UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL ARAZA (*Eugenia stipitata)* EN POSTCOSECHA UTILIZANDO CERA VEGETAL"

TESIS

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORA

Johanna Elizabeth Racines Silva

DIRECTOR

Ing. Víctor Cerda

Puyo – Pastaza – Ecuador

2015

PRESENTACION DEL TEMA

"Determinación del tiempo de vida útil del arazá (*Eugenia stipitata*) en postcosecha utilizando cera natural.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Dra. Ana Chafla

PRESIDENTE

Dra. Elisa López Cosme

Ing. Paulina Echeverría

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios ser maravilloso que me dio fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible terminar, a la UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA, escuela de Ingeniería Agroindustrial por abrirme sus puertas y poder formarme como una profesional.

A mis padres mil gracias porque detrás de este logro están ustedes, su apoyo confianza y cariño, nada podría ser mejor: gracias por darme la oportunidad de hacer realidad este sueño compartido por alentarme a hacer lo que quiero y ser como soy. Que esta sea la recompensa a tantos años de entrega desvelos y apoyo los amo.

Johanna R.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

Para mis padres **German Racines** y **Luz Mélida Silva** por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles.

A mi hijo Mateo por ser mi tesoro y mi inspiración para culminar este sueño.

Y a todas las personas amigas y familiares que de una u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo.

Johanna R.

RESPONSABILIDAD

Yo, Johanna Elizabeth Racines Silva, con cédula de ciudadanía № 160046708-6, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el informe investigativo, bajo el tema: "DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL ARAZÁ (*Eugenia stipitata*) EN POSTCOSECHA UTILIZANDO CERA NATURAL.", así como también los contenidos presentados, ideas, análisis y síntesis de datos y resultados son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este trabajo de Investigación.

Puyo, 23 de diciembre del 2014

AUTOR

…….

Johanna Elizabeth Racines Silva

CI. 160046708-6

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 11
1.1. OBJETIVOS 13
1.1.1. Objetivo General 13
1.1.2. Objetivos Específicos 13
1.2. HIPÓTESIS 13
1.2.1. Hipótesis General 13
1.2.2. Hipótesis Específicas 13
2. REVISIÓN DE LITERATURA 14
2.1. CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA DE LAS FRUTAS 14
2.1.1. Respiración. 14
2.1.2. Evaluación del índice de respiración en algunos productos agrícolas. 16
2.1.3. Pérdida fisiológica de peso. 18
2.1.4. Ley de difusión de Fick. 18
2.1.5. Producción de volátiles en la maduración de las frutas. 20
2.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS FRUTAS 20
2.2.1. El color. 21
2.2.2. Sólidos solubles totales (SST), acidez y pH. 21
2.3. CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE LAS FRUTAS 22
2.4. CARACTERIZACIÓN NUTRACEÚTICA DE LAS FRUTAS 24
2.4.1. Vitamina C. 24
2.4.2. Capacidad antioxidante. 24
2.5. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE LAS FRUTAS 25
2.6. ARAZÁ (Eugenia Stipitata) 27
2.6.1. Origen y taxonomía 27
2.6.2. Características de la planta 28
2.7. MANEJO DEL CULTIVO Y CUIDADOS CULTURALES 29
2.7.1. Sistema de Propagación 29
2.7.2. Formación del vivero 30
2.7.3. Trasplante 30
2.7.4. Cosecha 30
2.8. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL. 31
2.9. MADURACIÓN DEL FRUTO DE ARAZÁ 32

2.9.1. Firmeza 33
2.9.2. Sólidos solubles SST 33
2.9.3. Acidez total tituláble, pH y la relación de madurez 33
2.10. MANEJO POS COSECHA 34
2.11. ALTERACIONES DE LA CALIDAD DEL ARAZÁ EN POS COSECHA 35
2.11.1. Antracnosis 35
2.11.2. Daño mecánico 35
2.11.3. Daños por frío 35
2.11.4. Ablandamiento 36
2.12.CONSERVACIÓN DEL ARAZÁ A DIFERENTES TEMPERATURAS 36
2.13. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN 37
2.13.1. Los principios de la conservación de alimentos 37
2.13.2. Refrigeración 39
2.13.3. Atmósfera Controlada. 41
2.13.4. Recubrimientos Comestibles 43
2.13.5. Componentes De Los Recubrimientos Comestibles Compuestos. 44
2.14. APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN EL ALMACENAMIENTO DE FRUTOS Y HORTALIZAS. 48
3. MATERIALES Y MÉTODOS 51
3.1. Localización y duración del experimento 51
3.2. MATERIALES Y EQUIPO 51
3.2.1. Materia Prima 51
3.2.2. Equipos tecnológicos: 52
3.2.3. Reactivos: 52
3.2.4. Material de vidrio y plástico 52
3.3. FACTOR DE ESTUDIO 53
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL 53
3.5. MEDICIONES EXPERIMENTALES 54
Análisis Económico. 55
Análisis Estadísticos. 56
3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO 56
3.6.1. Recepción de la materia prima 56
3.6.2. Recubrimiento de las muestras de arazá 57

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 59
4.1. ANÁLISIS EN LA MATERIA PRIMA. 59
4.1.1. Composición Bromatológica Del Arazá 59
4.1.2. Análisis físico químico de los frutos de arazá 62
- Potencial Hidrógeno pH. 62
- Grados brix 62
- Acidez tituláble. 64
- Pérdida de Peso 64
- Firmeza 64
- Contenido de ácido ascórbico 65
- Sólidos Solubles 66
4.1.3. Caracterización físico-química del arazá recubierto con ceras naturales. 66
4.2. ANALISIS ECONOMICOS 71
5. CONCLUSIONES. 73
6. RECOMENDACIONES. 74
7. RESUMEN 75
8. SUMMARY 76
9. BIBLIOGRAFIA 77
10. ANEXOS 83
- ANEXO 1 83
- ANEXO 2 85
- ANEXO 3 89
- ANEXO 4 91
- ANEXO 5 92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rendimiento de la cosecha.....31

Tabla 2: Composición química y nutricional.....31

Tabla 3: Localización del experimento.....51

Tabla 4: Esquemas de los factores en estudio y sus niveles.....53

Tabla 5: Esquema del experimento.....54

Tabla 6: Composición bromatológica del arazá a diferentes periodos de almacenamiento a temperatura ambiente..... 60

Tabla 7: Composición bromatológica del arazá a diferentes periodos de almacenamiento a temperatura de refrigeración.....61

Tabla 8: Análisis físico químico del arazá a diferentes periodos de almacenamiento a temperatura ambiente y de refrigeración.....63

Tabla 9: Caracterización físico-química del arazá recubierto con ceras vegetales a temperatura ambiente y de refrigeración.....68

Tabla 10: Relación beneficio – costo.....72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metabolismo general de la respiración.....14

Figura 2: Oxidación de la glucosa.....15

Figura 3: Comportamiento respiratorio de frutas climatéricas y no climatéricas.....16

Figura 4: Influencia de la temperatura en la respiración.....17

Figura 5: Disminución de la respiración en función de la temperatura.....17

Figura 6: Flujograma de proceso.....58

Figura 7: Composición bromatológica del arazá a diferentes periodos de almacenamiento a temperatura ambiente.....60

Figura 8: Composición bromatológica del arazá a diferentes días de almacenamiento a temperatura de refrigeración.....62

Figura 9: Parámetros físico químicos del arazá a diferentes días de almacenamiento a temperatura ambiente y de refrigeración.....66

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la acción de microorganismos que los contaminan o a reacciones enzimáticas todos los alimentos son aptos a sufrir daños en mayor o menor espacio de tiempo. El deterioro de los mismos ha sido una permanente preocupación e inspiración de investigaciones para el ser humano, esto con el objetivo de mantenerlos el mayor tiempo posible y certificar una buena disponibilidad de los mismos, por lo que se implantaron técnicas de preservación mismas que fueron realizadas por el hombre desde tiempos antiguos, dando paso a otras técnicas cada vez más sofisticados como son las conservas, congelados, alimentos al vacío, esterilizados, etc.

La horticultura y fruticultura en el Ecuador, ha crecido a partir de la década de los años 90, debido a que las prácticas alimenticias de la población han cambiado hacia un mayor consumo de frutas y hortalizas en su dieta diaria, así como exportaciones de algunas hortalizas como el brócoli, el espárrago y el palmito; y frutas como banano, mango, cacao; adicionalmente se está desarrollando la industrialización de algunos productos no tradicionales al mercado externo (AGRO, 2013)

La industria hortofrutícola actualmente presenta graves inconvenientes, pues tras la recolección, las frutas y hortalizas sufren un proceso acelerado de envejecimiento y degradación, caracterizado por un empeoramiento del estado físico (deshidratación, arrugamiento, cambio de color) unido a una pérdida de propiedades organolépticas y nutricionales debido al metabolismo del propio organismo (Debeaufort, 1998)

Aun cuando son pocos los productores que aplican técnicas avanzadas en el manejo pos cosecha en Ecuador, en los últimos años ha aumentado la tendencia para aplicar aditivos en los productos frutícolas. Entre todas las nuevas técnicas de aplicación básicas de pos cosecha, se destaca el encerado, que es una técnica de conservación frutícola muy utilizada por comercializadores, supermercados y exportadores a escala mundial (Del Valle, 1997)

La técnica de encerado se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento, generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento. Dichas soluciones formadoras del recubrimiento pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos. (Quintero, 2010)

El arazá es una especie frutal recientemente introducida al cultivo en algunos países de la cuenca amazónica. Esta fruta tiene un sabor exquisito, es muy aromática, fuertemente ácida, y con un alto valor nutricional, teniendo la desventaja de ser perecible y tender a sufrir daños acelerados durante su pos cosecha, por lo cual se han adelantado trabajos para establecer las condiciones que posibiliten una vida en anaquel adecuada, con el fin de mejorar la integración del fruto al mercado interno y proporcionar herramientas para llevarlo al mercado internacional. (Anda, 1999)

El objetivo de esta investigación es evaluar la influencia de la aplicación de cera vegetal comercial para prolongar la vida útil del arazá, logrando conservar sus características físico-químicas y organolépticas, con la finalidad de que esta fruta sea comercializada en óptimas condiciones.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

- Determinar el tiempo de vida útil del arazá (*Eugenia stipitata)* en post-cosecha utilizando cera vegetal.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características físico-químicas del arazá en su etapa de pos cosecha.
- Evaluar el efecto de recubrimiento de la cera carnauba y cera candelilla sobre el tiempo de vida útil del arazá a temperatura ambiente y de refrigeración.
- Realizar el análisis beneficio-costo en la conservación de la vida útil del arazá utilizando cera vegetal.

1.2. HIPÓTESIS

1.2.1. Hipótesis General

- La utilización de ceras vegetales alargarán el tiempo de vida útil del arazá conservando sus características físico químicas y organolépticas.

1.2.2. Hipótesis Específicas

- El recubrimiento con ceras vegetales no afectará las características físico químicas del arazá a temperatura de refrigeración y temperatura ambiente.
- Con la utilización de ceras vegetales en la conservación poscosecha del arazá se obtendrá una mayor relación beneficio costo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

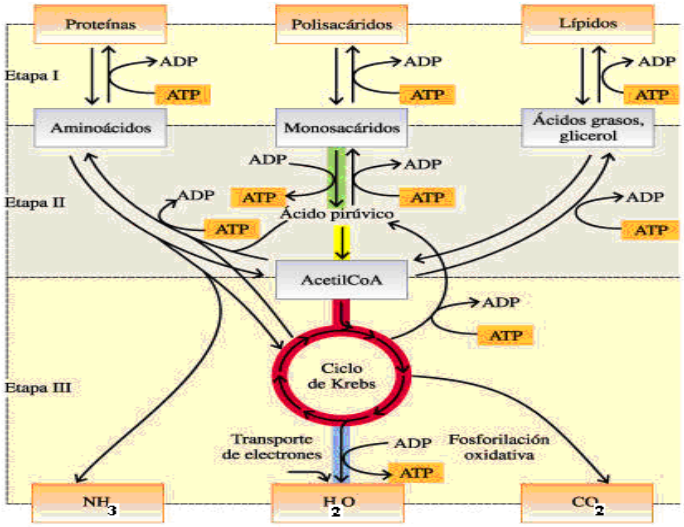
2.1. CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA DE LAS FRUTAS

Las frutas son estructuras vivas mismas que se mantienen así cuando están unidas a la planta y continúan estándolo después de la recolección. Cómo seres vivos respiran, transpiran y liberan etileno, considerada la hormona de la maduración. (Cara & Giovannoni, 2008)

2.1.1. Respiración.

La respiración es un proceso por el cual los metabolitos (carbohidratos, proteínas y lípidos) son transformados en formas más simples para proveer las demandas energéticas que requiere la fruta para su actividad funcional vital, así mismo, durante la respiración se produce la síntesis de otros metabolitos secundarios importantes y que cumplen el papel nutraceútico en las frutas. Las tres etapas principales de este complejo proceso se muestran en la Figura 1. (Salisbury, 1992)

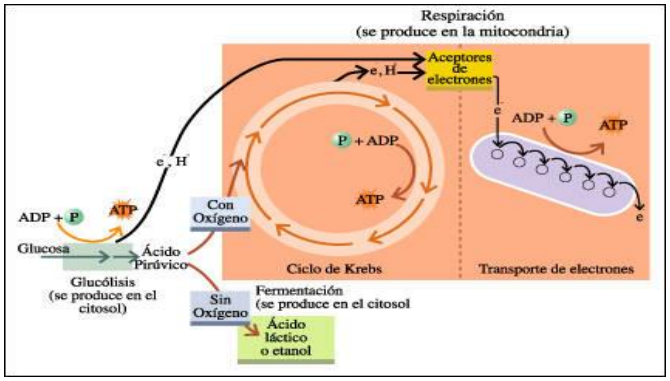
Figura 1. Metabolismo general de la respiración



Fuente: (Costa, 2008).

Aproximadamente el 40% de la energía libre desprendida por la oxidación de la glucosa se conserva en la conversión de Adenosín Difosfato (ADP) a Adenosin Trifosfato (ATP). En presencia de oxígeno, el ácido pirúvico entra en el ciclo de Krebs, donde se sintetiza más ATP y se transfieren más electrones y protones a las coenzimas. Estas coenzimas receptoras de electrones transfieren su carga a la cadena transportadora de electrones a lo largo de la cual, paso a paso, los electrones caen a niveles inferiores de energía. A medida que esto ocurre, se fabrica más ATP. (William & Daphne, 2002)

Figura 2 Oxidación de la glucosa.



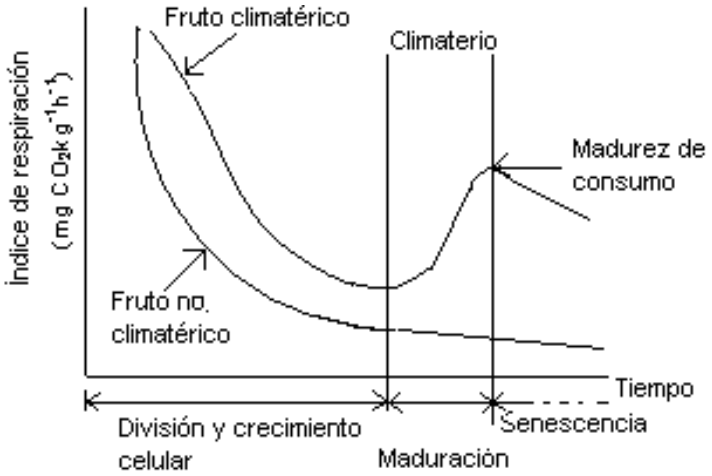
Fuente: (Costa, 2008)

De acuerdo al índice de respiración, definido cómo la tasa de producción de CO_2 por unidad de peso de fruta y por unidad de tiempo, y al comportamiento fisiológico en pos cosecha, las frutas se pueden clasificar cómo climatéricas y no climatéricas.

