

FECHA DE PRESENTACIÓN	Marzo 2008
ESTACIÓN EXPERIMENTAL	Santa Catalina
DEPARTAMENTO	Nutrición y Calidad
PROYECTO	<b>Título:</b> Aprovechamiento del potencial nutritivo y funcional de algunas frutas de la amazonia ecuatoriana.
RESULTADOS	<b>Resultado 2:</b> Se ha realizado la caracterización física – química – nutricional y funcional, en los clones de arazá ( <i>Eugenia stipitata</i> ), borojó ( <i>Borojoa patinoi</i> ) y copoazú ( <i>Theobroma grandiflorum</i> ). <b>Resultado 3:</b> Se estudiaron metodologías sencillas de transformación que permitan conservar el potencial nutritivo y funcional en las tres frutas.
ACTIVIDAD	<b>Ensayo:</b> Determinación del valor nutritivo y funcional de tres clones seleccionados de arazá ( <i>Eugenia stipitata</i> ) y seis de borojó ( <i>Borojoa patinoi</i> ), y optimización del proceso para la obtención de pulpas pasteurizadas, congeladas y liofilizadas.
UBICACIÓN	Estación Experimental Santa Catalina. Parroquia Cutuglagua. Provincia Pichincha.
AUTORES	Egdo. Daniel Toledo Romanienko Ing. Beatriz Brito Grandes
COLABORADORES	Ing. Nelly Paredes, INIAP-EEN Dr. Fabrice Vaillant, CIRAD-FLHOR Escuela Politécnica Nacional: Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria.
FECHA DE INICIACIÓN	Marzo 2008
FECHA DE TERMINACIÓN	Septiembre 2008
PRESUPUESTO	USD 9.743,00
FUENTE DE FINANCIAMIENTO	CEREPS: 66 % INIAP: 28 % TESISTA: 6 %

**Determinación del valor nutritivo y funcional de tres clones seleccionados de arazá (*Eugenia stipitata*) y seis de borojó (*Borojoa patinoi*), y optimización del proceso para la obtención de pulpas pasteurizadas, congeladas y liofilizadas.**

## **1. ANTECEDENTES**

El sector frutícola del Ecuador, es pionero en el aprovechamiento exitoso de la biodiversidad, aunque se ha concentrado mayoritariamente a las frutas tropicales de la costa. Sin embargo, con un mercado internacional dinamizado por los recientes descubrimientos sobre el efecto saludable de su consumo, el interés por las frutas biodiversas sub-utilizadas es grande y en este campo las frutas amazónicas tienen un alto potencial. Dada la importancia social de algunas frutas, se seleccionaron tres para el proyecto y para esta actividad se estudiarán dos, tomándose como referencia la priorización para las especies frutales nativas de la amazonía ecuatoriana, realizada en el Puyo durante un taller de coordinación en el que se reunieron representantes de todos los países amazónicos (Ruiz, 2003).

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 msnm. 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 y deprimidas y 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. Los rendimientos estimados de frutos frescos con una distancia de siembra de 4x4 m son de 4.500 kg/ha/año, el cual aumenta progresivamente desde el tercer año hasta que la planta alcanza su máximo desarrollo en el quinto año de producción (López, 2004).

El borojó (*Borojoa patinoi*) se encuentra de manera silvestre en zonas donde la precipitación media anual es mayor a 4.000 mm/año, con temperatura media de 28° C, humedad relativa del 85 % y en condiciones de sombra producidas por otras especies arbóreas. Se adapta bien a zonas hasta 1.200 msnm. Crece en suelos francos limosos, profundos, con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. El fruto, es una baya carnosa, puede ser periforme y generalmente achatado en el ápice, de color verde al principio y pardo al madurar. La pulpa está constituida por el mesocarpio y el endocarpio, sin separación aparente de la cáscara. El fruto fisiológicamente maduro es el que cae del árbol y se caracteriza por un color café oscuro, de olor perfumado y sabor agrio suave; los tejidos de la fruta son carnosos y untuosos, casi pegajosos y sin ningún tipo de endurecimiento. Se colectan del suelo, después de su caída natural, cuando ha completado su desarrollo fisiológico; en este estado, son muy perecibles. A distancias de 3x4 m (833 plantas/ha) bajo sistemas agroforestales, produce en promedio 10.000 frutos/ha, con un peso de 8 a 10 t/ha/año de fruta fresca (López, 2004).

