



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

FECHA DE PRESENTACIÓN	Marzo 2009
ESTACIÓN EXPERIMENTAL	Santa Catalina
DEPARTAMENTO	Departamento de Nutrición y Calidad
PROYECTO	Programa de Fortalecimiento Institucional Componente V: Plan e Investigaciones para Agroindustria, Energía y Nutrición.
RESULTADO	R 2: Investigar, desarrollar y optimizar procesos tecnológicos agroindustriales para la obtención de productos viables a diferentes escalas de procesadores en respuesta a la demanda del mercado actual y futuro.
ACTIVIDAD	Estudio de las condiciones óptimas para la obtención de jugo clarificado de arazá (<i>Eugenia stipitata</i>) mediante procesos enzimático y membranario.
UBICACIÓN	Provincia: Pichincha. Cantón: Mejía. Parroquia: Cutuglagua.
AUTOR	Egdo. Jorge Luis Laverde
COAUTOR	Ing. Beatriz Brito
COLABORADORES	Estación Experimental Central de la Amazonía: Ing. Yadira Vargas
FECHA DE INICIACIÓN	Marzo 2009
FECHA DE TERMINACIÓN	Diciembre 2009
PRESUPUESTO	USD 8.975,93
FUENTE DE FINANCIAMIENTO	INIAP 62 % Tesisista 38 %

I. ANTECEDENTES

Las frutas amazónicas fueron identificadas como una alternativa productiva desde mediados de la década de los años 80. en la cuenca Amazónica. Frutas tropicales tales como el arazá (*Eugenia stipitata*), son parte de la oferta de la gran diversidad presente en la región Amazónica y han ganado un nicho de mercado en la última década, pues en el contexto mundial el mercado de productos exóticos (frescos y procesados) ha crecido continuamente (Hernández, *et al.* 2007).

El arazá (*Eugenia stipitata*) se desarrolla en zonas con temperaturas medias mensuales entre 18 y 30° C. precipitaciones desde los 1.500 hasta los 4.000 mm/año y altitud hasta los 650 m. Se adapta en suelos francos y profundos, fértiles y con buen drenaje. La planta empieza a fructificar cuando tiene menos de un metro de alto, en su estado adulto puede llegar a tener una altura de hasta 7 m. Los frutos son bayas globosas, en su madurez la epidermis presentan una coloración amarilla dorada, están cubiertas de pubescencia fina, la pulpa es amarilla. El árbol carga cada tres meses, la cosecha es manual y se realiza cuando el fruto está en estado pintón, siendo muy perecible en su madurez comestible (López, 2004).

La comercialización del arazá se presenta básicamente en los mayores centros urbanos de la Amazonia Occidental, la información sobre producción y consumo en el Ecuador adolece de confiabilidad y no se encuentra actualizada. Supuestamente, en los frutales tropicales promisorios como es el caso del arazá, tiene alguna importancia para los mercados regionales y muchos de ellos no son conocidos por los consumidores de los principales centros urbanos del país ni de las regiones en donde se cultivan; por tal motivo, no aparecen en las estadísticas del subsector frutícola. Por otra parte, los países productores de arazá son todos aquellos pertenecientes a la cuenca amazónica donde existe esta fruta en forma silvestre o en pequeñas plantaciones (Hernández, *et al.* 2006).

Según la información entregada por el MAG en el último Censo Agropecuario del Ecuador, se registra para el cultivo de arazá 704 ha de superficie plantada a nivel nacional y aproximadamente 250 ha producida de forma silvestre y en sistemas agroforestales, en las provincias de Orellana, Sucumbíos, Napo, Pastaza y Morona. Es importante destacar que no existe la información para establecer las proyecciones o tendencias de la producción y la superficie plantada que existe en la actualidad, debido que son frutas exóticas y nuevas en el mercado (INEC, *et al.* 2002).