El CO_2 extra durante el período climatérico procede de la descarboxilación del ácido málico que transita directamente a ácido pirúvico para iniciar de nuevo el ciclo. Durante el período climatérico las frutas adquieren la madurez de consumo. (Salisbury, 1992)

La Figura 3 muestra el comportamiento típico de la respiración en frutas climatéricas y no climatéricas.

Figura 3. Comportamiento respiratorio de frutas climatéricas y no climatéricas

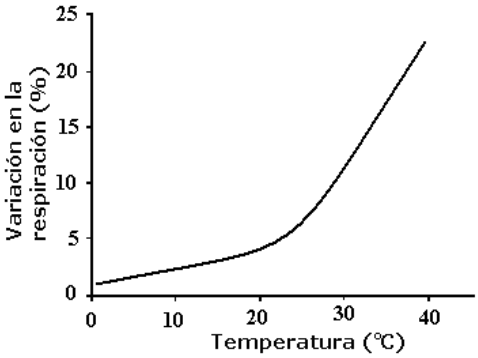


Fuente: (Planella, 1987)

2.1.2. Índice de respiración en algunos productos agrícolas.

Muchas investigaciones se han realizado para determinar el índice de respiración de los productos agrícolas, al igual que para clasificar los vegetales en cuanto a su comportamiento climatérico o no climatérico. Del mismo modo ha sido de interés evaluar la respiración durante la maduración de las frutas cómo índice de medida de la evolución de su vida útil en pos cosecha, como se puede observar en la Figura 4. (Xu, 2009)

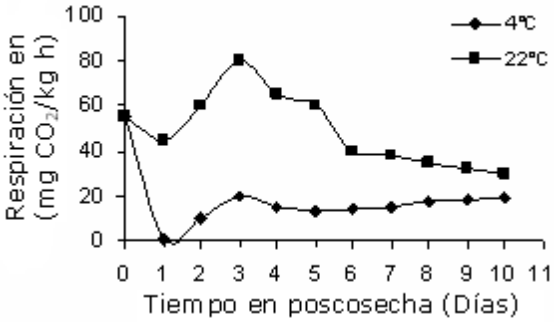
Figura 4. Influencia de la temperatura en la respiración



Fuente: (Hurni, 2008)

En la medida en que se pueda controlar la respiración, se aumenta la vida útil del vegetal; por lo tanto, muchos investigadores se han dedicado a explorar este campo, siendo la disminución de la temperatura de almacenamiento, el principal medio para reducir la tasa de respiración de los productos agrícolas. Ver Figura 5 (Portela, 2007)

Figura 5. Disminución de la respiración en función de la temperatura



Fuente: (Portela, 2007)

Además de la refrigeración cómo mecanismo de disminución de la tasa respiratoria, se han explorado algunas otras técnicas para reducir este proceso fisiológico en las frutas tales como, la

aplicación de recubrimientos o películas de poco impacto, algunas de ellas comestibles, habiéndose obtenido resultados favorables con el uso de estas últimas. (Márquez, 2009)

2.1.3. Pérdida fisiológica de peso.

La pérdida de peso está relacionada con la tasa de transpiración, que hace referencia a la difusión del agua y otras sustancias volátiles de las frutas, producto de la naturaleza de su metabolismo (respiración, transpiración). Los gases se difunden en el aire que rodea el vegetal, debido al movimiento de moléculas de zonas de mayor concentración a zonas de menor concentración, hasta que se alcanza la condición de equilibrio. Las estructuras a partir de las cuales ocurre este proceso son; los hidátodos, estomas, lenticelas y la cutícula. (Kader, 2002)

La pérdida de agua en forma de vapor y otras sustancias volátiles en las frutas se produce a través de la epidermis. Esta difusión metabólica de los gases es descrita por la primera ley de Fick, que establece que el flujo de un gas a través de una barrera de tejido es proporcional al gradiente de concentración. (Lammertyn, 2003)

2.1.4. Ley de difusión de Fick.

La velocidad a la cual una sustancia difunde a través de un área, depende no solamente del tamaño y forma de la molécula, sino también del gradiente de concentración de la sustancia. Lo cual quiere decir que a medida que disminuye la distancia, aumenta la velocidad de difusión.

El gradiente de difusión se expresa cómo - dc/dx, donde C es la concentración (mol•L) y x es la distancia (cm). Con dm/dt equivalente a la velocidad a la que m moles de soluto atraviesan la

barrera o plano de referencia, para el caso de las frutas correspondiente al área superficial (A), en un tiempo t (seg), se puede escribir la primera ley de Fick de acuerdo a la ecuación.

$$\frac{dm}{dt} = -D * A \frac{dc}{dx}$$

Donde:

dm/dt = Velocidad de difusión ($mol \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$)

D = Coeficiente de difusión, o tasa de difusión específica ($mol \cdot s^{-1}$).

A = Área superficial (cm^2)

dc/dx = Flujo ($mol \cdot L^{-1}$).

El coeficiente de difusión D, se puede calcular cómo función de la presión y la temperatura a partir de la ecuación

$$D = D_0 \left[\frac{T}{T_0}\right]^n \left[\frac{P}{P_0}\right]$$

Dónde:

D_0 = Difusividad a temperatura T_0 de 0°C y Presión P_0 de 1 atm

T = Temperatura del ambiente en °C + 273°K

P = Presión del ambiente (atm)

2.1.5. Producción de volátiles durante el estado de maduración de las frutas.

La maduración de las frutas, climatéricas y no climatéricas, así como la cascada de eventos que la caracterizan, es propia de cada especie y corresponde a un proceso complejo de degradación y construcción de nuevos compuestos controlado genéticamente. (Pérez, 2004)

Muchos de los cambios que se presentan durante la etapa de maduración o de pos cosecha en las frutas afectan de manera directa su vida útil, la calidad nutricional y sensorial, destacando la producción de sustancias volátiles algunas de ellas responsables del "Flavor" de las frutas, que las hacen apetecibles para el consumo y que la caracterizan e identifican. (Ornelas-Paz & Elhadi, 2008)

El aroma de las frutas es generalmente una mezcla compleja de un amplio número de compuestos volátiles; sin embargo, la mayor contribución a los aromas de las frutas la hacen los ésteres. Estos ésteres volátiles provienen de la esterificación del grupo hidroxilo de un ácido con alcohol, del cual se libera un ión proton H^+, ésta reacción es catalizada por la enzima alcohol acil transferasa (AAT). (Dudareva, 2006)

2.2. CARACTERISTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS FRUTOS

El conocimiento acerca de la evolución de las características físico-químicas en las frutas es de máxima importancia, ya que estos factores de la pos cosecha, determinan aspectos tan relevantes cómo, calidad sensorial, calidad comercial, calidad nutricional e índice de madurez. En general, los vegetales tipo frutas y hortalizas son de naturaleza compleja y poseen exclusivas cualidades en lo referente a patrón de crecimiento, color, forma, densidad aparente y real y composición. En

este último aspecto sobresalen diferentes ácidos y azúcares, normalmente expresados cómo concentración de sólidos solubles totales (SST), que también aportan, fitoquímicos o metabolitos secundarios de acción nutraceútica, los cuales evolucionan con los procesos de maduración. (Charley, 1991)

2.2.1. El color.

Es uno de los índices de madurez más relevante en frutas ya que constituye una medida rápida, funcional y muy práctica del estado de madurez. No obstante, se recomienda que esté acompañado, de por lo menos otras dos características físico-químicas. En general, se aplican técnicas sensoriales e instrumentales, siendo estas últimas de gran utilidad en el manejo en pos cosecha de frutas y hortalizas. (Planella, 1987).

Los cambios de color debidos a la maduración de las frutas, están relacionados con el metabolismo del vegetal, que se manifiesta con la degradación de algunos pigmentos y aparición o afloramiento de otros, lo cual es motivado por aspectos, genéticos de la especie, fenotípicos y ambientales. (Taiz & Zeiger, 2002)

En pos cosecha, los atributos de color cambian cómo consecuencia de la degradación de la clorofila y síntesis de otros metabolitos, cómo carotenoides y antocianinas, lo cual se debe a uno o varios procesos secuenciales, siendo los más relevantes los debidos al pH, procesos oxidativos y la acción de las enzimas, destacando las clorofilasas. (Bernal, 1992)

2.2.2. Acidez, pH y Sólidos solubles totales (SST)

Múltiples estudios han sido realizados para investigar los cambios ocurridos en las frutas durante su etapa de pos cosecha con respecto a la concentración de SST, ácidos orgánicos y el

pH, debido a que son aspectos muy relevantes en la calidad y aceptación del producto. (Alonso, Palou, & Del Río, 2007)

La principal reacción durante la maduración, para la síntesis de azúcares, es la hidrólisis del almidón a carbohidratos más simples del tipo disacáridos y monosacáridos, mediada por la acción de un paquete enzimático donde sobresale la acción de α y β amilasas. (Kader, 2002)

Durante la maduración de las frutas, la evolución de los azúcares es creciente, siendo este comportamiento más acentuado en productos climatéricos. (Nerd & Gutman, 1999)

La concentración total de azúcares ha sido evaluada por diversos investigadores durante la pos cosecha de los vegetales, utilizando comúnmente cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). (Tejecal, 2007)

Dentro del metabolismo de la maduración sobresale la síntesis de algunos ácidos orgánicos, siendo el cítrico, málico, ascórbico, oxálico, fumárico y tartárico, los más representativos. (Torres, 1995) Lo más normal es que las frutas muestren una ligera disminución en la acidez total durante este período a la vez que un ligero aumento en el pH.

Algunas frutas, presentan aumento de la concentración total de ácidos en su etapa de pos cosecha, y por lo tanto disminución del pH, dentro de ese atípico comportamiento se encuentran algunas especies de *Annonaceas.* (Gallo, 1997)

2.3. CARACTERISTICAS REOLÓGICA DE LOS FRUTOS

La reología es la ciencia que estudia la deformación de la materia, existiendo cuatro razones principales para su estudio; primero, contribuye al conocimiento de la estructura; segundo,

apoya el control de los procesos de elaboración; tercero, aporta las bases para el diseño y aplicación de máquinas y equipos, y por último, se relaciona de forma directa con la calidad y aceptación de los productos. (Muller, 1973)

Los materiales biológicos, cómo las frutas están sometidos, desde su cosecha y en las prácticas de manipulación, transporte y acondicionamiento (pos cosecha),a diversas condiciones de fuerzas o cargas aplicadas, las cuales pueden ocasionar gran daño mecánico y afectar su calidad y precio. Por tanto, identificar las magnitudes de esas cargas y esfuerzos resulta determinante, para mejorar las técnicas de empaque, transporte, manejo y control de daño mecánico, y así conservar su calidad. Los modelos reológicos pueden dar razón de ese comportamiento mecánico, al someter el producto a fuerzas de fractura, aplicando compresión en dirección transversal y longitudinal; considerando, que dicho comportamiento puede estar afectado por una combinación de múltiples factores o características físicas, químicas, térmicas y mecánicas a las cuales se encuentran sometidos los productos agrícolas y alimentos en general, que pueden considerarse materiales de ingeniería de naturaleza visco elástica y caracterizados por su anisotropía. (Abbott, 1996)

En los productos biológicos, cómo frutas y hortalizas, la respuesta a la imposición de diferentes cargas o esfuerzos es una información necesaria para el desarrollo de procesos mecanizados de cosecha, transporte, manejo en planta, control de calidad, requerimientos de empaque, almacenamiento, procesos de transformación y control de daño mecánico. (Stroshine, 1999)

Los materiales biológicos presentan un comportamiento visco elástico, es decir que dependiendo de las condiciones de carga a que sean sometidos, pueden exhibir un comportamiento combinado de líquido y sólido. (Oliveros, 1995)

La caracterización reológica para ser aplicada en alimentos, donde se destacan las pruebas de penetración y de compresión, las cuales tienen cómo uso fundamental, la medida de la deformación, firmeza y fractura del material. (Mouquet, 1995)

2.4. CARACTERISTICAS NUTRACEÚTICA DE LOS FRUTOS

Las frutas se enmarcan dentro del tipo de productos nutraceúticos y funcionales, es decir, son aquellos alimentos que además de satisfacer las necesidades biológicas, contribuyen decididamente para la buena salud (Jonesa, 2007)

Entre las propiedades nutraceúticas se destacan las siguientes:

2.4.1. Vitamina C.

La vitamina C o ácido ascórbico es uno de los principales indicadores nutricionales de las frutas, además de atribuírsele características o propiedades antioxidantes. Es una vitamina soluble en agua y muy termo sensible, considerada cómo el factor anti escorbuto. (Fisher & Hart, 1971)

El deterioro de la vitamina C en frutas se da en función de la temperatura y del contenido de humedad. (Fennema, 1993)

2.4.2. Contenido antioxidante.

Las frutas son importantes aportadores de fitoquímicos, los cuales poseen capacidad antioxidante, debido a compuestos cómo flavonoides, ácidos fenólicos, tocoferoles y carotenos,

entre otros. Los antioxidantes son compuestos usados en la industria de alimentos por su capacidad conservadora; además, retardan el desarrollo del olor rancio, disminuyen la posibilidad de generación de compuestos tóxicos, evitan la decoloración de los pigmentos, disminuyen la pérdida de valor nutricional causada por la degradación de los ácidos grasos esenciales y por la destrucción de las vitaminas A, E y D. (Addis, 1986).

La actividad antioxidante es usada como parámetro para caracterizar diferentes materiales vegetales. Esta se relaciona con compuestos capaces de proteger un sistema biológico del efecto potencialmente dañino de procesos que causan excesiva oxidación involucrando especies reactivas del oxígeno. (Strail & Klejdus, 2007)

2.5. CARACTERISTICAS SENSORIALES DE LOS FRUTOS

La evaluación sensorial de los alimentos incluidos las frutas, se ha definido cómo una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos de las personas hacia ciertas características de un alimento cómo son; sabor, olor, color y textura. El resultado de este complejo de sensaciones captadas e interpretadas son usadas para medir la calidad de los alimentos. (Ferratto & Mondito, 2006)

Dentro de los métodos utilizados para evaluar calidad se encuentran los siguientes:

• Métodos subjetivos; basados en el juicio humano.

• Escalas objetivas; basadas en instrumentos de medición.

Toda vez que la seguridad e higiene de un alimento está garantizada, lo satisfactorio de sus propiedades organolépticas pasa a ser el criterio más importante, y determina la elección y fidelidad del consumidor hacia un producto o marca. (Ferratto & Mondito, 2006)

Entre las diferentes pruebas el color es la única propiedad sensorial que se puede medir, de forma instrumental, hoy en día existen equipos cómo los texturómetros universales, que están orientados a determinar parámetros reológicos cómo la dureza, fibrosidad, harinosidad, adhesividad y jugosidad.

Existen otras evaluaciones instrumentales, de amplio uso, denominadas técnicas semi-objetivas, se incluyen dentro de este grupo a las cromatografías y las valoraciones físico-químicas y bioquímicas, indicadoras de la composición cualitativa del producto (vitaminas, elementos minerales, proteínas, ácidos, azúcares, colorantes, edulcorantes, etc.) que están íntimamente ligadas a las propiedades sensoriales y aceptabilidad del alimento (Engelen, 2007).

