa tratada fue diluida en agua (pulpa:agua, 2:7) y filtrada utilizando membranas de poliéster para la obtención del jugo clarificado. La calidad microbiológica (recuento de coliformes totales, aerobios mesófilos, hongos y levaduras) y fisicoquímica (pH, acidez, viscosidad y sólidos solubles) del producto fue evaluada, así como el contenido de ácido ascórbico y pigmentos antocianicos. La viscosidad del jugo clarificado me-

jó comparado con el testigo, las características de pH, acidez titulable y sólidos solubles no presentaron diferencias significativas con respecto al jugo natural; la microbiología del producto cumplió los parámetros de la normatividad colombiana en términos de inocuidad. Los antocianos disminuyeron de manera significativa y el contenido de ácido ascórbico se incrementó durante la elaboración del jugo.

## PALABRAS CLAVE:

Fruto tropical, Tarapacá, Amazonia colombiana, antocianos, ácido ascórbico, turbidez.

## ABSTRACT

In the Putumayo river, exists one of the largest natural supplies of camu-camu, allowing a basic commerce of low income for the community along the Putumayo basin in which no type of added value has been observed. This study shows an alternative of local improvement in the Tarapacá region, Departamento de Amazonas (Colombia), in order to obtain transformed product keeping the biochemical sensorial and functional characteristics of the fruit. The fruits were collected in Tarapacá and transported in icopor boxes by plane to the agroindustrial laboratory of the Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi in Leticia, Amazonas, where unitarian selection, was-

hing, disinfection and scalded processes were carried out. The frozen pulp was sent to the pilot plant of ICTA, Institute of National University of Colombia – Bogotá headquarters. In order to separate the pulp an enzymatic treatment with Cytrozim Ultra® was performed, the treated pulp was disoluted in water (pulp: water, 2:7) and filtered by means of polyester membranes in order to obtain clarified juice. The microbiologic quality (inventory of coliforms, aeróbios mesofilos, fungi and yeast), as well as the physicochemical quality (ph, acidity, viscosity and soluble solids) of the products were evaluated, the same way of ascorbic acid and antocianic pigments were evaluated. The viscosity of the clarified juice improved as compared to the witness; ph characteristic acidity and soluble solids did not show any important differences with regards to the natural juices; the products microbiology complied with the standards of the colombian norms regarding innocuity. The antocianos diminished in a significative way and the content of ascorbic acid was incremented during the preparation of the juice.

## KEY WORDS:

Tropical Fruits, Tarapacá, Colombian Amazon, Anthocyanin Pigments, Ascorbic Acid, Turbidity

## INTRODUCCIÓN

El camu-camu tiene una importancia significativa como fuente de renta y alimento, para la población de la cuenca del río Putumayo (Bardales *et al.*, 2008); su composición química, lo hace atractivo para la elaboración de productos en las industrias de alimentos y farmacéutica. Su alto contenido de ácido ascórbico y los pigmentos antocianínicos lo constituyen como alimento funcional de importancia antioxidante. En Colombia, una de las mayores poblaciones naturales de camu-camu, se encuentra en las márgenes del río Putumayo, a una altura de aproximadamente de 100m sobre el nivel del mar. (Pinedo *et al.*, 2001).

En los últimos cinco años, han sido extraídas grandes cantidades de camu-camu con fines de exportación de la pulpa hacia los mercados de Japón, desde El Estrecho, sector peruano de la frontera con Colombia hasta la ciudad de Lima, sin que para las poblaciones

asociadas a la extracción se haya generado ningún beneficio económico

Entre las dificultades que tiene el fruto durante el procesamiento son la astringencia de la pulpa y la conservación de los compuestos antioxidantes, que se disminuyen por el uso de altas temperaturas. Las pérdidas del contenido de ácido ascórbico varían de acuerdo con el proceso y equipamientos empleados, sin embargo, en el procesamiento de la fruta aun se retiene un alto contenido de vitamina C, desde que la materia prima utilizada sea fuente de esta vitamina (Maia *et al.*, 2007). La degradación del ácido ascórbico en jugos de frutas puede ocurrir en condiciones aeróbicas o anaeróbicas, ambas favorecen la formación de pigmentos oscuros. La degradación tanto del ácido ascórbico como de los antocianos se debe a la acción de la luz y su estabilidad aumenta con la disminución de la temperatura (Perera & Baldwin, 2001).

En la industria de los alimentos, la utilización de procesos como la pasteurización para la preservación y el escaldado para la inactivación enzimática, influye significativamente en la degradación de pigmentos y nutrientes por el aumento de temperatura.