El arazá tiene 95% de humedad y bajo contenido de sodio y potasio. El contenido de vitamina A con 150 UI en 100 g de pulpa, puede suplir las necesidades diarias de una persona adulta. La cantidad de vitamina C no es constante en la pulpa de los frutos y depende del clon, condiciones edafoclimáticas predominantes en el ciclo del cultivo, manejo del cultivo y estado de maduración de los frutos, el valor promedio es de 100 mg/100 g de pulpa. El contenido de polifenoles en 100 gramos de pulpa es de 121 mg. Estos parámetros se relacionan con el valor de la actividad antioxidante total que posee esta fruta, siendo importante desde el punto de vista funcional, ya que los antioxidantes contenidos en las frutas juegan un papel importante en la prevención de enfermedades cardio-vasculares y ciertos tipos de cáncer, neutralizando los radicales libres del organismo, los mismos que producen reacciones oxidativas que causan la degeneración de las células (INIAP/SENACYT, 2009).

Este frutal despierta un considerable interés agroindustrial por las cualidades organolépticas del fruto y por la productividad de la planta. Su fruto succulento posee un aroma y sabor agradable, pudiendo ser consumido en forma de jugo, dulce, néctar, jalea, licor, yogurt, etc. En función de su aroma, sabor y, principalmente del alto rendimiento en pulpa, lo consideran ideal para combinar el jugo con otras frutas. Además de esto, debido a su característico aroma tiene un potencial para la utilización en la industria de perfumes (Villachica, *et al.* 1996). (Nascimento y Oliveira, 1999).

La industria alimentaria, se ha interesado siempre en ampliar nuevas tecnologías en la producción y conservación de alimentos con el objeto de aumentar la higiene, seguridad y vida útil, tratando de mantener un sabor natural. La pared celular de los vegetales está constituida principalmente por celulosa, hemicelulosa, pectina, lignina y una pequeña cantidad de proteínas (proteínas de estructura, enzimas), compuestos fenólicos, pigmentos, lípidos y minerales; los mismos que cumplen un rol importante para el funcionamiento de los procesos en la obtención de un producto mejorado (Vaillant, *et al.* 1999).

La microfiltración por membranas posee una gran gama de aplicaciones, tecnología que ha adquirido importancia en el procesamiento de alimentos en los últimos años. El principio de la microfiltración es la separación física, donde el tamaño del poro de la membrana determina hasta qué punto son eliminados los sólidos disueltos, la turbidez y los microorganismos. En este proceso los sólidos responsables de la colmatación rápida de las membranas son principalmente los polisacáridos provenientes de la pared vegetal de las frutas. El tratamiento enzimático previo con enzimas hidrolíticas ofrece una alternativa válida para superar inconvenientes en la obtención del jugo, debido a su alta consistencia, ya que las sustancias pécticas que están presentes en todos los tejidos de las plantas superiores como constituyentes de la pared celular, son los que le otorgan firmeza al fruto y se liberan en el despulpado (Binetti, *et al.* 2004). (Lenntech, 1998-2008).

2. JUSTIFICACIÓN

La gama de frutas que existen en la amazonia poseen ventajas competitivas, el arazá tiene virtudes no solo como fruta (aroma, color, sabor, textura, etc.) sino por la versatilidad del cultivo y el ámbito comercial. En la actualidad no existe un mercado totalmente explotado e industrializado; es aquí donde existe la oportunidad de satisfacer los nichos presentes y futuros, especialmente aprovechando la tendencia de consumir productos naturales exóticos que en la actualidad está vigente.

El arazá posee un alto contenido de humedad lo que contribuye al incremento de la tasa respiratoria e incide directamente en la alta percibibilidad, también los contenidos proteicos resultan moderadamente altos y pueden estar asociados a una alta tasa metabólica, con un importante nivel de actividad enzimática, además el transporte del fruto para el comercio en fresco es extremadamente difícil debido a que éste es altamente sensible a la pudrición. Esta fruta es bastante delicada, ablandándose con facilidad, siendo importante procesarla en forma de pulpa lo más rápido posible, para luego conservarla congelada o refrigerada hasta el momento de su comercialización.

El jugo clarificado obtenido por microfiltración tangencial reuniría las características exigidas por el consumidor actual, como son: sin adición de aditivos, inocuos, libre de contaminación alguna, sin residuos químicos y lo que es más importante un producto fresco y natural. A partir de este elaborado de arazá se podría manufacturar productos innovadores como bebidas hidratantes, refrescantes, entre otras. El proceso de clarificación es importante en la extracción del jugo, pues interviene para una mejor acidificación, recuperación de aromas, de ácidos orgánicos, vitaminas y la obtención de extractos de moléculas bioactivas, entre otros.