Todas estas técnicas pueden, en el mejor de los casos, llegar a tener una buena correlación en sus medidas con el juicio humano o sensorial, pero parece muy difícil por el momento, que puedan sustituir al ser humano. En última instancia son las personas las que deben valorar la calidad de un alimento, expresar la compleja apreciación sensorial y valorar su grado de satisfacción al ser degustado. (Engelen, 2007)

Dentro de las principales características sensoriales de los alimentos se destacan, el olor, captado por el sentido del olfato, ocasionado por las sustancias volátiles liberadas del producto; el color, percibido por el sentido de la vista, correspondiente a la luz reflejada por la superficie del alimento; el gusto, percibido por las papilas gustativas residentes en la lengua, las cuales se encargan de detectar según su ubicación, sabores amargos, dulces, salados y ácido (Anzaldúa, 1994)

La textura conforma la calidad sensorial y es el resultado de la acción de estímulos de distinta naturaleza. Esta característica es la más compleja de las propiedades físicas de los alimentos, y está definida por la suma de las fuerzas y sensaciones distintas al sabor, percibidas por la cavidad

bucal al masticar un alimento y transmitir un esfuerzo ocasionando una deformación. (Restrepo, 1995)

Al ser la textura un atributo sensorial, cómo en el caso del sabor, el olor y el aroma, el ser humano es el mejor juez, mediante los dedos, la palma de la mano, la lengua, las encías, la parte inferior de las mejillas, la garganta y el paladar. (Watts, 1992)

El análisis sensorial, se recomienda cuando se quiere analizar la calidad de un alimento. Por consiguiente en el caso de la maduración de las frutas esta propiedad debe ser evaluada durante la pos cosecha para lograr detectar los cambios de las características durante esta etapa y encontrar la madurez ideal o de consumo. (Konopacka, 2004)

La memoria juega un papel fundamental en la percepción de los alimentos ya que ésta habilita la comparación de los atributos sensoriales con la información almacenada, obtenida de experiencias previas con el mismo alimento o similar, recordando el sabor, aroma, textura y color. (Morin, 2009)

2.6. ARAZÁ (Eugenia Stipitata)

2.6.1. Origen y taxonomía

El arazá *Eugenia stipitata* es originario de la región amazónica occidental, comprendida entre los ríos Marañon y Ucayali y en las proximidades de Requena y el nacimiento del río Amazonas. La diversidad genética de esta especie se registra en el sudoeste de la Amazonía, encontrándose en estado silvestre Solamente en la Amazonía Occidental. (Donadio, 1995)

División: Fanerógama

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Myrtaceas

Familia: Myrtaceae

Género: *Eugenia*

Especie: *stipitata*

2.6.2. Características de la planta

2.6.2.1. La flor

La inflorescencia es una cima axilar simple de pedúnculo corto que presenta de uno a cinco botones florales, seis excepcionalmente. Está conformada por flores hermafroditas que presentan un cáliz constituido por 4 sépalos libres de aproximadamente 0.4 cm y color verde claro; una corola con 4 pétalos de 1.18 cm de longitud de color crema; un androceo con estambres libres, numerosos (más de 100), con una longitud promedio de 0.8 cm y anteras con dehiscencia lateral. (Gentil, 1999)

2.6.2.2. *El fruto*

Es una baya de forma esférica de 8 a 12 cm de diámetro, con superficie amarillo dorada en la madurez, cubierto de fina pubescencia, su pulpa es amarilla y ácida, con 5 a 15 semillas oblongas achatadas; en su estado semiduro presenta un color verdoso opaco. El peso promedio de los

frutos es de 200 g y en algunos casos se reportan de 500 g correspondiendo a la pulpa el 71% de peso del fruto la maduración se da entre los 70 y 80 días después del inicio de la floración

El peso promedio de la cáscara del fruto es de 12.3 g, de la pulpa 110 g. y de las semillas de 37.2 g. En promedio hay 13 semillas por fruto. Se observa que la variedad de formas de los frutos de Arazá, es amplia, en donde se evidencia gran diversidad en el rango de tamaño, encontrándose que la característica más heterogénea es la cantidad de semillas por fruto.

El peso de la pulpa, es importante a nivel agroindustrial, ya que oscila entre 75 y 125 g del peso del fruto, siendo esto un índice de aceptación para el procesamiento. Los frutos se producen durante todo el año, con cosecha de importancia cada dos meses. (Hernández, Barrera, & Fernández-Trujillo, 2007)

2.7. CUIDADOS CULTURALES Y MANEJO DEL CULTIVO

2.7.1. Sistema de Propagación

Se inicia con el despulpado manual de los mejores frutos bien maduros, con el fin de romper las semillas; luego hay que lavar y desinfectar con fungicidas las semillas para evitar contaminaciones en el secado.Finalmente se debe secar las semillas ya desinfectadas por 3 o 4 días, y por último se procede rápidamente a sembrar con el fin de mantener la viabilidad de las semillas. (AGRONET, 2008)

Las plantas permanecen en el vivero de 5 a 6 meses, hasta que alcancen los 50 a 60 cm de altura y comiencen a ramificarse. Este es el momento para realizar el trasplante al lugar definitivo. (AGRONET, 2008)

2.7.2. Formación del vivero

Se inicia con la preparación de la tierra que debe ser suelta, de preferencia arena gruesa, compost y fertilizante químico. Después se procede al enfundado de la tierra, en fundas de platico negras, luego e coloca una semilla en el centro de la funda a 2cm de profundidad. La semilla se demora de 10 a 15 días en germinar, según la humedad y temperatura ambiental. (AGRONET, 2008)

Las plantas permanecen en el vivero de 5 a 6 meses, hasta cuando alcancen los 50 a 60 cm de altura y comiencen a ramificarse. Este es el momento para realizar el trasplante al lugar definitivo. (PROEXANT, 2005)

2.7.3. Trasplante

El trasplante puede realizarse en cualquier época del año, siempre que exista suficiente riego. Se debe procurar que la planta quede en el centro del hoyo, luego se procede a retirar la funda totalmente y a rellenar el hoyo con la tierra que salió al momento de realizar el hoyado (PROEXANT, 2005)

2.7.4. Cosecha

El color del fruto es un indicativo de su estado para la recolección.

Aproximadamente a la novena semana de edad y cuando presenta una coloración verde mate, se puede cosechar. Una vez el fruto es retirado del árbol continúa el proceso de maduración hasta cuando está apto para su consumo, alcanzando una coloración amarillo intenso. Otro índice fisiológico confiable para el momento de la cosecha del fruto se encuentra en su completo desarrollo, lo cual sucede, aproximadamente a las nueve semanas de edad y llega al peso y

tamaño recomendables para su recolección (Galvis, 1993). En la Tabla 1 se puede encontrar el rendimiento de la cosecha de arazá que comienza en el tercer año estabilizándose a partir del quinto año.

Tabla 1: Rendimiento de la cosecha.

Años (desde siembra)	3	4	5	6
Rendimiento (TM/ha)	18	36	48	54

Fuente: (PROEXANT, 2005)

2.8. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL.

La pulpa del fruto presenta excelentes propiedades organolépticas, que le confieren un sabor y aroma característicos. Además, tienen un alto contenido de agua, proteína, carbohidratos y fibras, y un considerable contenido de vitaminas y sales minerales (Tabla 2), (Andrade, 1989)

Tabla 2: Composición química y nutricional.

Componente	**Pinedo et al. (1981)**	**Aguiar (1983)**	**Pezo (1984)**	**Andrade et al. (1989)**
Agua (g)	90,0	90,00	94,30	93,70
proteína (g)	1,00	0,60	0,60	-
Carbohidratos (g)	7,00	8.90	4,60	-
Fibra (g)	0.60	-	0,40	-
Cenizas (g)	0,50	0,30	0,10	-
Humedad (g)	85,90	-	-	88.92

Nitrógeno (mg)	152.70	-	-	-
Fosforo (mg)	9,00	-	-	-
Potasio (mg)	215,30	-	-	-
Magnesio (mg)	19,30	-	-	-
Calcio (mg)	10,30	-	-	-
Vitamina A (ug)	7,80	-	-	-
Pectina (g)	-	-	0,20	-
Ph	2,50	2,50	2,00	3,40
Solidos solubles	-	-	4,00	4,00
Acidez titulable (ac.cit)	2,79	2,88	-	2,02

Fuente: (do Nascimento, 1999)

2.9. MADURACIÓN DEL ARAZÁ

La maduración es la transición entre el crecimiento, el desarrollo y la senescencia e involucra cambios de apariencia, sabor y textura que se encuentran regulados genéticamente. Los cambios de color se asocian principalmente al cambio de color verde a amarillo o rojo, debido a la degradación de la clorofila, responsable del color verde y la aparición de otros colores. (Hernández, Barrera, & Fernández-Trujillo, 2007)

Los cambios de sabor están asociados al aumento de azúcares, producto de la hidrólisis de almidón y/o síntesis de sacarosa, síntesis de compuestos volátiles, disminución de taninos y oxidación de ácidos que se consumen como reservas del fruto en el proceso de respiración durante la maduración como es el caso de la guayaba. (Mercado Silva & Bautista, 1998)

El ablandamiento en frutos es una consecuencia de la degradación de la estructura de pared celular y en especial a alteraciones en el turgor y el metabolismo de la pared celular. La hidrólisis de la protopectina en fracciones más pequeñas e hidrosolubles que son los (ácidos pépticos)

contribuye al ablandamiento durante el proceso de maduración y es generalmente común a todas las especies. El ablandamiento se convierte en una limitante de comercialización (Wills, 1998)

2.9.1. Firmeza

Los frutos de Arazá en su fase de recolección (estado de madurez 2) poseen una firmeza entre 30 a 35 Newtons, la cual disminuye durante la maduración a valores alrededor de 20 Newtons. Esto puede deberse en parte, a una baja cantidad de materia seca (Hernández, Barrera, & Fernández-Trujillo, 2007).

2.9.2. Sólidos solubles SST

Es una indicación aproximada del contenido de azúcares de las frutas y pueden ser utilizados como indicadores de maduración.

El contenido de SST en la pulpa de Arazá suele ser inferior al 6%. La baja concentración de SST podría estar relacionada con una baja reserva de almidón en el Arazá. (Hernández, Barrera, & Fernández-Trujillo, 2007)

2.9.3. Relación de madurez, pH y Acidez total tituláble.

El pH del fruto de Arazá aumenta durante su maduración. Este comportamiento resulta inverso a la acidez total tituláble de la fruta (AT) que disminuye. El ácido málico que es el ácido predominante en la fruta disminuye a 200 nmH+.L-1, mientras que el pH aumenta a 3 unidades. Los ácidos orgánicos son respirados como parte de la reserva energética del fruto, con lo cual, la

acidez disminuye durante la maduración y sobre todo en frutos en los cuales las reservas de polisacáridos son limitadas, como es el caso del Arazá.

El índice sólidos solubles/acidez o índice de madurez aumenta de manera directa en los frutos de Arazá durante su maduración. El índice de madurez tanto para consumo como para proceso debe ser estar alrededor de 3. Por su parte para la recolección se recomienda un índice de madurez inferior a 1.5. (Hernández, Barrera, & Fernández-Trujillo, 2007)

2.10. MANEJO POS COSECHA

La fruta que viene del campo y no es clasificada inmediatamente debe almacenarse en un lugar fresco, preferentemente en cuartos fríos con temperaturas de 5 a 10 °C, por un periodo máximo de 20 días. (Galvis, 1993)

El fruto continúa el proceso fisiológico y madura después de cosechado, pero el recolectado maduro tiene más aroma. Luego de cosechados debe almacenarse en cajas de hasta tres hileras de frutos cada una y transportarse con cuidado, para evitar la deformación. (CONCOPE, 2009)

La selección se realiza durante la cosecha o en la mesa de clasificación. Las frutas se clasifican por su tamaño, el diámetro promedio es de 7,6 cm y el peso promedio es de 200 g. De acuerdo a estas características se pueden clasificar en:

- Fancy (no cumple voluntariamente con los requisitos anteriores)
- Extra (diámetro 7cm, peso 200g, coloración ligeramente amarilla)
- Especial (diámetro 8 cm, peso 230g,coloración amarilla)

En cualquier caso la fruta debe estar sin magulladuras o daños por hongos insectos o manipuleo. (PROEXANT, 2005)

2.11. DAÑOS DE LA CALIDAD DEL ARAZÁ EN POS COSECHA

Los siguientes daños o alteraciones se han identificado en los frutos de arazá durante las diferentes etapas de su cadena de comercialización:

2.11.1. Antracnosis

Patógeno identificado en los frutos de Arazá, causado por *Gloeosporium* sp que posiblemente se inicia en los primeros estados de crecimiento del fruto y se desarrolla en el periodo de pos recolección. (Gallo, 1997)

2.11.2. Daño mecánico

Daños causados por impactos provocados por el movimiento de los frutos desde el lugar de procedencia en el campo hasta el centro de acopio y/o industria, incluyendo las etapas de almacenamiento y manipulación hasta su destino final.

2.11.3. Daños por frío

Son daños fisiológicos característicos de frutos tropicales expuestos a temperaturas inferiores a 10-13ºC y superiores a la de congelación. Se caracteriza por debilitamiento de los tejidos a causa de su incapacidad de llevar a cabo los procesos metabólicos normales (Carmona, 2001)

Esta sensibilidad depende del tiempo de exposición y dificulta el manejo de pos cosecha y el almacenamiento de los productos, ya que la refrigeración es la forma más común de extender la vida útil de los productos perecederos (Hernández M. S., 2007)

2.11.4. Ablandamiento

Es un proceso integral de la maduración de casi todos los frutos y tiene una inmensa importancia porque la vida comercial de los productos se ve limitada por éste. La principal consecuencia del ablandamiento son los daños durante la manipulación y un incremento en la susceptibilidad a enfermedades (Hernández M. S., 2007)

2.12. CONSERVACIÓN DEL ARAZÁ A DIFERENTES TEMPERATURAS

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI ha realizado ensayos de simulación de almacenamiento de frutos de Arazá a temperaturas de 7 y 12ºC, comparándolos con frutos a 20ºC (control). Los diversos efectos del almacenamiento de los frutos de Arazá son presentados a continuación:

- La firmeza de los frutos de Arazá disminuye durante el período de pos cosecha.
- La temperatura de refrigeración retrasa el cambio, sin embargo, la firmeza de la pulpa disminuye de 40 a 10 N en el almacenamiento a 12°C.
- A 7°C se presentan síntomas de incapacidad para madurar, es posible que daños por frío internos contribuyan a un mantenimiento anormal de la firmeza. (Galvis, 1993)

- Durante la maduración del fruto, el pH de la pulpa aumenta, siendo mucho más evidente en frutos mantenidos a 20°C y de una manera un poco más lenta en frutos refrigerados. De manera inversa la Acidez Titulable (AT) disminuye.
- En los frutos a 7°C, la acidez aumenta en un 13%. (Hernández G. , 2002)

  Dicho comportamiento puede estar asociado con lesiones por el frío que se desarrollan a esta temperatura. (Hernández G. , 2002)

2.13. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN

2.13.1. Los principios de la conservación de alimentos

La preservación de alimentos puede definirse como el conjunto de tratamientos que prolonga la vida útil de aquéllos, manteniendo, en el mayor grado posible, sus atributos de calidad, incluyendo color, textura, sabor y especialmente valor nutritivo.