La tecnología de la filtración está siendo utilizada como una alternativa para la conservación de las características nutricionales y organolépticas de los productos alimenticios, dado que evita el uso de altas temperaturas con el propósito de inactivar microorganismos y enzimas que afectan de manera desfavorable la calidad del producto. La técnica es un proceso combinado de alta presión-temperatura, con previo tratamiento enzimático de la pulpa; tiene la ventaja de mejorar la textura de jugos ácidos y mermeladas, en algunos casos la presión utilizada por encima de 100MPa, permite la inactivación de enzimas y la conservación del sabor color del producto durante su almacenamiento (Hendrick *et al.*, 1998)

El presente trabajo tuvo como objetivo, evaluar la calidad fisicoquímica, bioquímica y microbiológica del jugo de camu-camu clarificado, por alta presión.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los frutos fueron colectados de poblaciones naturales del Río Putumayo en Tarapacá (Amazonas, Colombia) y

transportados en cajas de icopor previamente enfriadas con hielo seco por avión de Tarapacá al Laboratorio Agroindustrial de Frutos del Instituto Sinchi en Leticia (Amazonas, Colombia). El camu-camu se separó en tres lotes de aproximadamente 20 Kg de frutos, los dos primeros lotes fueron del inicio de la cosecha, mientras que el tercero del final de la misma y fueron identificados como lotes uno, dos y tres, respectivamente.

La materia prima fue acondicionada, seleccionada y clasificada. Los frutos se desinfectaron por inmersión en solución clorada a 100 ppm durante cinco minutos y lavados con agua potable por una vez para retirar las trazas de hipoclorito de sodio. En ensayos preliminares se establecieron condiciones de escaldado de acuerdo con lo citado por Maeda & Andrade (2003).

Los frutos fueron escaldados en agua a 75°C durante 15 minutos, para inactivar enzimas, inmediatamente fueron despulpados en una despulpadora horizontal con tamiz de 0,5 cm. La pulpa fue envasada en bolsas de polietileno de alta densidad con capacidad de 4 Kg, congelada y almacenada a -20 °C, luego transportada en cajas de icopor en condición ambiente desde Leticia a la planta piloto del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá Sede Bogotá.

## TRATAMIENTO ENZIMÁTICO

La pulpa fue descongelada y sometida a la enzima pectolítica, marca *Cytrozim Ultra*®, de acuerdo con las recomendaciones del proveedor, a una concentración de 70 ppm y una temperatura de incubación de 35°C durante 30 minutos. Para finalizar la acción de la enzima después del tiempo de incubación, la reacción se suspendió por inactivación, dejando la mezcla a 70°C por 5 minutos.

Con el fin de favorecer el proceso de filtración, la pulpa fue diluida en agua (relación 2:7 agua:pulpa), y fue filtrada con membranas de poliéster de porosidad de 30µm, en un equipo filtro prensa marca *Waukesh*, modelo 25, a 80 psi de presión, 20°C de temperatura y con velocidad inicial de 27,03 L·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>.

El pH, los sólidos solubles la acidez total titulable y el ácido ascórbico fueron medidos de acuerdo con los

métodos del AOAC y ajustados por Hernández *et al.* (2007) para otros frutos amazónicos. Las variables fueron medidas por triplicado y analizadas bajo un modelo completamente aleatorizado, de una vía con el paquete estadístico *Statistix 9*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 están indicados los resultados de los análisis físico-químicos de la pulpa y el jugo clarificado. La acidez ( $F_{1,16} = 1,6107$ ;  $p > 0,10$ ), pH ( $F_{1,4} = 7,6923$ ;  $p = 0,05$ ) y sólidos solubles ( $F_{1,10} = 0,0178$ ;  $p > 0,10$ ) no presentaron diferencias significativas.

La media de los valores de pH de la pulpa y del jugo clarificado, indica que es un producto ácido, cuya conservación, en cuanto a la calidad microbiológica se facilita, porque evita el crecimiento de microorganismos deteriorantes (Vera *et al.*, 2003).

El contenido de ácido ascórbico de la pulpa y del jugo clarificado de camu-camu presentó diferencias significativas. En la figura 1 se observa la variación de este contenido en los lotes uno, dos y tres. Se encontraron diferencias entre lotes de producción y entre la pulpa y el jugo clarificado. Los valores de ácido ascórbico de los jugos clarificados son superiores a los reportados en pulpa por Genovese *et al.* (2008) de 0,38% y en néctar por Maeda *et al.* (2006) de 0,01%. Se ha encontrado que en algunos casos, el procesamiento puede incidir favorablemente en la conservación o la síntesis de algunos compuestos funcionales como los compuestos flavonoides, sin embargo no hay antecedentes para el caso del camu-camu.