En esta investigación se pretende elevar el nivel de los seis ejes de valor que determinan el éxito de un producto agrícola en el mercado, que son: inocuidad, sensorial, nutricional, conveniencia, funcional y ética. Es así como podrán desarrollarse varios campos a plenitud, pues proporciona la información necesaria para la utilización de tecnologías como la enzimática y membranaria que permitan obtener productos innovadores de acuerdo a las tendencias actuales del mercado.

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

- Determinar las condiciones óptimas para la obtención de jugo clarificado de arazá (*Eugenia stipitata*) mediante la utilización de procesos enzimáticos y membranarios.

3.2. ESPECÍFICOS

- Extraer, purificar y caracterizar la pared celular del arazá (*Eugenia stipitata*) y seleccionar una preparación enzimática comercial para esta fruta.
- Determinar el mejor tratamiento enzimático para la pulpa de arazá: temperatura, tiempo y la concentración de la preparación enzimática comercial seleccionada.
- Optimizar las condiciones de trabajo y estudiar en continuo la micro filtración tangencial para la pulpa de arazá tratada enzimáticamente.
- Realizar un análisis económico del producto obtenido.

4. HIPOTESIS

H0: Los parámetros optimizados para la obtención del jugo clarificado de arazá por microfiltración tangencial no es eficiente.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. MATERIALES

Fruta: Pulpa de arazá (*Eugenia stipitata*) proveniente del clon 003.

Preparación enzimática comercial seleccionada

Equipos

- Equipos para extracción de fibra y proteína
- Equipo piloto de MFT y UFT
- Despulpadora
- Espectrofotómetro UV-VIS
- Cuarto de refrigeración y congelación
- Balanzas
- Centrífuga
- pH Metro
- Consistómetro
- Refractómetros
- Incubador-Agitador
- Cronómetro
- Placas agitadoras
- Medidor de turbidez
- Viscosímetros
- Medidor de Color

Materiales

- Pipetas
- Vasos de precipitación
- Tanques, gavetas, baldes plásticos
- Probetas
- Embudos
- Envases de vidrio y plástico
- Papel filtro y de aluminio
- Varillas de agitación
- Tubos de ensayo
- Cuchillos

5.2. METODOLOGÍA

La investigación se realizará en dos fases:

Fase I: Caracterizar la pared celular y seleccionar el cóctel enzimático comercial para el pretratamiento de la pulpa de arazá.

Fase II: Optimizar las condiciones de la micro filtración tangencial y el trabajo en continuo para la pulpa de arazá tratada enzimáticamente.

5.2.1 Características del sitio experimental

El presente estudio se desarrollará en los Laboratorios y el Área de Procesamiento de Frutas del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina INIAP, ubicada en la Parroquia Cutuglahua, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, con una altitud de 3050 m, la temperatura promedio es de 12° C, la humedad relativa del 79% y una precipitación anual de 1.400 mm (INIAP, 2002).

5.2.2 FASE I: Caracterizar la pared celular y seleccionar el cóctel enzimático comercial para el pre tratamiento de la pulpa de arazá.

La caracterización de la pared celular de arazá se realizará para seleccionar el cóctel enzimático comercial que solubilice la pulpa y así obtener mayores rendimientos, buscando de esta manera el tratamiento que proporcione los mejores resultados en cuanto a la disminución de la viscosidad y el menor porcentaje de sólidos insolubles en suspensión.

5.2.2.1 Factores de estudio

Concentraciones de cóctel enzimático seleccionado
Tiempo de enzimación

5.2.2.2 Tratamientos

Para la determinación de los tratamientos se plantea la utilización de un plan de experiencia esférico de 10 puntos, con 8 observaciones y 2 puntos centrales que permite obtener una mayor precisión, como se observa en el gráfico 1. Este plan servirá para optimizar la organización de las pruebas, obteniendo el máximo de información con el mínimo necesario de experiencias (Goupy, 1999).