Esta definición involucra una amplia escala de tiempos de conservación, desde períodos cortos, dados por métodos domésticos de cocción y almacenaje en frío, hasta períodos muy prolongados, dados por procesos industriales estrictamente controlados como la conservería, los congelados y los deshidratados (Brody, 2003)

Si se considera la estabilidad microbiana, los métodos de preservación por un período corto como la refrigeración, son inadecuados después de algunos días o semanas de acuerdo a la materia prima, puesto que se produce un desarrollo microbiano acelerado.

La preservación de frutas y hortalizas está dada por la utilización integral o parcial de la materia prima. En algunos casos se necesita agregar durante el proceso un medio de empaque, como jarabe o salmuera, y en otros se usa la materia prima sola sin agregados, como en los congelados. La materia prima puede transformarse, formularse en forma diferente, dependiendo del producto que se desea obtener, por ejemplo, hortalizas en salsa, sopas, jaleas, encurtidos (pickles) y jugos. ((Brody, 2003)

Para una misma materia prima se pueden considerar diversas posibilidades de proceso, las que originarán distintos productos. Es así como en el caso de la piña, por ejemplo, se puede obtener conservas en rodajas o tiras; pulpas o jugos, todos a partir de la misma materia prima.

En forma general, los métodos de conservación se pueden clasificar en tres tipos:

2.13.1.1. Métodos de preservación por períodos cortos

Entre los métodos de conservación por periodos cortos tenemos los siguientes:

- Almacenaje refrigerado con atmósfera modificada
- Refrigeración
- Condiciones especiales de almacenaje
- Tratamientos químicos superficiales
- Sistemas de embalaje que involucran modificación de atmósfera

2.13.1.2. Métodos de preservación por acción química

Los métodos de preservación por acción química tenemos varios en los que se destacan los siguientes:

- Uso de aditivos químicos para control microbiano
- Preservación con azúcar
- Adición de anhídrido sulfuroso
- Conservación por fermentación y salado
- Tratamiento con ácidos (adición de vinagre)

2.13.1.3. Métodos de preservación por tratamientos físicos

Los métodos de preservación por tratamientos físicos tenemos:

- Uso de radiaciones ionizantes
- Uso de altas temperaturas
- Uso de bajas temperaturas

La mayoría de estos métodos involucra una combinación de técnicas. Por ejemplo, existe una combinación entre congelación y deshidratación y conservas, pasteurización y fermentación. Además de la necesidad de contar con envases y embalajes adecuados que aseguren la protección del alimento contra microorganismos

A continuación detallamos alguno de los métodos antes expuestos:

2.13.2. Refrigeración

El propósito de la refrigeración de las frutas es proporcionar al consumidor un producto frutícola muy parecido al fresco con una vida útil prolongada y al mismo tiempo garantizar, la seguridad de los mismos, manteniendo una sólida calidad nutritiva y sensorial. (Salsamendi, 2013)

Considera que “Una fruta u hortaliza no refrigerada generalmente se deteriora rápidamente y pronto tiene muy poco valor alimenticio para el hombre”. Sin embargo para (Plank., 1984) “si frutas y hortalizas similares son conservadas temporalmente en almacenamiento frío, los procesos vitales son retardados, pero el resultado neto es un período mayor en el que el alimento es aceptable para que lo coma el hombre” (Desrosier, 1976)

El frío actúa de modo directo sobre los dos tipos generales de causas de descomposición y deterioro:

- Sobre los productos fisiológicos del producto es decir, sobre las reacciones bioquímicas normales o anormales que integran el proceso metabólico global y característico de cada producto. Por tanto el frío actúa sobre el ritmo y tasa de procesos generales como la respiración, germinación y descomposición natural definitiva de cada fruta u hortaliza fresca.
- Sobre los procesos fisiológicos de los parásitos, esto es, sobre la acción deteriorisante de los microorganismos presentes en la superficie o en el interior del producto y de cada unidad, parásitos y patógenos que par su normal subsistencia y multiplicación compiten por los principales nutritivos que constituye cada fruta u hortaliza. (Desrosier, 1976)

Las frutas y hortalizas son organismos vivos que deben mantenerse como tal durante el almacenamiento. Con la refrigeración de esos productos se consigue aminorar drásticamente. (Casp & Abril, 2003)

- El desarrollo de microorganismo.
- Sus pérdidas de peso por transpiración

- Su intensidad respiratoria
- Su producción de etileno

2.13.3. Atmósfera Controlada.

La atmósfera controlada es una técnica frigorífica de conservación en la que se interviene modificando la composición gaseosa de la atmósfera en una cámara en frigo conservación, en la que se realiza un control de regulación de las variables físicas del ambiente (temperatura, humedad y circulación del aire). Se entiende como atmósfera controlada (AC) la conservación de un producto hortofrutícola, generalmente, en una atmósfera empobrecida en oxígeno (O2) y enriquecida en carbónico (CO2). En este caso, la composición del aire se ajusta de forma precisa a los requerimientos del producto envasado, manteniéndose constante durante todo el proceso. (Casp & Abril, 2003)

Esta técnica asociada al frío, disminuye las pérdidas por podredumbre. La acción de esta técnica sobre la respiración de los frutos es mucho más importante que la acción de las bajas temperaturas.

Esta atmósfera controlada ralentiza las reacciones bioquímicas provocando una mayor lentitud en la respiración, retrasando la maduración, estando el fruto en condiciones latentes, con la posibilidad de una reactivación vegetativa una vez puesto el fruto en aire atmosférico normal. (Casp & Abril, 2003)

2.13.3.1. Ventajas e inconvenientes de la atmósfera controlada.

a) Ventajas:

- Reducción de alteraciones y podredumbres típicas del frío, de la conservación frigorífica a 0º C, ya que permite elevar temperaturas.
- Prolongación del periodo óptimo de la conservación entre un 40 y 60 %, respecto de la conservación en atmósfera normal.
- Mayor resistencia del producto después de la conservación en cuanto al reinicio del metabolismo.
- Efecto fungicida debido a la elevada concentración de CO2.
- Reducción de fisiopatías.
- Reducción de las mermas por peso.
- Permite el empleo de temperaturas elevadas, necesitando menos frigorías respecto al frío Normal.
- Se reduce el calor de respiración del fruto como consecuencia de la mínima intensidad respiratoria debido al bajo contenido en O2 y la elevada concentración de CO2.

b) Inconvenientes:

- Nuevas fisiopatías y desórdenes propios de la AC.
- Inversión inicial elevada.
- Mantener la adecuada composición de la atmósfera.
- Limitaciones de apertura de la cámara.
- Necesidad de un instrumental tecnológico elevado para su control.

- Aumento de la problemática de incompatibilidades entre variedades a consecuencia de las diferentes condiciones de conservación.

2.13.4. Recubrimientos Comestibles

El uso de los recubrimientos comestibles se remonta al siglo XII en China, donde se usaba las ceras para recubrir los frutos cítricos. A partir de 1930 se observó una renovación con el uso de ceras a base de parafinas para la conservación de naranjas. (Castro Parra, 2013)

Los recubrimientos comestibles a base de cera carnauba y candelilla dieron paso al uso de goma laca, la cual fue el compuesto más utilizado ya que proporcionaba brillo. Luego aparecieron los recubrimientos comestibles que se caracterizaron por su funcionalidad. (Zahuten, 2003)

Propiedades:

Las propiedades funcionales de los recubrimientos comestibles que favorecen a los productos sobre los que se aplican dependen de la naturaleza de sus componentes y de las interacciones entre estos, y pueden ser las siguientes. (McHug, 2009)

- Facilitan la incorporación de aditivos al alimento como: conservantes, aromatizantes, vitaminas, minerales, antioxidantes y colorantes.
- Reduce la transmisión de gases (O2, N2, CO2) lo que disminuye la TR y controla la oxidación de los compuestos (deterioro del fruto).
- Disminuyen la perdida de humedad y por ende la pérdida de peso.
- Favorecen la integridad de la superficie del alimento, protegiendo de las abrasiones.
- Controla migración de gases y aceite.
- Controlan la perdida de compuestos volátiles relacionados al olor y aroma.

- Forman una capa de atmosfera modificada en el interior del fruto.
- Disminuyen la incidencia de microorganismos (hongos, bacterias etc.) durante el almacenamiento.
- Mejoran la apariencia (color, brillo, transparencia) del fruto recubierto.

2.13.5. Composición De Los Recubrimientos Comestibles Compuestos.

Los recubrimientos comestibles compuestos pueden estar constituidos por polisacáridos, proteínas, ceras, gomas emulsionantes, plastificantes, antimicrobianas y componentes nutricionales. Estos compuestos son de fuentes agrícolas, marinas o de subproductos industriales. Poseen propiedades específicas (hidrofóbicas, hidrofilicas, brillo, nutricionales, etc.) que son integradas en el recubrimiento comestible compuesto del que forman parte, dependiendo de las características que desean obtener. Las propiedades del recubrimiento comestible compuesto dependen por lo tanto de la composición, la naturaleza de sus componentes y la estructura final que se obtenga de la formulación. (Han, 2005)

Las dos biomoléculas que sirven de base en la elaboración de los recubrimientos comestibles son los polisacáridos y proteínas denominados hidrocoloides, que se usan como matriz de soporte, los lípidos. Estos dos tipos de compuestos se usan por separado o combinados con el objetivo de integrar sus propiedades.

Además de las dos biomoléculas se encuentran las resinas, emulsionantes y plastificantes que favorecen las propiedades e integridad de las emulsiones (mezcla de hidrocoloides y lípidos). (Matinez, 2003)

Existen otros compuestos que se añaden a los recubrimientos como son: los plastificantes, emulsionantes, antimicrobianos, antioxidantes, compuestos nutricionales, saborizantes y colorantes que proporcionan calidad, estabilidad y protección al alimento. (Lin & Zhao, 2007)

2.13.5.1. Polisacáridos

Los polisacáridos son una barrera para el O2 y CO2, pero son permeables al vapor de agua debido a su carácter hidrofilico, por lo cual deben combinarse con resinas y ceras. Por otra parte estos compuestos favorecen las propiedades mecánicas de los recubrimientos comestibles compuestos. (Rong, 2003)

Algunos de los polisacáridos más utilizados son: almidón y sus derivados, los derivados de celulosa (hidroxipropilcelulosa), alginato, carregenina, pectina, pectosano, almidones (Graut, 2011)

Los derivados de celulosa como el HPMC pueden ser disueltos en soluciones acuosas o etanol, produciendo películas solubles en agua o hidrofóbicas. (Lin & Zhao, 2007)

- **Cera de Candelilla**

Químicamente las ceras son ésteres de ácidos grasos y alcoholes superiores. La cera de candelilla se extrae de la planta silvestre *Euphorbia antysyphilitica*, en su forma cruda. Es de color café y cambia a un color amarillo claro una vez refinada; es de estructura amorfa y su dureza es de un grado intermedio entre la de la cera de carnauba y la de abeja.

La proporción de sus componentes determina la dureza, impermeabilidad al agua, brillo y otras características propias de la cera. Una de las principales ventajas de la cera de candelilla en el uso de recubrimientos para frutos u hortalizas es su alta permeabilidad al O2 y CO2 lo que

permite que los productos cubiertos posean adecuados niveles internos de O2 y de CO2, lo que reduce la tendencia al desarrollo de sabores extraños. (Cabello, 2013)

- **Cera Carnauba**

Al igual que la candelilla, es de origen vegetal, se obtiene de las hojas de un árbol de palma conocido como Copernica Cerífera que también está llamado el "Árbol de Vida". Esta palma de Carnauba de lento-crecimiento florece en las regiones nororientales del Brasil, alcanzando una altura de 25-35 pies. Prolifera a lo largo de los ríos, arroyos y tierras de bajas. (Cabello, 2013)

Crea una capa de recubrimiento de estructura dura y proporciona un brillo. Debido a su dureza puede tener también un efecto frágil. El compuesto que contiene carnauba suele tener otro componente que permite equilibrar los parámetros de dureza - flexibilidad y, por consiguiente, detiene la fragilidad o resquebrajamientos de la capa de recubrimiento. (Cabello, 2013)

2.13.5.2. Proteínas

Las proteínas son componentes hidrofílicos, por lo que no constituyen una barrera para el vapor de agua, pero sí para el CO2, O2 y N2. Las proteínas más utilizadas en la elaboración de recubrimientos comestibles compuestos son: la Zeina (maíz), la proteína de la soya, el gluten de trigo, caseínas y albuminas (proteínas de la leche) gelatina y colágeno (Bourtoom, 2008)

Por otra parte algunas proteínas resultan alérgicas e intolerantes para algunos consumidores lo cual constituye un limitante en su uso (Zahuten, 2003)

2.13.5.3. *Lípidos*

Los lípidos son una barrera al vapor de agua debido a su carácter hidrofóbico, estos compuestos proporcionan flexibilidad y elasticidad a los recubrimientos pero provocan una apariencia opaca a los mismos. (Plackett, 2011)

En la elaboración de recubrimientos comestibles los lípidos más utilizados son: las ceras naturales (de abeja, carnauba y candelilla), ácidos grasos (ácido esteárico), monoglicéridos acetilados, aceites (vegetales y minerales). (Plackett, 2011)

2.13.5.4. *Resinas*

Las resinas además de proporcionar brillo a los recubrimientos, son una barrera para el vapor de agua y más aún para los gases, lo que puede producir una acumulación de CO2 en el interior del fruto debido a que no puede ser transferido al exterior, con lo cual los productos pueden presentar mal sabor y olor (Pletney, 2007)

Dentro de las resinas se encuentra la goma xanthan,guar, guarrofin y goma laca.

La goma laca es segregada por el insecto (*Laccifera lacca*), entre sus componentes se encuentra el ácido aleuritico y para su dilución se utiliza alcohol y sustancias alcalinas como el amoniaco, morfolina, o hidróxido de sodio. (Moreno, 2003)

2.13.5.5. *Plastificantes, emulsionantes y otros aditivos.*

Los plastificantes se adicionan a los recubrimientos comestibles para proporcionar flexibilidad y disminuir la frigidez y fragilidad del recubrimiento. Estos compuestos disminuyen las fuerzas

moleculares y mejoran las propiedades de los recubrimientos. Por otra parte, estos compuestos tienden a disminuir el brillo de los recubrimientos y aumentan la permeabilidad de los gases. (Han, 2005)

Dentro de los plastificantes utilizados en los recubrimientos comestibles se encuentran: el glicerol, manitol, sorbitol, sacarosa, propiglenlicol y plientiglenlicol.

El porcentaje que se utiliza de plastificante (glicopolietileno, sorbitol) varía entre el 10% y 60% sobre base seca de la composición total del recubrimiento comestible, dependiendo de la rigidez que posee el recubrimiento. (Guilbert, 1986).

Los emulsionantes ayudan a estabilizar la emulsión de los recubrimientos. Estas sustancias reducen la tensión superficial entre las fases hidrofobicas e hidrofilicas lo que favorece su interacción. (Guilbert, 1986) Existen otros aditivos utilizados en la elaboración de recubrimientos comestibles para favorecer otras propiedades como las organolépticas, nutricionales, antimicrobianas, etc. Dentro de estos se encuentran: saborizantes, pigmentos, aditivos nutricionales, agentes antimicrobianos y antiespumantes. (Barbosa, 2009)

2.14. APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN EL ALMACENAMIENTO DE FRUTOS Y HORTALIZAS.

Los recubrimientos comestibles son considerados los tratamientos poscocecha del futuro. En la actualidad el uso de estos ha sido extendido a muchos frutos y hortalizas tales como: aguacate banana, patata, pera, zanahoria, así como también chocolates, quesos y turrones. Se han cubierto tantos productos enteros como los mínimamente procesados. En la mayoría de aplicaciones se ha logrado la disminución de la pérdida de peso y de vitaminas, favoreciendo así al aumento de vida útil.