Para estas frutas no existe estadísticas de su producción nacional, según los representantes del Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico del Ecuador, el Departamento Municipal de Desarrollo y Fomento Agropecuario, y la Federación de Organizaciones Campesinas del Orellana, quienes consideran importante manejar la agricultura con buenas prácticas, para implementar y manejar frutales bajo sistemas agroforestales, con tratamientos agro-ecológicos y orgánicos, y de esta manera mejorar la producción de alimentos sanos y de calidad; entidades como UDENOR y La Gamboina, les ayudan a canalizar el mercado de sus productos. Existe poca información de las características de calidad en materiales seleccionados, en algunos frutales considerados importantes dentro

de la farmacopea de los indígenas, y de esta manera aprovechar el conocimiento de sus beneficios con miras a la exportación o consumo interno (Proyecto Frutales Amznor, 2007).

Con base a un aumento de la demanda por alimentos más saludables, existe un interés comercial por las frutas, el consumidor es ahora sensibilizado a la noción de alimentos con alto poder antioxidante, ya que en ésta característica funcional, reside, como lo demuestran numerosos estudios científicos, el efecto positivo sobre la salud. Entre las más interesantes investigaciones, se encuentran las relacionadas al descubrimiento de un grupo de nutrientes que presentan efectos protectores contra la oxidación celular; estos compuestos que se encuentran en forma natural en las frutas y vegetales, actúan como antioxidante en el cuerpo protegiéndolo de la acción dañina de los radicales libres, que están involucrados en la mayoría de las enfermedades degenerativas. Los componentes que actúan como antioxidantes podrían ser los carotenoides, polifenoles, antocianinas, vitaminas, tocoferoles, calcio, selenio, entre otros; los cuales pueden actuar independientemente o en combinación como anticancerígenos o agentes cardio-protectores, por una variedad de mecanismos. Análisis de ésta índole no han sido reportados todavía en la literatura científica, ya que las metodologías de medición han sido desarrolladas recientemente (Meyer, A; Isaksen, A. 1995), (Charanjit, K; Harish, C. 2001), (Kaur, C; Kapoor, H. 2001).

Se conoce como pulpa al producto elaborado a partir de la fruta fresca que contienen elementos pastosos, trozos partidos y trozos mayores que no estén destinados al consumo directo, es una fuente de nutrientes más rica que el zumo. Se han desarrollado varias tecnologías para producir pulpas, considerando que las técnicas varían para cada fruta. El procesado de frutas implica necesariamente cambios estructurales importantes, por ejemplo troceado, reducción a puré, prensado, calentamiento y congelación, etc., que llevan consigo modificaciones de las características organolépticas. Existen diversos métodos de conservación de las frutas que permiten consumirlas durante periodos en los que no se dispone de ellas en estado fresco. (Arthey, 1997)

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Las frutas amazónicas se destacan por su potencial económico y nutricional, constituyéndose en importantes insumos para mejorar la seguridad alimentaria de la población amazónica, tanto rural como urbana. De ahí, la importancia de estudiar la composición física, química y funcional de la parte comestible en los clones seleccionados de arazá y borojó, por su mayor beneficio comercial, para potenciarlos durante el procesamiento y la conservación de la pulpa, ya que son la base para el desarrollo y aplicación de tecnologías innovadoras que permitan la búsqueda de nuevas formas de consumo de los productos derivados de ellas, a fin de satisfacer las exigencias del mercado, promoviéndose con un sustento científico su comercio.

Por lo general, los principales mercados son alejados de los centros de producción y los consumidores desean productos saludables, no perecederos, listos para su consumo, siendo importante evaluar metodologías de transformación que conserven al máximo el potencial nutricional y funcional. Poco se conoce sobre la degradación de los antioxidantes naturales como consecuencia del procesamiento; en este estudio se analizará el efecto de las metodologías tradicionales de procesamiento, como la pasteurización, congelamiento y liofilización, sobre el poder antioxidante en el producto final.

La posibilidad de procesar las frutas amazónicas como pulpas, que pueden comercializarse directamente o sirvan de materia prima para otras industrias, constituye una alternativa importante para posicionarse y ampliar el mercado, ya que la susceptibilidad a daño es menor y su manejo es menos exigente. Siendo importante el reconocimiento científico de la capacidad antioxidante, para confirmar su estatus de promisorias y transformar en una realidad su explotación comercial razonada, en beneficio de los agricultores de la región.