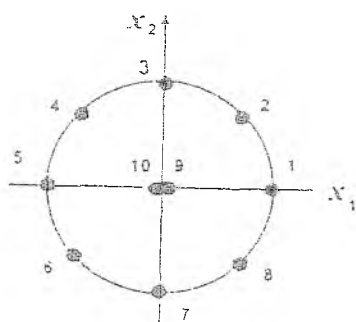


Gráfico 1. Disposición de los diez puntos experimentales entorno a la circunferencia

Del plan de experiencia se llegó a determinar los siguientes tratamientos:

Tratamientos	Concentración de enzima (ppm)	Tiempo (minutos)
T1	200	120
T2	310	100
T3	350	60
T4	310	20
T5	200	0
T6	90	20
T7	50	60
T8	90	100
T9	200	60
T10	200	60

5.2.2.3. Procedimiento

Diseño Experimental

Tipo de diseño: Se utilizará un diseño completamente al azar (DCA).

Número de observaciones: Tres.

Unidad experimental: Estará constituida por 5 kg de pulpa de arazá.

Análisis Estadístico: Para el análisis estadístico de los tratamientos planteados en el plan de experiencia, se utilizarán los programas estadísticos Sigma Plot® 2001, JMP® versión 5.1 y Statgraphics Plus 4.0.

Esquema del análisis de varianza:

ADEVA	
Fuente de variación	Grados de libertad
Total	29
Tratamientos	9
Error	20

Análisis Funcional: Se determinará el coeficiente de variación en porcentaje (CV %). Para los tratamientos se realizará la prueba de significación de Tukey al 5%.

Variables y métodos de evaluación

Sólidos Insolubles en Suspensión (% SIS): En la pulpa tratada enzimáticamente se medirá por diferencia de peso, luego de un proceso de centrifugación, 3500 rpm durante 15 minutos (A.O.A.C., 1998).

Viscosidad dinámica: En la pulpa tratada enzimáticamente se utilizará un viscosímetro Brookfield con un adaptador para muestras pequeñas (Alvarado, 1996).

Viscosidad cinemática: En el sobrenadante de la centrifugación se utilizará un viscosímetro Cannon-Fenske, a una temperatura de 25° C (Singh y Heldman, 2001), (Alvarado, 1996), (Perry y Cecil, 1986).

Consistencia: En la pulpa con y sin tratamiento enzimático se medirá en $\text{cm}\cdot\text{seg}^{-1}$ en un consistómetro Bostwick.

5.2.2.4. Métodos específicos de manejo del experimento

Obtención de la materia prima: Para el estudio se utilizará la pulpa de arazá del clon 003, cosechado en su estado de madurez comestible, la misma que será procesada en forma manual o mecánica, dependiendo de la cantidad cosechada de las huertas que se encuentran en la Granja Experimental San Carlos de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, en la provincia Francisco de Orellana.

Lugar y pruebas del ensayo: En la pulpa de arazá se realizará la extracción y caracterización de la pared celular, información que servirá para seleccionar el cóctel enzimático comercial que se utilizará en la enzimación de la pulpa.

Caracterización de la pared celular: En la pared celular extraída y purificada de la pulpa de arazá se analizará el contenido de hemicelulosa, celulosa, lignina, pectina, almidón, proteína, pectina soluble en agua.

Enzimación: Se realizará el proceso de enzimación a la pulpa con diferentes dosis del cóctel seleccionado, en un rango de 50 a 350 ppm, y entre 0 y 120 minutos, a 30°C. Luego se medirá la viscosidad dinámica y el % SIS, para cada uno de los tratamientos.

Se realizará los siguientes análisis a nivel experimental, en la pulpa tratada enzimáticamente y en el sobrenadante: viscosidad dinámica y cinemática, % SIS y consistencia.

5.2.3 FASE II: Optimizar las condiciones de la Micro Filtración Tangencial (MFT) y el trabajo en continuo, para la pulpa de arazá tratada enzimáticamente.

El tratamiento seleccionado en la Fase I se aplicará sobre la pulpa, para luego ser utilizada en la determinación de las condiciones de operación para la MFT en continuo, que genere un rendimiento que sea rentable a nivel industrial.