Una de las causas que promueven la aplicación de recubrimientos es la perdida en algunos casos, de la cera innata de frutos durante procesos de limpieza, lavado y desinfección de los frutos y hortalizas (FAO, 2003)

La aplicación puede realizarse mediante cuatro tipos de procesos que son: pulverización, inmersión y cepillado, la selección del tipo de proceso depende de factores como:las características del recubrimiento, el tipo de producto a recubrir, el espesor de la película que se requiera además de la inversión económica involucrada. Cada mecanismo de aplicación posee consideraciones especiales para su manejo. En el proceso de pulverización, la presión debe mantenerse para evitar la variabilidad del espesor; en cambio, en el de inmersión se debe renovar el contenido del recubrimiento debido a la contaminación por microorganismos o solutos (Guilbert, 1986)

Un aspecto importante en el uso de recubrimientos comestibles es su contribución a la protección del ambiente debido a su composición con componentes no contaminantes, renovables y biodegradables (Guilbert, 1986)

En la aplicación de recubrimientos comestibles es importante el conocimiento de fuerzas de adhesión y cohesión. La adhesión es la afinidad del recubrimiento con la superficie del producto. La cohesión por otra parte es la fuerza de atracción entre las moléculas, la cual se encuentra relacionada con la resistencia, la flexibilidad, la permeabilidad a los gases y los solutos. (Guilbert, 1986)

En la determinación de las características y propiedades específicas de las películas/recubrimientos comestibles algunos de los análisis relacionados son: permeabilidad a los gases, (vapor de agua O2 y CO2), estabilidad y viscosidad de la emulsión. La viscosidad de

la emulsión afecta al espesor de las películas/recubrimientos y la adherencia de estas al producto. (García, 2009).

El efecto de los recubrimientos sobre la calidad de los frutos está sujeto a una amplia evaluación dentro de la cual los análisis que se realizan son:

- Fisiológicos: tasa de respiración, producción de etileno.
- Químicos: acidez titulable, Ph, solidos solubles, contenido de nutrientes.
- Físicos: dimensión, peso, volumen firmeza, fibrosidad, daños mecánicos.
- Mecánicos: fracturabilidad
- Organolépticos: sabor, olor, firmeza, sabores extraños, dulzor, acidez, astringencia.
- Ópticos: color, brillo, aspecto del recubrimiento (homogeneidad, manchas, grietas) (Guilbert, 1986)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Química de la Universidad Estatal Amazónica con una duración de 2 meses. En la siguiente Tabla 3 se detalla la localización donde se realizó la siguiente investigación así como también las condiciones meteorológicas de la misma.

Tabla 3: Localización del experimento

Provincia	**Pastaza**
Parroquia	Puyo
Sitio	Laboratorio Química de la UEA
Altitud	960 msnm
Latitud	0° 59' -1" S
Longitud	77° 49' 0" W
Humedad Relativa	91 %
Pluviosidad	4800mm/año
Temperatura	21ºC

Fuente: (Racines, 2015)

3.2. MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1. Materia Prima

- Arazá
- Cera carnauba (frutiver 6.1)

- Cera candelilla

3.2.2. Equipos tecnológicos:

- Balanza de platos
- Balanza Analítica
- pH metro de inmersión
- Refractómetro manual (0 a 32 ºBRIX)
- Penetrómetro
- Soporte universal
- Agitador electrónico

3.2.3. Reactivos:

- Cera carnauba
- Cera candelilla

3.2.4. Material de vidrio y plástico

- Termómetro de Mercurio (escala de 0 a 100 ºC)
- Bandejas de metal
- Bandejas plásticas
- Vasos de precipitación
- Bureta
- Atomizador
- Fiola
- Vidrio reloj

- Varilla agitadora
- Bureta
- Probeta
- Licuadora
- Cuchillos

3.3. FACTOR DE ESTUDIO

El factor de estudio para la presente investigación fue el efecto de adición de ceras carnauba y candelilla en la conservación de frutos de arazá en la etapa poscosecha a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración durante 9 días, en la Tabla 4 se observa el esquema de los factores en estudio con sus respectivos niveles-

Tabla 4: Esquemas de los factores en estudio y sus niveles

CÓDIGO	FACTORES
A	Cera Carnauba (CCB) Cera Candelilla (CCD)
B	B1= Temperatura refrigeración (TR) B2= Temperatura ambiente (TA)

Fuente: (Racines J, 2015)

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizó un diseño completamente al azar con factorial a x b, con tres repeticiones cada una, bajo el modelo siguiente (Tabla 5):

$$\mathbf{Yijk = \mu + \alpha i + \beta j + \gamma k + \in ijk;}$$

Dónde:

Yijk: Valor estimado de la variable

μ: Media general

αi : Efecto de la cera

βj: Efecto de la temperatura

γk: Efecto de la Relación cera : temperatura

∈ijk: Error Experimental

Tabla 5. Esquema del experimento

FACTOR A	FACTOR B	TRATAM.	REP.	UNID. EXP.	REP/TRAT.
CCB	TR	T1	3	10	30
	TA	T2	3	10	30
CCD	TR	T3	3	10	30
	TA	T4	3	10	30
TOTAL					120

Fuente: (Racines, 2015)

3.5. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Dentro del experimento se midieron las siguientes variables:

1. Caracterización Físico-Química del Arazá:
    - pH

- grados brix
- peso (g)
- Sólidos solubles totales (%)
- Ácido ascórbico (mg)
- firmeza (N)
- Acidez titulable (% ácido cítrico)
- Composición bromatológica (%H, %C, %PB, %FB, %EE)

2. Caracterización Físico-Química del Arazá recubierto con cera:

- pH
- grados brix
- peso (g)
- Sólidos solubles totales (%)
- Ácido ascórbico (mg)
- firmeza expresado en N
- Acidez titulable
- Composición bromatológica (%H, %C, %PB, %FB, %EE)

3. Análisis Económico.

Se determinó la rentabilidad generada por cada tratamiento mediante la determinación de las siguientes variables:

- Relación beneficio-costo.

4. Análisis Estadísticos.

A continuación se detalla los análisis estadísticos que se aplicaron para el análisis de las variables mencionadas en el numeral Ver. 3.6.1, apoyados con el programa Infostat versión 2010.

- ADEVA, con prueba de Fischer al 5% y 1% para las variables Físico Químicas y prueba de Tukey al 5%, para establecer rangos de significación entre tratamientos para aquellas variables que demuestren diferencias significativas en el ADEVA.

3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.6.1. Recepción de la materia prima

El arazá fue cosechado en una finca que se encuentra ubicada en la ciudad del Coca en la provincia de Orellana. Esta población posee una temperatura de 22- 40ºC, altitud 260 msn, Precipitación media anual es de 4500mm.

La cosecha se realizó el día 11 de octubre en las primeras horas de la mañana. El desprendimiento del fruto se lo realizó de forma manual. Una vez cosechadas las frutas estas fueron trasladadas al laboratorio de Química de la Universidad Estatal Amazónica, donde se realizó una selección con base a criterios de color y tamaños, posteriormente los frutos seleccionados fueron distribuidos al azar en diferentes bandejas plásticas.

El proceso de aleatorización fue realizado con el fin de obtener una muestra homogénea de los frutos. Finalmente los frutos fueron lavados y desinfectados con una solución de Fruticlean (2ml/l) y secados a temperatura ambiente.

3.6.2. Recubrimiento de las muestras de arazá

Se preparó la cera carnauba y candelilla respectivamente bajo condiciones que indica el fabricante (100ml/L, 200 mg/kg).

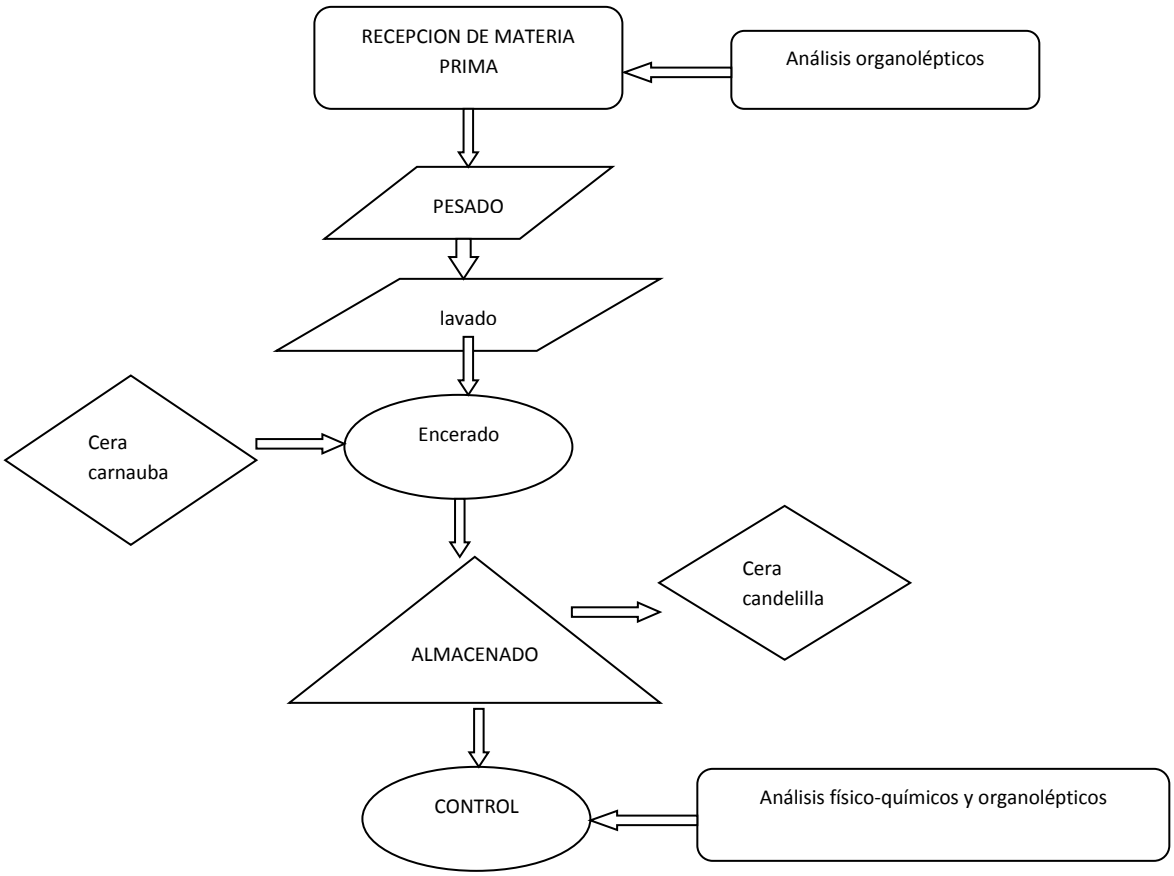
Las ceras tratadas se colocaron en recipientes plástico de aproximadamente 20 L, en las que fueron sumergidas las frutas previamente seleccionadas.

Se secaron a temperatura ambiente hasta obtener el recubrimiento deseado.

Posteriormente se almacenaron las muestras a temperatura ambiente y de refrigeración hasta la senescencia de la fruta.

Finalmente se procedió a realizar las mediciones experimentales.

Figura 6: Flujograma de proceso



Fuente: (Racines, 2015)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS EN LA MATERIA PRIMA.

4.1.1. Composición bromatológica del Arazá

Cada 3 días se retiraron del almacenamiento a temperatura ambiente 3 bandejas con frutos control y 3 bandejas de cada tratamiento, para evaluar los efectos que los tratamientos tuvieron en los frutos, a través de los siguientes análisis: humedad, ceniza, proteína, fibra y grasa.

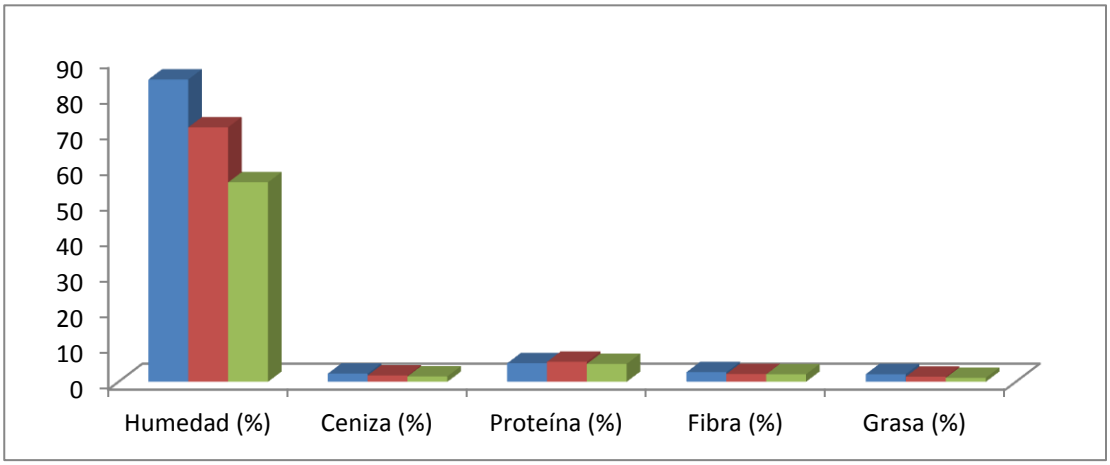
Como se puede observar en la Tabla 6 existe variabilidad en los resultados a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento. Los parámetros de humedad van de 84,63% a 55,8%, ceniza de 2,27% a 1,5%, proteína de 5,17% a 5%, fibra de 2,67% a 2,1% y grasa de 2.13% a1.1%. Los datos reportados al primer día de ensayo y a temperatura ambiente, al analizar los frutos de los diferentes individuos de arazá (*Eugenia stipitata*) presentando cantidades considerables de los principales nutrientes, así como: Proteínas, desde 8,48 hasta 16,92 g%; lípidos desde 2,12 hasta 6,93g%; fibra, desde 4,82 hasta 11,60 g%; ceniza, desde 2,89 hasta 4,23 g%; y carbohidratos desde 62,55 hasta 81,69 g%

Tabla 6: Composición bromatológica del arazá a diferentes periodos de almacenamiento a temperatura ambiente

PARÁMETRO	**DÍAS**			
	1	3	6	9
Humedad (%)	84.63	71.23	55.8	Senescencia del fruto
Ceniza (%)	2.27	1.76	1.5	
Proteína (%)	5.17	5.57	5.0	
Fibra (%)	2.67	2.17	2.1	
Grasa (%)	2.13	1.40	1.1	

Fuente: (Racines, 2015)

Figura 7: Composición bromatológica del arazá a diferentes periodos de almacenamiento a temperatura ambiente



Fuente: (Racines, 2015)

Los frutos de arazá que fueron almacenados a temperatura de refrigeración tuvieron mayor porcentaje de humedad, manteniéndose dentro de los parámetros los valores de ceniza, proteína, grasa y fibra.