### 3. OBJETIVOS

#### General

- ❖ Determinar el potencial nutritivo y funcional de las pulpas de araza y borjón y optimizar los procesos para la obtención de pulpas altamente competitivas.

#### Específicos

- ❖ Caracterizar y seleccionar física – química – nutricional y funcional tres clones de arazá y seis de borjón, de la Colección del Banco de Germoplasma del INIAP, de acuerdo al mayor contenido de poder antioxidante total.
- ❖ Evaluar y determinar la conservación del potencial nutritivo y funcional, durante la pasteurización, congelamiento y liofilización, en un clon seleccionado de araza y borjón.
- ❖ Realizar el análisis económico, para establecer los costos de producción a escala de planta piloto para la pulpa pasteurizada, congelada y liofilizada, de arazá y borjón.

### 4. HIPÓTESIS:

H<sub>0</sub>: Los componentes nutritivos y funcionales no difieren entre los diferentes clones y procesos para arazá y borjón.

### 5. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 5.1 MATERIALES

##### 5.1.1 Materia Prima

Representan los frutos de los clones de:

Arazá: 001, 002 y 003

Borjón: 15-3, 17-4, 18-5, 20-6, 21-7, 24-8

##### 5.1.2 Equipos

- Despulpadora
- Cromatógrafo Líquido de Alta Resolución (HPLC)
- Liofilizador
- Espectrofotómetro UV-VIS
- Incubador-agitador
- Refrigeradora y congeladora
- Cuarto de Conservación
- Cuarto de Congelación
- Calentador agitador
- Balanzas
- Autoclave
- Centrifugas
- Estufas
- Baño ultrasonido
- pH Metro
- Penetrómetro manual
- Viscosímetro Brookfield
- Consistómetro
- Refractómetro
- Medidor de color
- Licuadora industrial
- Baño María
- Nonio o calibrador digital
- Agitador de tubos
- Mufla
- Cronómetros
- Termómetros
- Selladora por calor y al vacío
- Destilador, desmineralizador

##### 5.1.3 Materiales

- Material de vidrio, plástico y porcelana

## 5.2 METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos establecidos, la investigación se realizará en dos fases.

### 5.2.1 Características del sitio experimental

#### Ubicación Geográfica:

<b>Lugar:</b>	Estación Experimental Santa Catalina. Área de Procesamiento de Frutas del DNC
<b>Parroquia:</b>	Cutuglahua
<b>Cantón:</b>	Mejía
<b>Provincia:</b>	Pichincha
<b>Altitud:</b>	2.400 a 3 500 m
<b>Latitud:</b>	00°22` S
<b>Longitud:</b>	78°33` O
<b>T promedio:</b>	12° C
<b>Humedad Relativa:</b>	79 %
<b>Precipitación anual:</b>	1.400 mm

Fuente: INIAP 2002. Publicación Miscelánea número 108

#### FASE I

### 5.2.2 Caracterizar y seleccionar física – química – nutricional y funcional tres clones de arazá y seis de borojó, de la Colección del Banco de Germoplasma del INIAP, de acuerdo al mayor contenido de poder antioxidante total.

5.2.2.1 Factores de estudio: 3 clones de arazá y 6 clones de borojó.

#### 5.2.2.2 Unidad Experimental

La unidad experimental estará constituida por 20 frutos de cada cultivar, para cada una de las frutas. Se realizará tres observaciones.

#### 5.2.2.3 Análisis Estadístico

Se utilizará mediante medidas de tendencia central, como la media, desviación estándar y el coeficiente de variación.

#### 5.2.2.4 Manejo específico del experimento

Para el desarrollo de esta actividad, se utilizarán tres clones de arazá y seis de borojó, cosechados en el estado de madurez comestible, de la Colección de Frutales Amazónicos que posee el INIAP en la Granja San Carlos de la Estación Experimental Napo Payamino.

Se seleccionará un clon para cada especie de entre algunos cultivares, de acuerdo al mayor contenido de poder antioxidante total, la caracterización completa incluye determinaciones físicas en la fruta entera, físico-químicas en la pulpa de la fruta. Utilizándose las frutas en su estado de madurez comestible. Los análisis se realizarán en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP y el CIRAD los realizará en los Laboratorios del Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos en Costa Rica.