El contenido de antocianinas totales de la pulpa y del jugo clarificado de camu-camu fue inferior al reportado por Maeda *et al.* (2006), inclusive no hubo diferencias significativas entre los antocianos totales de la pulpa y del jugo clarificado en los lotes dos y tres de producción. La disminución apreciable del contenido de antocianos tanto de la pulpa como del jugo clarificado de camu-camu, pudo ser debida al tiempo de almacenamiento de la pulpa en condiciones de congelación, adicionalmente, en el medio ácido las antocianinas pueden agliconarse y dar como resultado la separación de azúcares que dan estabilidad al compuesto, tornándolo incoloro.

**TABLA I.** EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA PULPA Y DEL JUGO CLARIFICADO DE CAMU-CAMU (N=3)

Característica	Pulpa*	Jugo Clarificado*
pH	2,91 ± 0,04	2,86 ± 0,04
Sólidos solubles (°Brix)	5,52 ± 0,42	5,48 ± 0,45
Acidez titulable (% ácido cítrico)	1,71 ± 0,09	1,61 ± 0,21
Viscosidad (cp)	3,80 ± 0,28	1,25 ± 0,07
Antocianos (mg/100g)	0,33 ± 0,09	0,23 ± 0,04
Acido Ascórbico (%)	0,66 ± 0,19	1,13 ± 0,31

\*Media ± desviación estándar (base húmeda)

Por otro lado, existe un efecto desfavorable entre los pigmentos antociánicos y el alto contenido de ácido ascórbico. De Rosso y Mercadante (2007) encontraron que la presencia de ácido ascórbico en muestras de frutos de camu-camu, incide de manera negativa en la estabilidad de antocianos, por la degradación mutua de esta combinación al existir una reacción de condensación entre el ácido ascórbico y los antocianos. De acuerdo con Maeda *et al.* (2007) cuanto mayor es la concentración del ácido ascórbico en el sistema, mayor es la tasa de degradación de pigmentos antociánicos.

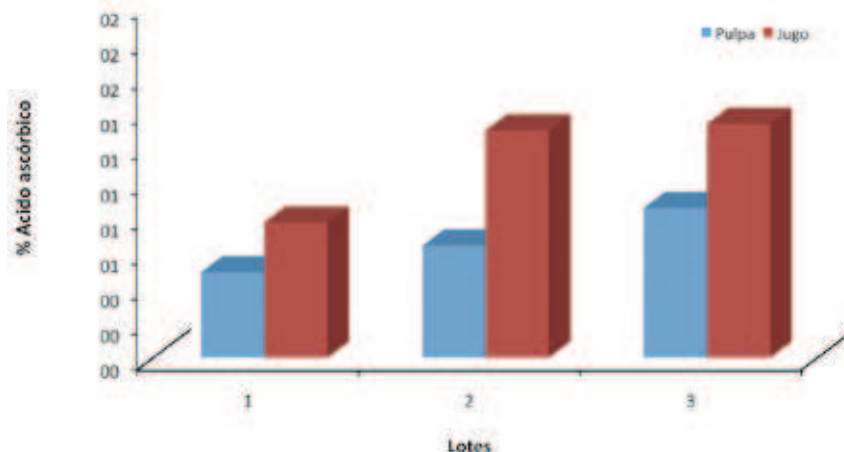
El tiempo y la temperatura son variables, que conjugadas afectan directamente la pérdida de pigmentos en la pulpas. En ensayos con uvas bajo condiciones de luz y oscuridad, el tiempo de almacenamiento fue más relevante que la temperatura de acuerdo con Morais *et al.* (2002) por la acción de la luminosidad a temperaturas de 24, 32 y 40°C, la concentración de los pigmentos disminuyó linealmente con apenas 14 días de almacenamiento y la degradación de los antocianos fue más

rápida a mayores temperaturas. Así mismo, en ensayos de pulpa de acerola, Arroxelas *et al.* (2002) observaron que la congelación de la pulpa promovió la reducción de los contenidos de antocianinas y flavonoides totales.

La viscosidad del jugo se redujo apreciablemente como se observa en la figura 2, disminuyendo en un 32,9% con relación a la viscosidad de la pulpa, la cual está asociada al número, tamaño y forma de las partículas en suspensión presentes en jugos y pulpas de frutas (Vasques, 2003), importante para el diseño de tuberías y bombas en sistemas de agitación y mezclado en procesos de obtención de pulpas, jugos o néctares (Da Silva *et al.*, 2005). En general, las partículas en suspensión son sólidos suspendidos causantes del efecto *fouling* como pectina, celulosa, hemicelulosas y ligninas (Jiratananon & Chanachi, 1996).