Los rangos de deterioro en las frutas sometidas a temperatura ambiente y las que fueron almacenadas a temperatura de refrigeración presentaron ligeras depresiones, es decir concavidades en la piel, producto de la deshidratación acelerada en los lugares donde hubieron golpes o magulladuras, posteriormente se presentaron mohos en la superficie de éstas. En cambio, el deterioro en las frutas sometidas a temperaturas de refrigeración se manifestó con la aparición de quemaduras por frío. La presencia de este tipo de daño es debido, a que el arazá es tropical y con muy poca resistencia a las heladas y bajas temperaturas. (OTCA, 1997)

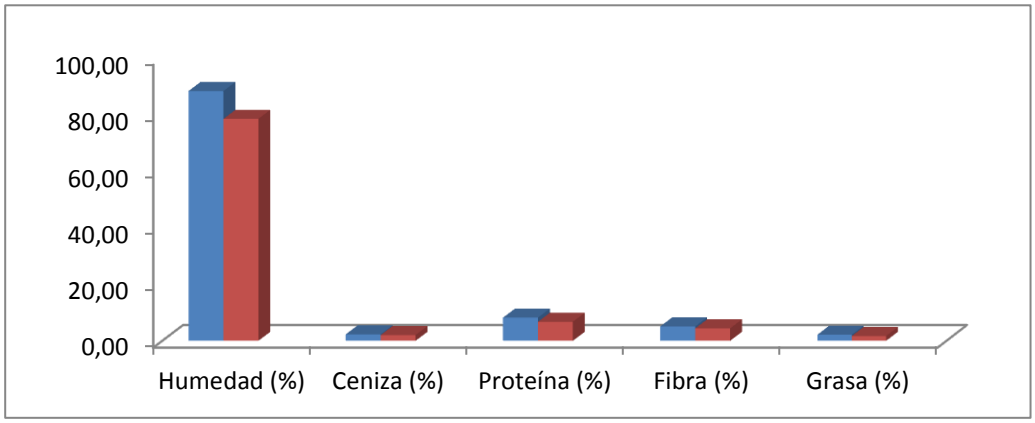
En la Tabla 6 y Figura 7se detalla la composición bromatológica del arazá a diferentes días de almacenamiento a temperatura ambiente

Tabla 7. Composición bromatológica del arazá a diferentes periodos de almacenamiento a temperatura de refrigeración.

PARÁMETRO	**DÍAS**		
	1	**3**	**6**
Humedad (%)	88,30	78,43	Daño por frio
Ceniza (%)	2,27	2,03	
Proteína (%)	6,17	5,71	
Fibra (%)	4,07	3,38	
Grasa (%)	2,13	1,68	

Fuente: (Racines, 2015)

Figura 8. Composición bromatológica del arazá a diferentes días de almacenamiento a temperatura de refrigeración



Fuente: (Racines, 2015)

4.1.2. Análisis físico químico de los frutos de arazá

- **Potencial Hidrógeno pH.**

Para la medición del pH se tomó datos de cada tratamiento obteniendo su resultado en un rango que variaba de 2,0 a 3,0, como se puede apreciar en la Tabla 8. En literatura (Hernandez & Barrera, 2004), indican que el pH idóneo de una fruta de arazá madura y sana es de 2,8; dependiendo de la especie y lugar de cultivo éste puede variar. Por lo cual, el pH tomado está dentro del rango señalado. Existe un ligero incremento del pH durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración.

- **Grados brix.**

En datos tomados de cada tratamiento de la materia prima, se obtuvo el resultado en un rango que varía entre 4-2°brix, y como promedio se obtuvo un resultado de 4,3°brix inicial, como se

puede apreciar en la Tabla 8, datos que concuerdan con lo señalado por los autores (Hernandez & Barrera, 2004) en literatura. Como se puede observar la concentración de grados ºBrix se reduce a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, siendo mayor en el almacenamiento a temperatura ambiente con valor mínimo de 2.3°brix. Sin embargo, el tiempo de almacenamiento a temperatura de refrigeración alcanza únicamente hasta el tercer día existiendo daño por frio al quinto día.

Tabla 8. Análisis físico químico del arazá a diferentes días de almacenamiento a temperatura ambiente y de refrigeración.

PARÁMETRO	**Temperatura Ambiente**			**Temperatura Refrigeración**		
	1	3	6	1	3	6
Ph	2,9	2,03	2,50	2,90	2,13	Daño por frio
^{0}Brix	4,27	3,13	2,43	4,27	3,33	
Peso (g)	148,33	118,50	81,27	148,33	124,33	
Sólidos solubles (%)	4,30	3,53	3,40	4,30	3,30	
Ácido ascórbico (mg)	14,60	10,70	8,64	14,60	12,03	
Acidez titulable (% A. Cit)	2,63	1,81	1,40	2,63	1,63	
Firmeza (N)	45,33	22,33	8,10	45,33	38,17	

Fuente: (Racines, 2015)

- **Acidez tituláble.**

De igual manera se midió la acidez para cada tratamiento, observándose una variación de 3,0–1,3, valor obtenido al transcurrir el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente y de refrigeración, (Tabla 8). Este valor indica que esta fruta es ácida. Los datos obtenidos de acidez se encuentran dentro del parámetro reportado en la literatura (Hernandez & Barrera, 2004)

- **Pérdida de Peso**

La pérdida de peso de los frutos aumentó conforme avanzó el período de almacenamiento en todos los tratamientos. Las pérdidas de peso en los frutos almacenados a 1, 3, 6 y 9 días son superiores al 20%, lo cual hace difícil el mercadeo del producto en fresco, en consideración a que el sistema de comercialización se desarrolla sobre la base del peso. La mayor pérdida de peso la registran los frutos a temperatura ambiente, con un valor promedio de 25%. Este comportamiento atípico puede ser explicado, en parte, por una mayor actividad respiratoria. Sin embargo, si se disminuye la temperatura, la pérdida de peso de los frutos y su marchitamiento se puede llegar a disminuir, pero el tiempo de almacenamiento es mínimo por causa del deterioro por frio.

- **Firmeza**

El ablandamiento o pérdida de firmeza es consecuencia de la actividad enzimática propia de la maduración y senescencia de los tejidos.

La firmeza de los frutos de arazá disminuye durante el almacenamiento. En el momento de recolección el fruto está firme (45N) y posteriormente, como resultado de la acción de enzimas pectolíticas, la firmeza disminuye; sin embargo, en los frutos refrigerados, la pérdida de firmeza no puede explicarse, únicamente, como la consecuencia de la degradación de protopectinas a

compuestos de menor peso molecular y fácilmente solubles en agua, sino que, además, puede ser debida a lesiones internas, como el encharcamiento, resultado de la temperatura de refrigeración que ocasiona el daño por frío (Salveit & L.L. Morris, 1990)

No siempre la firmeza del fruto de arazá almacenado a temperaturas por debajo de la temperatura crítica (temperatura causante de daño) exhibe la tendencia a disminuir; se puede encontrar el comportamiento opuesto, que sería el de adquirir mayor firmeza como resultado de una disminución en la actividad de las mismas enzimas pectolíticas, dicho caso se ha observado en frutos almacenados a 8°C durante 11 días (Salveit & L.L. Morris, 1990)

El efecto de las bajas temperaturas sobre los frutos de arazá dependerá, entre otros, del grado de madurez del fruto y del tiempo que permanezca almacenado en esta condición extrema. De manera general, se puede afirmar que cuando los frutos se ven afectados por la baja temperatura su capacidad para madurar disminuye.

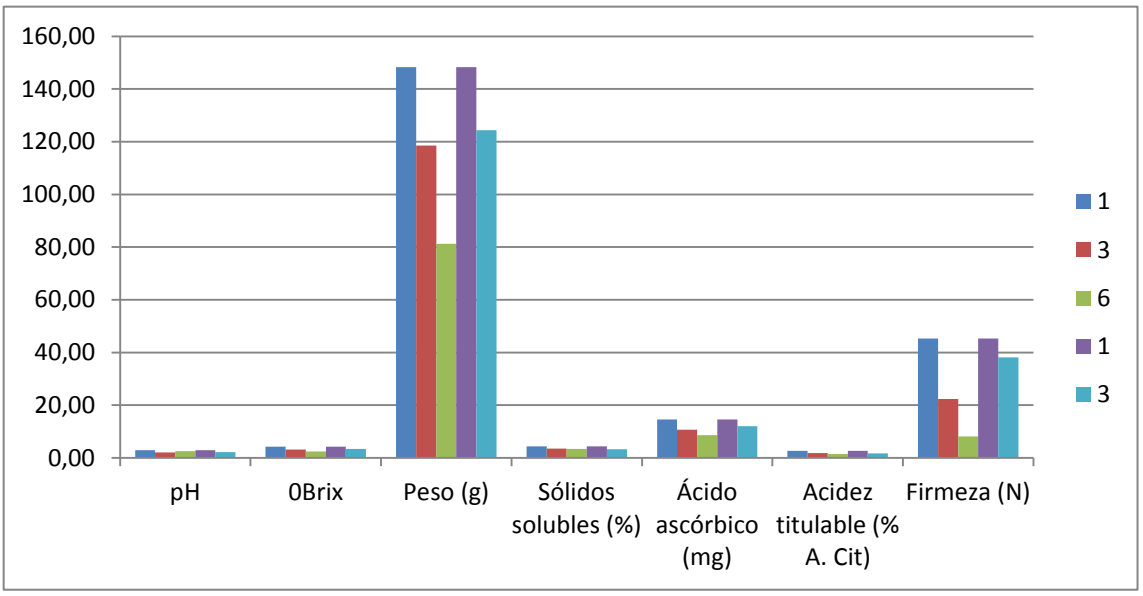
- **Contenido de ácido ascórbico**

El ácido ascórbico disminuye a lo largo del almacenamiento a 1, 3, 6 y 9 días, presentándose el mayor porcentaje de disminución en los frutos almacenados a temperatura ambiente a los 6 días con un valor de 8.57 mg. Según (Lee & Kader, 2000) el decremento de la concentración de ácido ascórbico es directamente proporcional a la temperatura y al tiempo de almacenamiento. La menor degradación del ácido ascórbico en arazá es opuesta al comportamiento de este en otros frutos sensibles al frío, tales como la piña y la banana, los cuales pierden más ácido ascórbico a temperaturas inferiores a la crítica.

- **Sólidos Solubles**

Los sólidos solubles totales aumentan en los frutos almacenados a temperatura ambiente. Por su parte, los frutos almacenados a temperatura de refrigeración no muestran incremento, como se puede observar en la Figura 9. A bajas temperaturas la actividad enzimática se hace más lenta y en aquellos casos donde los frutos son almacenados a temperaturas por debajo de la crítica, lo más probable es que su actividad no se reinicie, aunque los frutos sean puestos en temperaturas mayores después del período de estrés, caso en el cual se pensaría en un daño irreversible del metabolismo del fruto (Lee & Kader, 2000)

Figura 9: Parámetros físico químicos del arazá a diferentes periodos de almacenamiento a temperatura ambiente y de refrigeración



Fuente: (Racines, 2015)

4.1.3. Caracterización físico-química del arazá recubierto con ceras naturales.

Las muestras de arazá en los diferentes tratamientos presentaron una elevada pérdida de firmeza durante la maduración. Las frutas recolectadas con una firmeza inicial promedio fueron

cosechadas con una firmeza media de 45.3Newton, Y después de seis días de conservación disminuyeron a 25 Newton, para T3, Sin embargo, se observa significancia entre los tratamientos (P: 0.0003).

Las coberturas cerosas influenciaron significativamente en la firmeza de la pulpa de las frutas, en el tercer día posterior al tratamiento. En el sexto día, las frutas tratadas con la cera candelilla perdieron alrededor de 50% de su firmeza, con relación a su fase inicial. Sin embargo, en los demás tratamientos las pérdidas variaron entre 75 y 80%.

Tabla 9. Caracterización físico-química del arazá recubierto con ceras vegetales a temperatura ambiente y de refrigeración.

Día 6

TRATAMIENTO	pH	BRIX	PESO	SOLIDOS SOLUBLES	ACIDO ASCORBICO	ACIDEZ TITULABLE	FIRMEZA	HUMEDAD	CENIZA	PROTEINA	FIBRA	GRASA
T1	2,5 a	3,17 b	114,33 a	3,14 c	9,30 a	1,17 a	21,67 a	60,63 a	1,30 a	5,90 a	370c	1,60 c
T2	2,57 a	2,90 b	113,83 b	3,10 c	8,60 a	1,10 a	20,00 ab	64,00 b	1,83 b	6,10 b	3,33 b	1,10 a
T3	2,50a	2,93 a	104,00 c	2,90 b	9,53 a	1,20 a	25,00 b	69,00 c	1,90 b	6,20 b	3,03 a	1,40 b
T4	2,4a	3,10 b	99,67 c	2,67 a	8,33 a	1,27 a	19,33 c	68,00 c	2,00 c	6,40 c	3,00 a	1,60 c
cv	3,48	1,23	0,75	1,13	9,11	5,63	3,47		1,64	0,94	1,35	3,51
Probabilidad	0,2325	0,0003	<0,0001	<0,0001	0,3178	0,1021	0,0003		<0,0001	0,0002	<0,0001	0,0001
R*2	0,73	0,96	0,99	0,99	0,5	0,72	0,95		0,99	0,96	0,99	0,97

T1: TEMERATURA DE REFRIGERACION CERA CARNAUBA, T2: TEMERATURA AMBIENTE CERA CARNAUBA, T3TEMPERATURA REFRIGERACION CERA CANDELILLA, T4: TEMPERATURA AMBIENTE ERA CANDELILLA

CV: COEFICIENTE DE VARIACION

Probabilidad:

- Si $p < 0.05$ se considera significativo, en cuyo caso se rechaza la hipótesis nula
- Si $p > 0.05$ se considera no significativo en cuyo caso no se rechaza la hipótesis nula.

R^2: Determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados

La pérdida de firmeza en la fruta es consecuencia de la degradación de la pared celular, causada por un aumento en la actividad de las enzimas celulosas, poligalacturonasa (PG) y pectinametilesterasa (PME), que complementan el proceso de la maduración. Además, otros procesos, como la hidrólisis del almidón y la pérdida de agua están involucrados en el marchitamiento, según lo relatado por (Lana & Finger, 2000)

De manera general las ceras disminuyeron la pérdida de masa durante el almacenamiento en el tercer día, a media, que se detectaron las pérdidas desde el 15%, a 20%; en el sexto día, las frutas con tratamiento T4, mostraron la mayor pérdida (hasta el 30 %), difiriendo significativamente de los demás (P< 0,0001).

Los valores de acidez total titulable se redujeron durante el almacenamiento, de 2,6% de ácido cítrico en el momento de la recolección a 1.10% al cabo de seis días al T4, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos (P=0,1021), aunque se evidencia una menor pérdida de peso en el tratamiento T1 (114,33).Estos resultados están de acuerdo a lo obtenido por (Mercado & Silva, 1998) quienes observaron también disminución en el contenido de la acidez total durante el almacenamiento de arazá.

El contenido de ácido ascórbico (vitamina C) se redujo con el aumento del período de almacenamiento, en el tercer día no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (p=0,3178). En el sexto día, las frutas tratadas con ceras difirieron del testigo, que presentó los mayores valores medios 14,60 mg. En el sexto día de conservación, las frutas de arazá que fueron tratadas con cera candelilla a temperatura ambiente presentaron el menor valor (8,33mg); sin embargo, las que recibieron ceras carnauba a temperatura de refrigeración mostraron el mayor valor (9,60mg).