#### 5.2.2.5 Variables y métodos de evaluación

#### **Determinaciones Físicas: Fruta entera**

- Firmeza: Se medirá en kg-f la fuerza de penetración en la fruta utilizando un penetrómetro manual.
- Peso: En una balanza semi analítica se tomará el peso en gramos de la fruta entera fresca.
- Dimensión: Se medirá en centímetros usando un calibrador para medir el diámetro axial y ecuatorial (longitud y diámetro), obteniéndose la relación L/D
- Rendimientos: Se pesará en gramos la fruta entera, luego la pulpa, la cáscara y la semilla por separado, y así se podrá establecer las diferentes relaciones.

#### **Determinaciones Físico – Químicas: Pulpa de la fruta**

- pH: Se medirá directamente en la pulpa de la fruta licuada, utilizando un medidor de pH. (A.O.A.C., 1998)
- Acidez titulable: Se determinará en un peso de muestra conocido y llevado a un volumen fijo, se titulará con una solución de Hidróxido de Sodio estandarizada hasta un pH 8,2 correspondiente al indicador fenolftaleína. (A.O.A.C., 1998)
- Humedad: La humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa del calor en una estufa a 105 °C, la cual se reportará en porcentaje. (A.O.A.C., 1998)
- Cenizas: La muestra es incinerada en un horno o mufla a 600° C, previa precalcinación en placa calentadora, para eliminar todo el material orgánico. El material inorgánico que no se destruye se llama ceniza, reportadas en porcentaje. (A.O.A.C., 1998)
- Sólidos solubles: Se medirá como ° Brix utilizando un refractómetro manual. (A.O.A.C., 1998)
- Color externo e interno: Se utilizará un equipo marca ColorTec-PCMTM. El color se reportará en L (luminosidad), a (rojo+, verde -) y b (amarillo+, azul -). La escala de parámetros a y b se usará para calcular en ángulo Hue (H) y la Cromaticidad (C). (Alvarado, J.; Aguilera, J. 2001.) (Manual ColorTec PCM/PSMTM)
- Ácidos orgánicos: Se identificará y cuantificará por HPLC con un detector UV, los cuales son separados utilizando una columna cromatográfica Bio-Rad HPX-87H. (Caperos, J.; Girard, J.P.)
- Azúcares: Los azúcares serán identificados y cuantificados por HPLC con un detector de IR, los cuales son separados utilizando una columna amino NH3P, marca Shodex. (Caperos, J.; Girard, JP)
- Azúcares Totales: Se realizará una hidrólisis de los polisacáridos en medio ácido en caliente. La antrona reacciona con las hexosas y las aldopentosas para dar un complejo de color azul – verdoso, presentando un máximo de absorbancia a 625 nm. (Dubois, M.; Hamilton, J. 1956)
- Azúcares Reductores: Se basa en la reducción del ácido 3,5 dinitrosalisílico (DNS) a ácido 3-amino-5 nitrosalisílico por el grupo carbonilo libre de los azúcares reductores. El complejo formado es medido espectrofotométricamente a 540 nm. (Miller, G. 1959)
- Vitaminas: El método por HPLC se utilizará para cuantificar las siguientes vitaminas: A y C. Se contratará los servicios de los Laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.
- Minerales: Las cenizas de la muestra serán sometidas a una digestión ácida para luego ser diluidas a un volumen determinado. A continuación se realizará el análisis de macro elementos (calcio, magnesio, sodio y potasio) y micro elementos (cobre, hierro, manganeso y zinc) por espectrofotometría de absorción atómica de llama; y colorimetría para el fósforo (Fick, et al 1979). Para los metales pesados como el plomo, selenio y cadmio, se contratará los servicios de los Laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

- Polifenoles: Este método involucra la oxidación de los polifenoles con el reactivo Folin & Ciocalteu's Phenol, dando como resultado una reacción colorimétrica con el viraje de amarillo a azul, medido a 760 nm en un espectrofotómetro UV/VIS frente a una curva estándar de ácido gálico. (Slinkard and Singleton, 1977)
- Carotenoides totales: Se determinará espectrofotométricamente utilizando para los cálculos el coeficiente de extinción molar ( $\epsilon_{1\%}$ ) de los carotenoides de algunas frutas de similares características, así como por cromatografía líquida de alta resolución, HPLC. (Philip and Chen, 1988)
- Antocianinas: Se basa en la medición de la absorbancia a una máxima longitud de onda, de una dilución del jugo de fruta con un solvente ácido. (Rapisarda, et al 2000)
- Poder Antioxidante total: El poder antioxidante de las frutas será medido usando el método O.R.A.C. (Oxygen Radical Absorbance Capacity) mediante un ensayo automático medido en un espectrofluorómetro. Los resultados se reportarán como los micromoles equivalente de Trolox por gramo de muestra. (Wang, et al 1996). Se realizará en los Laboratorios del CITA en Costa Rica.