En la figura 2, también se puede apreciar el carácter pseudoplástico de la pulpa y del jugo clarificado de camu-camu por la linealidad entre la tensión de ci-

**FIGURA I.** VARIACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN LA PULPA Y EL JUGO CLARIFICADO VS. LOTES DE PRODUCCIÓN





zallamiento y la tasa de deformación, mostrando un comportamiento newtoniano para la pulpa y el jugo clarificado, lo cual es favorable como atributo de calidad del producto. Se verificó también que las inclinaciones de las curvas disminuyen con el aumento de la tasa de deformación, evidenciando la disminución de la viscosidad aparente con el aumento de la tasa de deformación, lo cual confirma el comportamiento pseudoplástico de la pulpa y del jugo clarificado de camu-camu. Los resultados de viscosidad también muestran que no existen diferencias significativas entre los lotes de producción, independientemente del producto: pulpa o jugo clarificado.

El flujo en el proceso de filtración fue afectado por la obstrucción en la membrana de filtrado, disminuyendo apreciablemente la retención de sólidos, lo cual afectó el rendimiento de obtención del jugo clarificado que fue de 33,89%, mientras que el rendimiento en el proceso de despulpado fue de 61,37%.

La calidad microbiológica de los productos, pulpa y jugo, presentados en la Tabla 2, cumple los parámetros

**TABLA 2.** MICROBIOLOGÍA DE LA PULPA Y DEL JUGO CLARIFICADO DE CAMU-CAMU

Recuento	Pulpa	Jugo
Mesófilos (UFC/g)	< 10 <sup>2</sup>	< 10 <sup>2</sup>
Hongos y levaduras (UFC/g)	< 10 <sup>2</sup>	< 10 <sup>2</sup>
Coliformes totales (NMP/g)	< 10	< 10
Coliformes fecales (NMP/g)	< 10	< 10

de la normatividad colombiana, Resolución No.7992, de 21 de julio de 1991 (Ministerio de Salud, 1991).

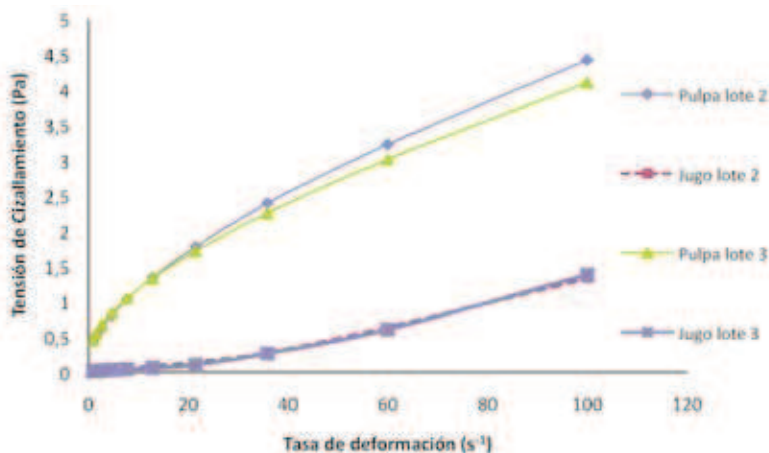
## CONCLUSIONES

La producción de jugo clarificado de camu-camu por el método de filtración por prensa bajo condiciones del filtro prensa Waukesha, presenta bajo rendimiento de proceso, que otros métodos de filtración por membrana, sin embargo, el método propuesto, mejora apreciablemente las características de viscosidad y mantiene el contenido de ácido ascórbico del producto final. La incorporación de tecnologías de punta en el procesamiento en sitio constituye un reto para el fortalecimiento del aprovechamiento de especies de la biodiversidad. La calidad del producto procesado es una sumatoria de las técnicas incluidas, así como de las buenas prácticas de manufactura que los emprendimientos tendrán que asumir en el tiempo para alcanzar un adecuado nivel de competitividad.

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Martha Quicazan del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-ICTA de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, por disponer del equipo técnico y equipos de la planta piloto de vegetales. A Marcela Carrillo y Juliana Cardona del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI en Bogotá por sus aportes en la caracterización de las antocianinas.

**FIGURA 2.** RELACIÓN ENTRE LA TENSIÓN DE CIZALLAMIENTO Y LA TASA DE DEFORMACIÓN DE LA PULPA Y EL JUGO DE CAMU-CAMU, CON DIFERENTES LOTES DE PRODUCCIÓN.