El comportamiento presentado en arazá coincide con los reportes realizados para otros frutos de la misma familia (guayaba) almacenados en condiciones similares (Ali & Lazan, 1997). La diferencia en el contenido de las muestras iniciales puede ser atribuida a la época de cosecha, al estado de madurez y/o a las condiciones climáticas reinantes durante el desarrollo de las frutas, que según (Mattheis & Fellman, 1999) interfieren en el contenido de ácido ascórbico.

Para los sólidos solubles (°Brix) del arazá recubiertas con cera candelilla y con cera de carnaúba, frente al de los frutos control reveló diferencia estadísticamente significativa (p,0,0001) en los días 0 y 6 de almacenamiento, por efecto de los factores tratamiento y tiempo, se halló un rango de valores 3,90 y 2,16 °Brix. El análisis estadístico demuestra que los recubrimientos comestibles frente al control mostraron efecto significativo en el contenido de sólidos solubles a los 6 días de almacenamiento; sin embargo, se advierte un descenso importante en los °Brix, que marca una diferencia estadísticamente significativa ($p<0,0003$) con respecto a los 0 y 6 días de almacenamiento, lo que posiblemente encuentre explicación en el proceso normal de senescencia de los frutos , porque los azúcares resultantes de la hidrólisis de la sacarosa se utilizan como sustrato en reacciones metabólicas de respiración. Estos resultados difieren de los comunicados por (Trejo-Márquez & Ramos-López, 2007) sobre un recubrimiento comestible a base de gelatina, aplicado a frutos de arazá almacenadas en refrigeración por 13 días y coinciden con los de (Tanada & Grosso, 2005) en revelar una tendencia descendente para un recubrimiento comestible de doble capa, compuesto por gluten y cera de abejas.

Ahora, para el cambio del pH en función del tiempo de almacenamiento, se observó una variación a partir del día 3, y no se apreciaron diferencias significativas ($p<0,05$) entre los tiempos 0 y 6 para la muestra referencia, aunque los rangos de variación son mínimos. Los tratamientos con cera candelilla y carnauba no exhibieron diferencias estadísticamente

significativas (p=0,2325), ni en el tiempo, ni entre ellos. Por otro lado, los resultados obtenidos para cada tratamiento con respecto al % de acidez mostraron decrecimiento en función del tiempo, pero no se advirtieron cambios significativos (p=0,1021) y no se observa un efecto del tratamiento en esta variable. En los tres tratamientos se observó la tendencia a la disminución de la acidez con el aumento del pH de los frutos, posiblemente debido a que, en el caso de los recubrimientos comestibles, éstos ralentizan la frecuencia respiratoria de las frutas y retrasan la utilización de los ácidos orgánicos en las reacciones enzimáticas.

La composición bromatológica en cada tratamiento difiere significativamente (p<0,0001) observándose un mejor tratamiento en el T1 a base de cera carnauba a temperatura de refrigeración.

4.2. ANALISIS ECONOMICOS

El análisis económico mediante la relación beneficio costo (Tabla 10) dio como respuesta que el tratamiento en el cual se obtiene más beneficio es el tratamiento T1 (15% cera Carnauba) con 1.019, es decir que por cada dólar invertido se genera 0.19 centavos de ganancia a parte de la recuperación de la inversión; siguiéndole el tratamiento T2 (10% cera candelilla) con 0,74 y posteriormente los tratamientos T3 y T4.

Tabla 10: Relación beneficio costo

Tratamiento	Costos Fijos (USD/KG)	Costos Variables (USD/KG)	Costos Totales (USD/KG)	Beneficio Bruto (USD)	Beneficio Neto (USD)	Relación B/C
1	76,50	26,52	103,02	105	1,98	1,019
2	76,50	10,385	86,885	65	21,88	0.74
3	76,50	10,065	86,56	62,50	24,06	0,72

Fuente: (Racines J, 2015

5. CONCLUSIONES.

- Los análisis hechos a la pulpa de arazá muestran que la temperatura de refrigeración mantiene las características físicas, químicas y bromatológicas en condiciones óptimas de almacenamiento durante los tres primeros días. Sin embargo, al sexto día de almacenamiento la fruta sufrió daño por frio.
- La aplicación de las ceras a base de carnauba (T1) es una alternativa para ampliar el período de conservación de las frutas de arazá en condiciones de refrigeración, porque retarda la maduración, reduce la incidencia de pudriciones y la pérdida de masa; además, mantiene los parámetros físicos y químicos similares a la fruta recién recolectada.
- El aumento de la maduración de las frutas durante el período de almacenamiento, reduce la firmeza, la acidez total tituláble y el contenido de ácido ascórbico, asimismo, aumenta el tenor de sólidos solubles totales y la pérdida de masa. Para el tratamiento T1, cera de carnauba la incidencia de la maduración difiere significativamente entre tratamientos ($p<0,0001$).
- La cera carnauba presenta buen potencial de aplicación en arazá, pues mantiene en buenas condiciones el fruto y además su rendimiento económico es mayor con 1.019, es decir que por cada dólar invertido se genera 0.19 centavos de ganancia, a parte de la recuperación de la inversión.

6. RECOMENDACIONES.

1. Al ser el arazá una fruta altamente perecedera es recomendable un adecuado manejo pos cosecha de la misma con el fin de evitar daños por golpes y magulladuras.
2. Realizar investigaciones sobre la formulación de recubrimientos comestibles a base de lípidos con adición de anti fúngicos para disminuir los patógenos que atacan al arazá.
3. Para este tipo de tratamientos se recomienda analizar el tipo de cera y la fruta que se va a utilizar, para evitar que haya dispersión en los resultados obtenidos.

7. RESUMEN

Esta investigación se fundamenta en determinar el tiempo de vida útil del arazá con la utilización de la adición de dos tipos de ceras (cera carnauba y candelilla) a temperaturas ambiente y refrigeración siendo esta una alternativa innovadora para esta fruta ya que por su alta perecibilidad no es comercializada.

El factor de estudio para la presente investigación fue el efecto de adición de ceras carnauba y candelilla en la conservación de frutos de arazá en la etapa pos cosecha a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración durante 9 días.

Los análisis hechos a la pulpa de arazá muestran que la temperatura de refrigeración mantiene las características físicas, químicas y bromatológicas en condiciones óptimas de almacenamiento durante los tres primeros días. Sin embargo, al sexto día de almacenamiento la fruta sufrió daño por frio.

La aplicación de las ceras a base de carnauba (T1) es una alternativa para ampliar el período de conservación de las frutas de arazá en condiciones de refrigeración, porque retarda la maduración, reduce la incidencia de pudriciones y la pérdida de masa; además, mantiene los parámetros físicos y químicos similares a la fruta recién recolectada

8. SUMMARY

This research is based on determining the lifetime of arazá utilization with addition of two types of waxes (carnauba wax and candelilla) and cooling to room temperature this being an innovative alternative to this fruit since its high perishability not is marketed.

The study factor for this study was the effect of addition of carnauba wax and candelilla in preserving fruits of arazá postharvest stage at room temperature and cooling temperature for 9 days.

Analyses made pulp arazá show that the cooling temperature keeps the physical, chemical and qualitative characteristics in optimum storage conditions during the first three days. However, the sixth day of storage fruit suffer chilling injury.

The application of carnauba based waxes (T1) is an alternative to extend the shelf life of fruits arazá under refrigeration, because it slows ripening, reduces the incidence of decay and loss of mass; also maintains the physical and chemical parameters similar to freshly harvested fruit

9. BIBLIOGRAFIA

Abbott, J. a. (1996). *Anisotropic mechanical properties of apples.* (Vol. 39). Transactions of the ASAE.

Addis, P. (1986). *Occurrence of lipid oxidation products in foods* (Vol. 24). Food and Chemical Toxicology.

AGRO, E. (2013). *Ecuador aumenta sus exportaciones de frutas al mundo*, 31- 37. Recuperado el Enero de 2015, de FACTIBILIDAD PARA LA ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE JUGOS FRUTALES Y VEGETALES EN EL CANTÓN MACHALA: http://repositorio.utmachala.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/3436/1/FACTIBILIDAD%20PARA%20LA%20ELABORACION%20Y%20COMERCIALIZACION%20DE%20JUGOS%20FRUTALES%20Y%20VEGETALES%20EN%20EL%20CANTON%20MA.pdf

AGRONET. (mayo de 2008). *Aspectos generales del Arazá.* Recuperado el 12 de mayo de 2014, de www.agronet.gov.co/

Ali, Z. M., & Lazan, H. 1. (1997). *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits* (2 ed.). Oxon: CAP International.

Alonso, M., Palou, L., & Del Río, M. (2007). *Effect of X-ray irradiation on fruit quality of Clementine mandarin* (Vol. 76). Radiation Physics and Chemistry.

Anda, V. R.-G. (JULIO de 1999). *Tratado de cooperacion Amazonica.* Recuperado el Octubre de 2014, de Araza cultivo y utilizacion: http://www.otca.info/portal/admin/_upload/publicacoes/SPT-TCA-VEN-SN-araza.pdf

Andrade, J. S. (1989). *Caracterização do araçá-boi (Eugenia stitpitata sub. Esp. Sororia McVaugh)* (Vol. 12). Brasil: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Anzaldúa, M. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica* (2 ed.). Zaragoza: Acribia.

Barbosa, G. (2009). *Procesamiento no térmico de alimentos* (3 ed.). scentia Agropecuaria.

Bernal, E. y. (1992). *Analisis de los alimentos* (3 ed.). Bogotá: Guadalupe.

Bourtoom, T. (2008). Recubrimientos y películas comestibles: caracteristicas y propiedades. *Revista de investigacion internacional de alimentos, 15*(8), 2-11.

Brody. (2003). *Predicting Packaged food shelf life.* (2 ed.). New York (Estados Unidos).

Cabello, C. (2013). Cera candelilla y sus aplicaciones. *Avances en Quimica, 8*(2), 105-110. Recuperado el Enero de 2015, de www.saber.ula.ve/avancesen quimica.com

Cara, B., & Giovannoni, J. (2008). Molecular biology of ethylene during tomato fruit development and maturation. Plant Science.

Carmona, V. (2001). . *Rol de la temperatura en el almacenamiento de productos frescos. Guía técnica* (4 ed.). San José: CNP.

Casp, & Abril, J. (2003). *Procesos de conservación de alimentos* (3 ed.). Madrid: Mundi-Prensa.

Castro Parra, A. X. (Abril de 2013). *Efecto de la aplicación de recubrimientos comestibles en la calidad poscosecha del tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.).* Recuperado el junio de 2014, de http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6103/1/CD-4809.pdf

Charley, H. (1991). *Tecnología de alimentos.* México: Limusa.

CONCOPE. (Marzo de 2009). *"Tipos de Cultivos – Frutas Amazónicas – Arazá.* Recuperado el 23 de enero de 2014, de http://www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo_Agro/Tecnologia_innovacion/Agricola/Cultivos_Tradicionales/Cultivos/Frutas/frutas_am/textos/arazatxt.html,

Costa, J. (2008). *Biología.* España: Educaragon.

Debeaufort, E. A. (1998). *Edible films and coating: tomorrow's packagings.* Critical reviews in foods science.

Del Valle, J. (1997). *Preservación II: Atmosferas controladas y modificadas.* Mexico DF, Mexico: Instituto politecnico nacional.

Desrosier, N. W. (1976). *Conservación de alimentos* (4 ed.). No. CIDAB-: TX601-D4c). Continental.

do Nascimento, S. A. (1999). *Araza (Eugenia stipitata) cultivo y utilización: manual técnico.* Recuperado el 11 de diciembre de 2013, de http://www.otca.org.br/publicacao/SPT-TCA-VEN-SN%20araza.pdf

Donadio, L. (1995). *Variedades citricas brasileiras* (218-228 ed.). (Brazil): Jaboticabal.

Dudareva, N. (2006). *Plant volátiles: Recent Advances and Future Perspectives.* (Vol. Vol. 25). Plant Sciences. .

Engelen, L. (2007). *The effect of saliva composition on texture perception of semi-solids.* (Vol. 52). Archives of Oral Biology.

FAO. (2003). *Harvest and post-harvest handling and preservation of fruits and vegetables.* (A. a. Departament, Ed.) Handling and preservation of fruits and vegetables by combined methods for rural (Technical Manual).

Fennema, O. (1993). *Química de alimentos* (Vol. 14). Zaragoza: Acribia.

Ferratto, J., & Mondito, M. (2006). El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. *Agromensajes, 18*(1), 1-9.

Fisher, J., & Hart, L. (1971). *Análisis moderno de los alimentos.* zaragoza: Acribia .

Gallo, F. (1997). *Manual de fisiología, patología poscosecha y control de calidad en frutas y hortalizas.* (2 ed.). Armenia: NRI, SENA, DFID,.

Galvis, J. &. (1993). *Análisis del crecimiento del fruto y determinación del momento de cosecha del arazá (Eugenia stipitata).* Colombia: Investigaciones SINCHI.

García, M. e. (2009). Characterization of starch and composite edible film and coating. *Edible films and coating for food*, 169-209.

Gentil, D. F. (1999). *Frutas y Hortalizas promisorias de la amazonia.* Caracas: Pro - Tempore.

Graut, M. (2011). *Use of edible coating for fresh-cut fruits and vegetables* (3 ed.). (t. a. group, Ed.) New York, United States: Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing.

Guilbert, S. (1986). Technology and application of edible protective films. *food packaging and preservation: Theory and practice*, 371-374.

Han, J. (2005). *Innovation in food packaging* (1 ed.). California, Estados Unidos: Elsevier Ltda.

Hernandez, & Barrera. (2004). *Técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de las especies nativas de la Amazonia* (2 ed.). Guadalupe.

Hernández, G. (2002). *Botánica : respiración.* Merida: ULA.

HERNÁNDEZ, M. (2007). *Behavior of araza (Eugenia stipitata Mc Vaugh) fruit quality traits during growth, development and ripening. .* Scientia Horticulturae. Vol. 111, No. 3.

Hernández, M. S. (2007). *Arazá: Manejo y conservación.* investigaciones SINCHI.

Hernández, M. S., Barrera, J. A., & Fernández-Trujillo, J. P. (2007). *MANUAL DE MANEJO DE COSECHA Y POSTCOSECHA DE FRUTOS DE ARAZÁ (EUGENIA STIPITATA MC. VAUGHT)* (Vol. 4). Luis Rocca: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI,.

Hurni, J. (2008). *Desnutrition and spirulina.* (2 ed.). GINEBRA: Antenna Technologies.

Jonesa, P. J. (2007). *Functional food development: concept to reality* (Vol. 18). Trends in Food Science & Technology .

Kader, A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops. Agriculture and Natural Resources.* California: University of California.

Konopacka, D. (2004). *Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability.* (Vol. 32). Postharvest Biology and Technology.

Lammertyn, J. (2003). A respiration-diffusion model for 'Conference' pears. *Postharvest Biology and Technology. 5.* Postharvest Biology and Technology.

Lana, M. M., & Finger, F. L. (2000). *Atmosfera modificada e controlada: aplicação na conservação de produtos hortícolas* (1 ed.). Brazilia, Brasil: Embrapa.

Lee, & Kader, A. (2000). *Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops.* (3 ed.). Postharvest Biology and Technology.

Lin, D., & Zhao, Y. (2007). Innovations in the development and aplication of edible coating for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *food science and food safety (comprehensive reviews), 6*(2), 60-75.

Márquez, C. (2009). Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad poscosecha del níspero japonés (Eriobotrya japónica. *VITAE, 16*, 304-310.