## FASE II

### 5.2.3 Evaluar y determinar la conservación del potencial nutritivo y funcional, durante la pasteurización, congelamiento y liofilización, en un clon seleccionado de arazá y borojó.

#### 5.2.3.1 Factores en estudio: Métodos de conservación.

#### 5.2.3.2 Tratamientos

Para la pasteurización se realizarán pruebas preliminares para establecer las condiciones óptimas de temperatura y tiempo.

Tratamientos	Descripción
T <sub>1</sub>	Pasteurización: condiciones óptimas de temperatura y tiempo
T <sub>2</sub>	Congelamiento: - 18° C
T <sub>3</sub>	Liofilización: - 44° C con presión de vacío de 21 bar

#### 5.2.3.3 Unidad Experimental

La unidad experimental estará constituida por 10 kg de pulpa del clon seleccionado de arazá y borojó. Se realizarán tres observaciones.

#### 5.2.3.4 Diseño experimental

Se utilizará un diseño completamente al azar con tres observaciones

#### 5.2.3.5 Análisis Estadístico

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	5
Tratamientos	2
Error	3

### 5.2.3.6 Análisis Funcional

Se determinará el Coeficiente de Variación en porcentaje (CV %). Para los tratamientos se realizará la Prueba de significación de Tukey al 5 %.

### 5.2.3.7 Variables y métodos de evaluación

Las variables a evaluarse son las siguientes: poder antioxidante total, vitamina A, vitamina C, polifenoles, antocianinas, carotenoides y color (descritos los métodos de evaluación, en la Fase I); así como el análisis microbiológico.

### 5.2.3.8 Manejo específico del experimento

Para los ensayos en las dos frutas, las pruebas de transformación y conservación se realizarán utilizando la infraestructura de la Planta Piloto Agroindustrial "La Gamboina" en el cantón Orellana, de la Provincia Francisco de Orellana; y en el Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina INIAP.

Se contratará los servicios de los Laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador para los análisis microbiológicos: índice de coliiformes totales, recuento de mohos y levaduras, recuento total de bacterias.

### 5.2.4 Análisis Económico

Se realizará un análisis económico para establecer los costos de producción a escala de planta piloto para la producción de pulpa pasteurizada, congelada y liofilizada de arazá y borojó. Se considerarán los costos de: materiales directos, maquinaria y equipos, utensilios, consumo de energía, suministros, mano de obra directa.

## 5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	2008						
	Enero Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.
1. Revisión bibliográfica, elaboración de anteproyecto. Aprobación en el INIAP y EPN.	XXXX	XX					
2. Estandarización de metodologías.		XXXX					
3. Caracterización físico – química y funcional de las dos frutas.		XX	XXXX	XX			
4. Metodologías de procesamiento y conservación de las frutas. Control de calidad.				X	XXXX	XXX	
5. Interpretación de resultados y análisis estadístico.			XX			XX	
6. Discusión de resultados.				XX		XXXX	
7. Elaboración y revisión de tesis.						XX	XX