5.2.3.1. Factores en estudio:

Presión Transmembranaria (PTM)

P₁: 1 bar

P₂: 2 bar

P₃: 3 bar

Factor de Reducción Volumétrico (FRV) (adimensional)

F₁: 2

F₂: 4

F₃: 6

5.2.3.2. Tratamientos

Código	Tratamientos
T ₁	P ₁ F ₁
T ₂	P ₁ F ₂
T ₃	P ₁ F ₃
T ₄	P ₂ F ₁
T ₅	P ₂ F ₂
T ₆	P ₂ F ₃
T ₇	P ₃ F ₁
T ₈	P ₃ F ₂
T ₉	P ₃ F ₃

5.2.3.3. Procedimiento

Diseño experimental

Tipo de diseño: Se aplicará un diseño completamente al azar en arreglo factorial A x B.

Número de observaciones: Tres

Unidad Experimental: La unidad experimental estará constituida por un total de 50 litros de pulpa de arazá obtenida del mejor tratamiento enzimático de la Fase I.

Análisis Estadístico

Esquema del análisis de varianza de los tratamientos:

ADEVA	
Fuente de variación	Grados de libertad
Total	26
Factor A	2
Factor B	2
Factor A * Factor B	4
Error Experimental	8

Análisis funcional: Para los tratamientos se realizará el coeficiente de variación (CV %) y la prueba de significación de Tukey al 5 %.

Variables y métodos de evaluación

pH: En el permeado y retenido se medirá directamente utilizando un medidor de pH.

Sólidos Solubles: En el retenido y el permeado se medirán los Sólidos Solubles utilizando un refractómetro manual.

Sólidos Insolubles en Suspensión (% SIS): En el retenido: se medirá por diferencia de peso, luego de un proceso de centrifugación, 3.500 rpm durante 15 minutos (A.O.A.C., 1998).

Viscosidad cinemática: En el permeado se utilizará un viscosímetro Cannon-Fenske, a una temperatura de 25° C, se reportará en cSt (Singh y Heldman, 2001) (Alvarado, 1996) (Perry y Cecil, 1986).

Viscosidad dinámica: En el retenido se utilizará un viscosímetro rotacional Brookfield con un adaptador para muestras pequeñas, a una temperatura de 25° C, se reportará en cP (Alvarado, 1996).

Color: En el permeado y retenido se medirá directamente utilizando un medidor de color (Coloríec PCM/PSMTM) (Alvarado y Aguilera, 2001).

Turbidez: En el permeado y retenido se utilizará un fotómetro y se reportará en NTU (Manual Macherey – Nagel).

Pruebas sensoriales: se realizará con 12 catadores no entrenados para evaluar el aroma y sabor de la pulpa, en el permeado y retenido.

5.2.3.4. Métodos específicos de manejo del experimento

Obtención de la materia prima

En la fase II de la investigación, la materia prima del estudio será la pulpa obtenida del mejor tratamiento seleccionado en la Fase I.

Lugar y pruebas de ensayo

Se utilizará la pulpa tratada enzimáticamente de arazá en la determinación de las condiciones óptimas de operación para el equipo de microfiltración tangencial para la obtención del jugo clarificado. Trabajo que se realizará en los Laboratorios y el Área de Procesamiento de Frutas del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

Ensayo preliminar: Se realizará tres repeticiones al ensayo preliminar, hasta que el porcentaje de error sea menor al 10 %. Fijando la PTM en 1 bar, con una velocidad de flujo de 6 m.s^{-1} . Posterior al pretratamiento se procederá a microfiltrar la pulpa, se tomará los datos señalados en la tabla 1 cada cinco minutos, excepto el peso del permeado que se medirá cada 10 min.

Tabla 1. Registro de datos del ensayo de de micro filtración tangencial

Tiempo min	Vol. del permeado ml	Flujo del permeado $F_p \text{ (l h}^{-1}\text{)}$	Presión Entrada Bar	Presión Salida bar	Temper. °C	Peso del permeado g

Se calculará el flujo del permeado $J_p \text{ (l h}^{-1} \text{ m}^{-2}\text{)}$, dividiendo el flujo para el área de la membrana.