Matinez, A. (2003). *Citricultura* (2 ed.). Madrid, España: Aedos.

Mattheis, J., & Fellman, J. (1999). *.Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables.* (Vol. 15).

McHug, T. (2009). *Extension of shelf life and control of humand pathogens in produce by antimicrobial edible film and coating.* Wiley Blackell, USA: Microbial safety of fresh produce.

Mercado Silva, E., & Bautista, B. y. (1998). *Fruit development,harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico.* (Vol. 34). Postharvest Biology and Technology.

Mercado, & Silva, E. (1998). . *Fruit development, harvest , index and ripening changes of guavas produced in central Mexico.* Postharvest Biology and Technology.

Moreno, M. (2003). *Guia para el proceso de cerería, jabonería y cremas.* (1 ed.). Bogota; Colombia: UPAR.

Morin, A. e. (2009). *Different sensory aspects of a food are not remembered with equal acuity.* (Vol. 20). Food Quality and Preference.

Mouquet, C. (1995). *Textura y reología de alimentos: Medidas instrumentales de evaluación de la textura.* Cali, Colombia: Universidad del Valle.

Muller, G. (1973). *Introducción a la reología de los alimentos* (Vol. 45). Zaragoza: Acribia, 174 p.

Nerd, A., & Gutman, F. (1999). *Ripening and postharvest behaviour of fruits of two* (Vol. Vol. 17). Postharvest Biology and Technology. .

Oliveros, C. (1995). Textura y reología de alimentos: Medidas instrumentales de evaluación de la textura. Cali, Colombia: SEMINARIO DE TEXTURA Y REOLOGÍA DE ALIMENTOS.

Ornelas-Paz, J., & Elhadi, Y. y. (2008). *Changes in external and internal color during postharvest ripening of "Manila" and "Ataulfo" mango fruit and relationship with carotenoid content determined by liquid chromatography and mass spectrometry.* (Vol. vol. 50). Postharvest Biology and Technology. 50, No 2-3.

OTCA. (1997). *Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonia* (2 ed.). Centro de Investigacion SINCHI.

Pérez, L. e. (2004). Efecto del grado de madurez en la calidad y vida postcosecha de ciruela mexicana (Spondias purpurea L.). *Revista Fitotecnia Mexicana., 27*(2), 133-139.

Plackett, D. (2011). *Biopolímeros: nuevos materiales sostenibles para peliculas y recubrimientos* (3 ed.). Reino Unido, Wiley: west sussex.

Planella. (1987). *Tecnología del manejo postcosecha de frutas y hortalizas.* (Vol. 23). Bogotá: IICA.

Plank. (1984). *El empleo del frío en la industria de la alimentación.* Barcelona, Bogotá, Buenos Aires, Caracas: Roberté S.A.

Pletney, V. (2007). *Focus on food engineering research and development* (2 ed.). New York: science publishers,Inc.

Portela, S. (2007). *Fisiologia y manejo poscosecha del Tamarillo* (Vol. 4). Universidad de California.

PROEXANT. (abril de 2005). Recuperado el 23 de febrero de 2014, de http://www.proexant.org.ec/HTAraz%C3%A1.html

PROEXANT. (Mayo de 2005). *Arazá (Amazon Peach).* Obtenido de http://www.proexant.org.ec/HTAraz%c3%A1.html/

Quintero. (2010). Peliculas y recubrimientos comestibles; importancia y tendencias recientes en la cadena hortofruticola. *Tumbaga*, 5.

Racines, J. (2015).

Restrepo, M. (1995). *Evaluación sensorial de los alimentos.* Medellin: Universidad Nacional de Colombia.

Rong, Z. (2003). Influence of hidroxypropyl methyl cellulose edible coating of fresh keeping and storability of tomate. *4*(1), 109-113.

Salisbury, F. y. (1992). Fisiología vegetal. México: Iberoamérica,. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/1824/1/8740420.2009.pdf

Salsamendi, M. (2013). *Análisis Microbiológico y Sensorial de Frutas mínimamente procesadas* (2 ed.).

Salveit, M., & L.L. Morris, 1. (1990). *Overview on chilling injury of horticultural crops.* (4 ed.). Florida: CRC press INC.

Strail, P., & Klejdus, B. (2007). *Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals.* (Vol. 71). En: Talanta.

Stroshine, R. (1999). Physical properties of agricultural materials and food products. *Department of Agricultural and Biological Engineering*, 113-152.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology.* Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.

Tanada, & Grosso. (mayo de 2005). *Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (Fragaria ananassa) quality.* Recuperado el Enero de 2015, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-40042010000300003&script=sci_arttext&tlng=pt

Tejecal, I. (2007). Postharvest physiology and technology of sapote mamey fruit. *Review Postharvest Biology and Technology, 45*(3), 285-297.

Torres, S. (1995). *Fisiología vegetal.*

Trejo-Márquez, A., & Ramos-López, K. A. (2007). *Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa* (2 ed.). Cartagena: Grupo Postrecolección y Refrigeración UPCT.

Watts, B. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos.* Ottawa, Canadá: International Development Research Centre.

William, & Daphne. (2002). *Bioquímica y biología molecular.* Barcelona: Ariel Ciencia.

Wills, R. (1998). *Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas y hortalizas y plantas ornamentales* (2 ed.). Zaragoza, España: Acribia SA.

Xu, W. (2009). *Physiological and biochemical responses of grapefruit seed extract dip on "Redglobe" grape.* (Vol. 42). Food Science and Technology.

Zahuten, P. (2003). *Food preservation techniques* (3 ed.). Abington, Estados Unidos: Wood head publishing limited.

10. ANEXOS

- **ANEXO 1**

NORMA INEN 1842: 2013 Productos vegetales y de frutas – Determinación de pH (IDT), disponible en:

www.inen.gov.ec

1. Alcance

Esta Norma Nacional especifica el método potenciométrico para la medición de pH en productos vegetales y de frutas.

2. Principio

Medición de la diferencia de potencial entre dos electrodos sumergidos en el líquido a ensayar.

3. Equipos.

Equipos de laboratorio habituales y, en particular, lo siguiente.

3.1 **pH-metro,** con una escala graduada en 0,05 unidades de pH o preferentemente, menor.

Si no se proporciona un sistema de corrección de temperatura, la escala se deberá aplicar a las mediciones a 20 °C.

3.2 **Electrodos,** (alternativa a 3.3).

3.2.1 **Electrodo de vidrio**

Electrodos de vidrio de diferentes formas geométricas pueden ser usados. Se deberán almacenar en agua.

3.2.2 **Electrodo de calomelanos,** contiene una solución saturada de cloruro de potasio. Almacenar el electrodo de calomelanos de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Si éstas

no están disponibles, el electrodo deberá almacenarse en una solución saturada de cloruro de potasio.

3.3 **Sistema combinado de electrodos,** (alternativa a 3.2).

4. Preparación de la muestra de ensayo

3.9 **Productos líquidos y productos fácilmente filtrables** (por ejemplo jugos, líquidos de compotas o de encurtidos, líquidos fermentados, etc.) Mezclar la muestra de laboratorio cuidadosamente hasta que esté homogénea.

3.10 **Productos espesos o semi espesos y productos de los cuales es difícil separar el líquido** (por ejemplo jarabes, mermeladas, purés, jaleas, etc.) Mezclar una parte de la muestra de laboratorio y molerla, si es necesario, en un mezclador o mortero, si el producto obtenido todavía es muy espeso, añadir una masa equivalente de agua destilada y si es necesario, mezclar bien con un mezclador o mortero.

- **ANEXO 2**

NORMA INEN: 1 751:96 FRUTAS FRESCAS. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

disponible en:

www.inen.gov.ec

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece las definiciones y clasificación de las frutas destinadas a ser comercializadas en estado fresco.

2. DEFINICIONES

2.1 Fruta. Órgano comestible de la planta, procedente de la fructificación, destinada al consumo en estado natural.

2.2 Fruta fresca. Fruta cuyas células se mantienen en estado de turgencia y que presentan características de maduración comercial.

2.3 Variedad. Conjunto de plantas de la misma especie, que poseen características definidas similares dentro de ciertos límites, las cuales pueden ser transmitidas hereditariamente.

2.4 Híbrido. Primera generación de un cruzamiento entre clones, líneas o variedades.

2.5 Madurez. Fruta que presenta las condiciones apropiadas para su cosecha, comercialización y consumo en fresco.

2.6 Madurez fisiológica. Etapa del desarrollo de la fruta en que se ha producido el máximo crecimiento, acumulación de azúcares, y alto contenido de humedad.

2.7 Madurez comercial. Etapa en que la fruta posee características requeridas por el mercado.

2.8 Climaterio. Período durante el cual la fruta inicia una serie de cambios bioquímicos (contenido de proteínas, vitaminas, almidones y otros) provocado por un rápido aumento en la velocidad de la respiración y desprendimiento de etileno.

2.9 Fruta climatérica. Fruta caracterizada por una rápida maduración debido a un incremento en la velocidad de la respiración y el desprendimiento de etileno, en un momento de su desarrollo.

2.10 Fruta no climatérica. Fruta en la que el proceso de madurez y sazón es gradual pero continuo.

2.11 Índice de madurez. Factor indicativo de maduración:

a) Subjetivo: color, número de días de plena floración a cosecha y otros.

b) Objetivo: presión, dimensional, pH, almidón, azúcar y otros.

2.12 Turgencia. Estado normal de las células vivas, indispensable para su desarrollo y el de los órganos que forman parte.

2.13 Grado de calidad. Conjunto de características organolépticas y físicas (tamaño, estado o condición, pureza, forma, aroma, textura, color y otros) que definen el valor comercial o destino de la fruta.

2.14 Diámetro ecuatorial. Es el diámetro mayor y perpendicular al eje de la fruta considerada.

2.15 Recubrimiento. Proteger la superficie de la fruta con sustancias como aceites, ceras vegetales y otros productos con el propósito de reducir la marchitez, arrugamiento y mejorar la apariencia.

2.16 Curado. Es el tratamiento que se aplica a una fruta para cicatrizar las heridas.

2.17 Fruta entera. Es la fruta que no se presenta dividida, fraccionada y que se ajusta al peso o medida requeridos por el mercado.

2.18 Fruta sana. Aquella fruta que carece de daños (lesión o deterioro causado en la fruta, antes, durante o después de la cosecha, transporte, almacenamiento y mercado).

2.19 Materia extraña. Cualquier material distinto a la fruta (restos de hojas, polvo, tierra y otros) adheridos o junto al producto.

2.20 Homogeneidad. Producto a granel o envasado de un mismo origen, variedad, calidad, calibre, cosecha.

2.21 Calibre. Peso o diámetro ecuatorial, que satisface los requisitos del mercado.

2.22 Daño. Lesión o deterioro causado en la fruta, antes, durante o después de la cosecha, transporte, almacenamiento y mercado; ocasionados por:

2.22.1 Magulladura-Machucón. Daño exterior ocasionado por excesiva presión sobre los tejidos, generalmente se provoca el reblandecimiento del tejido.

2.22.2 Cicatriz. Señal o huella de lesión que presenta la fruta en su superficie.

2.22.3 Raspadura. Fruta que ha sufrido raspado y en consecuencia a perdido una parte de su superficie.

2.22.4 Deshidratación-arrugamiento. Flacidez de los tejidos cuando las células de estos pierden en parte su contenido de agua.

2.22.5 Escaldadura. Daño muy pronunciado causado por: quemaduras de sol, productos químicos, o ambos. Los tejidos afectados se presentan deteriorados, descoloridos, frecuentemente arrugados o lustrosos en un área bien definida.

2.22.6 Desgarre. Fruta que ha sufrido una rotura en su estructura, especialmente durante la cosecha.

2.22.7 Insectos. Fruta que ha sufrido deterioro en su estructura (perforaciones, picados, etc.) debido a la acción de insectos.

2.22.8 Microorganismos. Fruta que ha sufrido deterioro en su estructura debido a la acción de hongos, bacterias y otros.

2.22.9 Decoloración. Alteración parcial o total del color natural de la fruta

2.22.10 Por frío. Daño fisiológico que se manifiesta por la aparición decoloración negra en los tejidos, debido a la exposición de la fruta a bajas temperaturas.

2.22.11 Herida-corte. Lesión mecánica superficial o profunda, no cicatrizada.

2.22.12 Contaminada. Fruta que posee en su estructura residuos de plaguicidas o aditivos perjudiciales, fuera de los límites permitidos.

2.22.13 Infestada. Fruta que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos.

2.22.14 Pudrición. Es la rotura, desintegración o fermentación, de la porción carnosa o cáscara ocasionada por microorganismos.

2.22.15 Blando. Fruta que cede fácilmente cuando se aplica una ligera presión.

2.23 Deforme. Fruta que no mantiene las características propias de la variedad.

3. CLASIFICACIÓN

3.1 De acuerdo a las características de calidad, las frutas frescas se clasifican en:

Grado Extra

Grado 1

- **ANEXO 3**

NORMA INEN 2173: 2013 Productos vegetales y de frutas – Determinación de solidos solubles – método Refractométrico (IDT), disponible en:

www.inen.gov.ec

1. Alcance

Esta Norma Nacional especifica un método refractométrico para la determinación de los sólidos solubles en productos a base de frutas y vegetales. Este método es particularmente aplicable a productos espesos, a productos que contienen materias suspendidas, y a los productos ricos en azúcar. Si los productos contienen otras sustancias disueltas, los resultados serán solamente aproximados, sin embargo, para la comodidad del resultado obtenido por este método puede ser considerado convencionalmente como el contenido de sólidos solubles.

NOTA Para la determinación de los sólidos solubles en jugos de frutas (que no contienen materias suspendidas) y en zumos concentrados (clarificados), el método picnométrico especificado en la norma ISO 2172 es aplicable.

2. Términos y definiciones

Para los efectos de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones:

2.1 **determinación de sólidos solubles por el método refractométrico**

Concentración de sacarosa en una solución acuosa que tiene el mismo índice de refracción que el producto analizado, en condiciones específicas de preparación y temperatura.

NOTA Esta concentración se expresa como una fracción de masa en porcentaje.

3. Principio

El índice de refracción de una solución de ensayo se mide a 20 °C ± 0,5 °C, usando un refractómetro. El índice de refracción se correlaciona con la cantidad de sólidos solubles

(expresado como la concentración de sacarosa) usando tablas, o por lectura directa en el refractómetro de la fracción de masa de sólidos solubles.

4. Reactivos

Usar solo reactivos de grado analítico reconocido.

4.1 Agua

El agua utilizada deberá ser destilada dos veces en un aparato de vidrio borosilicato, o su pureza deberá ser al menos equivalente.

5. Aparatos

Aparatos de laboratorio habituales y, en particular, un Refractómetro

- **ANEXO 4**

RESULTADOS OBTENIDOS DURANTE EL ANALISIS ECONOMICO PARA LA RELACIÓN BENEFICIO COSTOS

COSTOS FIJOS

Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio unitario(USD)**	**Total ensayo (USD**
COSTOS FIJOS				
Uso de equipos	día	1	4	4,00
Uso de Internet	Horas	5	0,75	4,00
Gastos de oficina	Global	1	2	4,00
TOTAL COSTOS FIJOS				12,00
COSTOS FIJOS POR TRATAMIENTO				4,00

Fuente: (Racines, 2015)

- **ANEXO 5**

FOTOS DEL PROCESO DE LA INVESTIGACION

Fotografía 1: Preparación de reactivos

Fotografía 2: pH- metro

Fotografía 3: ARAZÁ