## BIBLIOGRAFÍA

- APHA. 2001. American public health Association Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington D.D. 676p.
- Arroxelas, V. L., De Almeida, E. M., Dos Santos, L. L., Da Silva, D. E. L. 2002. Polpa congelada de acerola: Efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóis totais. *Revista Brasileira Frutic.*, Jaboticabal-SP, v. 24, n. 3, p. 669-670.
- Bardales, X.I., Carrillo, M.P., Hernandez, M.S., Barrera, J.A., Fernandez-Trujillo, J.P. 2008. Camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*), a new option for productive systems in the Colombian Amazonian Region. *ISHS. Acta Hort.* 773.
- Da Silva, F. C. Guimarães, D. H. P.; Gasparetto, C. A. 2005. Reologia do suco de acerola: efeitos da concentração e temperatura. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.25, n1, p. 121-126.
- De Rosso, V. V.; Mercadante, A. Z. 2007. The high ascorbic acid content is the main cause of the low stability of anthocyanin extracts from acerola. *Food Chemistry*, v.103, p.935-943.
- Genovese, M. I.; Da Silva Pinto, A. E.; De Souza Schmidt, A. E.; Lajolo, F. M. 2008. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Exotic Fruits and Commercial Frozen Pulpes from Brazil. *Food Science and Technology International*, v. 14, n.3, p. 207-214.
- Haake. 2000. Haake Viscometers – Instruction Manual. Haake Mess-Technik GmbH Co.; W. Germany (Catalogo y hojas técnicas) s/p.
- Hernandez, M. S.; Martínez, O.; Fernández-Trujillo, J. P. 2007. Behavior of arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) fruit quality traits during growth, development and ripening. *Sci Hort.* 111 3:220-227
- Hendrickx, M., Ludikhuyze, L., Van Den Broeck, I., Weemaes, C. 1998. Effects of high pressure on enzymes related to food quality. *Trends in Food Science & Technology* 9. p. 197-203.
- Jiratananon, R., Chanachai, A. 1996. A study of fouling in the ultrafiltration of passion fruit juice. *Journal of Membrane Science*, 111, 39-48.
- Maeda, R.; Andrade, J. 2003. Aproveitamento do camu-camu para produção da bebida alcoólica fermentada. *Acta Amazônica*, 33 (3): 489-498.
- Maeda, R. N.; Pantoja, L; Yuyama, L. K.O.; Chaar, J. M. 2006. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 1, p. 70-74.
- Maeda, R. N., Pantoja, L, Yuyama, L. K. O., Chaar, J. M. 2007. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 2, p. 313-316.
- Maia, G.A, Sousa, P.E., Santos, G.M., Silva, D.S., Fernandes, A.G., Prado G.M. 2007. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 1, p. 130-134,.
- Ministerio de Salud de Colombia. Ley 09 de 1979 Resolución No. 7992 del 21 de julio de 1991. 1991. “Elaboración, cosección y comercialización de jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas edulcoradas y refrescos de frutas”.
- Morais, H., Ramos, C., Forga, E., Cserha, T., Oliviera, J. 2002. Influence of storage conditions on the stability of monomeric anthocyanins studied by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography B*, v.770, 297-301.
- Perera, C. O.; Baldwin, E. A. 2001. Biochemistry of fruits and its implications on processing. In: Artney, D.; Ashurt, P. R. (Eds.) *Fruit Processing: Nutrition, Product, Quality Management*. New York: AN ASPEN Publication, 2nd. p. 26-27.
- Pinedo, M., Riva, R., Rengifo, E., Delgado, C., Villacres, J., Gonzalez, A., Inga, H., Lopez, A., Farroñay, R., Vega, R., Linares, C. 2001. *Sistema de producción de camu-camu en Restinga*. Iquitos-Peru: IIAP, Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.
- Vasques, C. T. 2003. *Reologia do suco de goiaba: efeito da diluição e do tamanho de partícula*. 64f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis
- Vera, E. Ruales, J. Dornier, M., Sandeaux, J., Persin, F., Porcelly, Vaillante, F., Reynes, M. 2003. Comparison of different methods for deacidification of clarified passion fruit juice. *Journal of Food Engineering*, v. 59, p.361-367.
- Zannata, C. F., Cuevas, E., Bobbio, F. O.; Winterhalter, P., Mercadante, A. Z. 2005. Determination Of anthocyanins from camu –camu. *J. Agric. Food Chem.* 53 (24), 9531-9535