Se graficará la variación del flujo del permeado (J_p) y el factor de reducción volumétrica (FRV) en función del tiempo, lo que permitirá determinar el FRV y el J_p óptimo. El FRV será definido de acuerdo a la siguiente fórmula:
$$\text{FRV} = V_j / (V_j - V_p) \quad (\text{Cheryan, 1998})$$

V_j = Volumen total del jugo que ha alimentado todo el circuito

V_p = Volumen total del permeado recolectado

Micro filtración tangencial en continuo: Se procederá a clarificar la pulpa tratada enzimáticamente, cuando se alcance el FRV óptimo y el F_p correspondiente, se extraerá un volumen de retenido definido mediante la siguiente fórmula:
$$F_r = F_p / (\text{FRV} - 1) \quad (\text{Vaillant, et al. 1999})$$

F_r = Flujo del retenido

F_p = Flujo del permeado

FRV= Factor de reducción volumétrica

Cada 10 minutos se evaluará los siguientes parámetros:

En el Permeado: Sólidos Solubles, pH, viscosidad, densidad óptica

En el Retenido: Sólidos Solubles, pH, viscosidad, % SIS

Se registrará los parámetros señalados en la Tabla. 1

Se evaluará el rendimiento en la obtención del jugo clarificado de arazá en relación peso/peso, de acuerdo a las condiciones de operación optimizadas.

5.2.4 Análisis Económico

Se realizará un análisis de costos para la obtención del jugo clarificado de arazá a nivel de planta piloto, para ello se tomarán los costos directos y los costos indirectos que influyen en la elaboración del producto final.

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	2009											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1. Revisión bibliográfica, preparación de anteproyecto	■	■										
2. Aprobación en el INIAP y la EPN.			■									
3. Obtención de la pulpa y caracterización de la pared celular.			■	■								
4. Aplicación del tratamiento enzimático sobre la pulpa					■	■						
5. Interpretación de los resultados y selección del pretratamiento						■						
6. Ensayos preliminares para determinar la PTM y el FRV							■	■	■			
7. Determinación del rendimiento de MFT continua									■			
8. Interpretación de los resultados de la MFT										■	■	
9. Elaboración y revisión de la tesis.											■	■

7 PRESUPUESTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO \$	TOTAL \$
MANO DE OBRA				
Tesisista	Mes	10	323.85	3.238.50
INSUMOS Y MATERIALES				
REACTIVOS Y MATERIALES PROYECTO				
Lmpaques	Unidad	50	2.00	100.00
Cocineta a gas	Unidad	1	100.00	100.00
Plástico: baldes, gavetas, tanques	Unidad	6	20.00	120.00
Reactivos varios	Unidad	5	100.00	500.00
Enzimas puras: α amilasa, glucosa oxidasa, peroxidasa, amiloglucosidasa, ABTS	Unidad	5	100.00	500.00
Papel filtro, papel lana de vidrio, Tirillas RF para Vitamina C, material de vidrio, lana de vidrio.	Cajas	6	50.00	300.00
SERVICIOS PROYECTO				
Cosecha de la fruta	Unidad	6	30	180.00
Análisis de Laboratorio	Muestra	20	30.00	600.00
Servicio de correo aéreo	Unidad	15	10.00	150.00
Mantenimiento de equipo MFT	Unidad	1	300.00	300.00
EQUIPOS PROYECTO				
Compresor de aire	unidad	1	150.00	150.00
Licudadora	unidad	1	80.00	80.00
MOVILIZACIÓN PROYECTO				
Pasajes aéreos	Unidad	6	125.00	750.00
Viajes y Subsistencias	USD	6	135.00	780.00
Combustible	Galones	50	2.00	100.00
MATERIAL DE OFICINA PROYECTO				
Copias, empastado tesis, CD, papel hond, marcador, cuaderno, cintas masking, scotch, de embaaje	Unidad	20	15.00	300.00
Cartuchos de impresora color y negro	Unidad	2	50.00	100.00
OTROS PROYECTO				
Difusión y Capacitación	Eventos	2	100.00	200.00
SUBTOTAL				8.548.50
IMPREVISTOS (5%)				427.43
TOTAL				8.975.93
FUENTES DE FINANCIAMIENTO				
INIAP			62%	5.575.50
Tesisista			38%	3.400.43
		TOTAL \$	100 %	8.975.93