## 7. PRESUPUESTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL \$
<b>MANO DE OBRA INIAP</b>				
Personal técnico y administrativo	mes	6	80.00	480.00
Tesisista con contrato (sin remuneración)	mes	6	100.00	600.00
<b>INSUMOS Y MATERIALES</b>				
<b>MATERIALES INIAP</b>				
Material de vidrio, plástico, porcelana	unidad	20	20.00	400.00
<b>EQUIPOS INIAP</b>				
Varios: computadora, impresora, espectrof. UV-VIS, cromatógrafo HPLC, congeladora, balanzas, centrifuga, baño maría, cronómetros, termómetros, cuarto de conservación, despulpador, viscosímetro Brookfield, homogenizador.	unidad	20	72.00	1.440.00
<b>REACTIVOS Y MATERIALES PROYECTO</b>				
Columnas para análisis en HPLC	unidad	1	200	200.00
Cocina	unidad	1	20.00	20.00
Gas doméstico	cilindro	4	2.00	8.00
Plástico: baldes, gavetas, tanques	unidad	10	10.00	100.00
Hipoclorito de Sodio	litro	10	1.00	10.00
Reactivos varios	unidad	10	50	500.00
<b>SERVICIOS PROYECTO</b>				
Análisis de Laboratorio	muestra	20	900	1.800.00
<b>EQUIPOS PROYECTO</b>				
Varios: cuarto de congelación, balanza, peachímetro, refractómetros.	unidad	6	400.00	2.400.00
<b>MOVILIZACIÓN PROYECTO</b>				
Vehículo	km	1.000	0.25	250.00
Viáticos y Subsistencias	USD \$	135	5.00	675.00
Combustible	galones	100	1.50	150.00
<b>MATERIAL DE OFICINA INIAP</b>				
Copias, empastado tesis	unidad	8	15.00	120.00
CD Rw	unidad	4	1.00	4.00
Papel bond	resmas	4	3.00	12.00
Cartucho de impresora	unidad	2	55.00	110.00
<b>SUBTOTAL</b>				9.279.00
<b>IMPREVISTOS (5%)</b>				464.00
<b>TOTAL</b>				9.743.00
<b>FUENTES DE FINANCIAMIENTO</b>				
Organización			Porcentaje aporte (%)	
CEREPS			66 %	6.419.00
INIAP			28 %	2.694.00
TESISTA			6 %	330.00
		<b>TOTAL \$</b>	100%	9.743.00

## 8. BIBLIOGRAFÍA

A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemist). EE.UU. 1998. Peer Verified Methods. Manual on policies and procedures. Arlington. U.S.A. Adaptado en los Laboratorios del DNyC de la EESC-INIAP.

Alvarado, J; Aguilera, J. 2001. Métodos para medir propiedades físicas e industriales de alimentos. España, Acribia, p.157, 329.

Arthey, D.; Ashurst P. 1997. Procesado de Frutas. Zaragoza, ES, Acribia, p. 147-148.

Caperos, J; Girard, J.P. Manual de Calidad del Laboratorio Cantonal Neichatel, Dosage d'acides organiques, de sucres et d'alcools par HPLC, Método MO EC 0520. Adaptado en los Laboratorios del DNyC de la EESC-INIAP.

Charanjit K; Harish, C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36:703 – 725.

Dubois, M; Hamilton, J. K. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* 28:300–356.

Flick, K; McDowell, L; Miles, P; Wilkinson, N; Funk, J; Conrad, J. 1979. Manual de Métodos de Análisis de Minerales para tejidos de planta y animales. Departamento de Ciencia Animal. 2 ed., EE.UU. Universidad de Florida. p 301-4.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), EC. 2002. Fuente de conocimiento y tecnologías agropecuarias para la competitividad. Publicación miscelánea número 108.

Kaur, C; Kapoor, H. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables - the millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*. 36:703-725.

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

Manual. ColorTec PCM/PSM™. 2002. Basic Instrument. User Manual. U.S.A.

Meyer, A; Isaksen, A. 1995. Application of enzymes as food antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*. 61:300–304.

Miller, G. L. 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Anal. Chem.* 31:426-428.

Philip, T; Chen, T. 1988. Development of a Method for the Quantitative Estimation of Provitamin A Carotenoids in Some Fruits. *Journal of Food Science*, 53:1703–1706.

Proyecto Frutales Amaznor, 2007. Cartilla técnica Frutales Amazónicos: establecimiento, manejo, producción, poscosecha, procesamiento y comercialización. Francisco de Orellana, EC. 32 p.

Rapisarda, P; Fanella, F; Maccarone, E. 2000. Reability of Analytical Methods for Determining Anthocyanins in Blood orange Juices. *Journal of Agricultural Food Chemistry* p 2.249 – 2.251.

Ruiz, L. 2003. Situación de la Cadena Productiva de las Frutas Amazónicas Ecuatorianas: productos, actores y procesos. En: Memorias del Taller de Coordinación y Planificación de frutas de la amazonía. CORPEI, ECORAE, Bolsa Amazonía, INIAP/GTZ-PAC GTZ-Proyecto Regional.

Slinkard, K; Singleton, V. 1977. Total Phenol Analysis: Automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vitic.* 28:49-55,

Wang, H; Cao, G; Prior, R. 1996. Total Antioxidant Capacity of Fruits. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, p:701- 705.