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J.; Aguilera, J. 2001. Métodos para medir propiedades físicas e industriales de alimentos. Madrid, EC, Acribia. p.157. 329.
- Alvarado, J.D. 1996. Principios de Ingeniería aplicados a alimentos. Ambato, EC, s.e. p. 204
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemist). 1998. Peer verified methods: Manual on policies and procedures. Arlington, US. Adaptado en el Departamento de Nutrición y Calidad de la E. E. Santa Catalina-INIAP, s.p.
- Binetti, A.G.; Bailo, N.B.; Reinheimer, J.A. 2004. Aplicaciones de la microfiltración en la industria láctea. Delta enfoque. p. 10-11. Sep-oct.
- Cheryan, M. 1998. Ultrafiltration and microfiltration. Handbook. Lancaster, Pennsylvania, US. TECHNOMIC. p. 293
- CSC Scientific Company, INC. Manufacturer and Distributor of Laboratory Equipment. Operating Instructions. Bostwick Consistometer.
- Goupy, J. 1999. Plans d'expériences pour surfaces de réponse. Paris, FR, DUNOUD. p. 3. 165-169.
- Hernández, M.S.; Barrera, J.A.; Carrillo, M.; Bardales, X.; Martínez, O.; Fernández, J.P. 2007. Manejo, uso y aprovechamiento de frutales nativos de la amazonia colombiana. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. (5). 493-503. Consultado 21 de octubre 2008. Disponible en <http://www.horticom.com/pd/imagenes/68/924/68924.pdf>
- Hernández, M.S.; Barrera, J.A.; Carrillo, M., 2006. Arazá. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogota, CO. S.e. p. 13
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) / MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) / SICA (Sistema de Integración Centroamérica). 2002. Censo Nacional Agropecuario 3: Resultados Nacionales y Provinciales. s.l., EC, s.e., s.p.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias EC). 2002. Fuente de conocimiento y tecnologías agropecuarias para la competitividad. s.l., EC, s.e. p. 29 (Publicación Miscelánea no 108)
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) / SENACYT (Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología). 2009. Informe del Proyecto (PIC 05-2006-2-002): "Aprovechamiento del potencial nutritivo y funcional de algunas frutas de la amazonía ecuatoriana": Informe Técnico Final. Quito, EC. 8 p.
- Lenntech. 1998-2008. Micro y ultrafiltración: Tecnología de membranas. Lenntech. Agua residual & purificación del aire Holding B.V. ES., NL., EU., CL., PE., AR.

Consultado octubre 13 2008. Disponible en <http://www.lenntech.com/cspanol/Micro-y-Ultra-Filtracion.htm>

López, I. 2004. Manual de indicadores técnicos y agronómicos de frutas tropicales y principales cultivos de la Región Amazónica ecuatoriana. Quito, EC. s.e., s.p.

Manual Color Tec PCM/PSMTM, adaptado en el Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP

Manual Fotómetro MACHEREY – NAGEL, adaptado en el Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina - INIAP

Nascimento Ferreira, S.A do: Oliveira Gentil, D.F. 1999. Arazá (*Eugenia stipitata*) Cultivo y utilización: Manual técnico. Trad. O Wachter, Ed.O Wachter. Manaus, BR. A & C Impresores. p. 8-65

Perry, R.; Cecil, H. 1986. Biblioteca del ingeniero químico. 5 ed. MX., Mc GRAW-HILL. p. 1-24, 3-273.

Singh, P.; Heldman, D. 2001. Introduction to food engineering, 3 ed. Londres, UK., ACADEMIC PRESS. p. 615.

Vaillant, F. ; Millán, A. ; Dornier, M. ; Decloux, M. 1999. La microfiltración tangencial de los jugos, una nueva estrategia. En: Simposio Internacional Aplicaciones de Tecnologías de Membranas en la Industria Agro-alimentaria Latinoamericana. Quito (EC). 13-15 Oct. 1999. Memorias. Quito, EC., GUIMAR. p. 39-52

Villachica, H.; Carvaiho, J. E. U.; Müller, C. H.; Diaz, C.; Almanza, M. 1996. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia. Lima, PE. Tratado de Cooperación Amazónica - Secretaría Pro-tempore. 367p.