

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

DETERMINACIÓN DE ÍNDICES DE MADUREZ PARA LA
COSECHA Y CONSERVACIÓN AL AMBIENTE, DEL ARAZÁ
(*Eugenia stipitata*) Y BOROJÓ (*Borojoa patinoi*)

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AGROINDUSTRIAL

NARCISA DE LOS DOLORES MENA CHIMBA

narcymena@yahoo.es

DIRECTORA: ING. BEATRIZ BRITO GRANDES

bbrito@uio.satnet.net

CODIRECTOR: ING. OSWALDO ACUÑA

oswaldoa@server.epn.edu.ec

Quito, Marzo 2010

DECLARACIÓN

Yo, Narcisa de los Dolores Mena Chimba, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional y al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Narcisa Mena Chimba

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Narcisa de los Dolores Mena Chimba, bajo mi supervisión.

Ing. Beatriz Brito Grandes

DIRECTORA DEL PROYECTO

Ing. Oswaldo Acuña

CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos por su amor, apoyo y compañía.

A la Escuela Politécnica Nacional y sus docentes, por compartir sus conocimientos y experiencias profesionales durante mi transcurso estudiantil.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonía - Programa de Fruticultura, Estación Experimental Santa Catalina - Departamento de Nutrición y Calidad, que me brindaron la oportunidad para desarrollar este proyecto de titulación

A la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES a través del Proyecto D212-018 (2100045001): “Mejoramiento de la Productividad y Calidad de la Fruticultura en la Región Litoral, Andina y Amazónica del Ecuador”

A la Ing. Beatriz Brito Directora de Tesis, por ofrecerme su amistad, confianza e importante tutoría técnica. Al Ing. Oswaldo Acuña Co-director, mi reconocimientos por sus excelentes contribuciones. Al Dr. Patricio Castillo, por su ayuda y acertado criterio en la revisión de esta tesis.

Al Dr. Wilson Vásquez, Líder del Programa de Fruticultura, por su apoyo y motivación. Al Ing. Carlos Caicedo, Director de la EECA por enseñarme que con esfuerzo y trabajo constante se puede cumplir grandes retos. A la Dra. Susana Espín, Responsable del Departamento de Nutrición y Calidad por sus consejos y apoyo. A la Ing. Yadira Vargas, por su amistad, altruismo y apoyo técnico. Al Ing. Willian Viera por toda su colaboración. A Cristina por su amistad innegable y cooperación. A la Ing. Marisol Rodríguez por su amistad y por haber compartido sus conocimientos técnicos.

Al excelente equipo de trabajo de la EECA: Agr. Wilson Alcívar, Ing. Leider Tinoco, Ing. Nelly Paredes, Ing. Antonio Vera, Ing. David Hidalgo, Ing. Jofre Chávez.

A todo el personal administrativo y de campo por haber hecho grata mi permanencia en la EECA y por su apoyo desinteresado, mi más sincero y profundo agradecimiento.

A mis queridas amigas: Salomé, Verónica, Maritza, Isabel y Yadira.

DEDICATORIA

A Dios por su infinito amor y bendiciones recibidas,

A mis adorables padres: Abel Mena y Dolores Chimba, por su amor y apoyo incondicional, que con sus valiosos consejos y ejemplos han sabido guiarme acertadamente durante el transcurso de mi vida.

A mis queridos hermanos: Fabián, Susana y Elita, por brindarme su amor, compañía y motivación a todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	ii
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Arazá (<i>Eugenia stipitata</i>)	1
1.1.1 Origen y distribución geográfica	1
1.1.2 Clasificación taxonómica	2
1.1.3 Morfología general	2
1.1.4 Aspectos ecológicos	3
1.1.5 Manejo del cultivo	3
1.1.6 Composición química y usos	7
1.1.7 Producción nacional e internacional	8
1.1.8 Comercialización	9
1.2 Borojó (<i>Borojoa patinoi</i>)	10
1.2.1 Origen y distribución geográfica	10
1.2.2 Clasificación taxonómica	11
1.2.3 Morfología general	11
1.2.4 Aspectos ecológicos	12
1.2.5 Manejo del cultivo	12
1.2.6 Composición química y usos	15
1.2.7 Producción nacional e internacional	16
1.2.8 Comercialización	17
1.3 Indicadores de madurez	17
1.3.1 Maduración del fruto	18
1.3.1.1 Maduración fisiológica	18
1.3.1.2 Maduración organoléptica	18
1.3.1.3 Maduración comercial	18
1.3.2 Parámetros utilizados en la determinación de los índices de madurez	19
1.3.2.1 Medidas físico-químicas	19
1.3.3 Tecnologías modernas para determinar la maduración de frutos	21
1.3.3.1 Espectrofotómetros de fluorescencia	21
1.3.3.2 Colorimetría	21
1.3.3.3 Espectroscopia del infrarrojo	22
1.3.3.4 Narices electrónicas	22
1.4 Cosecha de frutas	22
1.4.1 Sistemas de cosecha	23
1.4.1.1 Cosecha manual	23
1.4.1.2 Cosecha mecanizada	23
1.4.2 Prácticas de cosecha	24
1.4.2.1 Personal	24
1.4.2.2 Herramientas de cosecha	25

1.4.3	Poscosecha	25
1.4.3.1	Tratamientos físicos aplicados en poscosecha	25
1.4.3.2	Tratamientos químicos y fumigación aplicados en poscosecha	28
1.4.3.3	Pérdidas poscosecha	28
1.5	Almacenamiento y conservación de frutas	28
1.5.1	Instalaciones de almacenamiento	29
1.5.1.1	Almacenamiento natural o de campo	29
1.5.1.2	Locales ventilados	29
1.5.1.3	Ventilación forzada	29
1.5.1.4	Refrigeración	30
1.5.1.5	Humedad relativa y atmósfera controlada	30
1.5.2	Aspectos de calidad en frutas y hortalizas	31
2	PARTE EXPERIMENTAL	32
2.1	Materiales	32
2.1.1	Materia prima	32
2.1.2	Equipos de laboratorio y otros materiales	32
2.2	Métodos	33
2.2.1	Caracterización física y química del arazá y borojó, en las distintas etapas de desarrollo del fruto en la planta	33
2.2.1.1	Factores de estudio	33
2.2.1.2	Tratamientos	33
2.2.1.3	Diseño experimental	34
2.2.1.4	Análisis estadístico	34
2.2.1.5	Manejo específico del experimento	35
2.2.1.6	Procedimiento	35
2.2.2	Definición del tiempo de maduración requerido para alcanzar la condición óptima de consumo	37
2.2.2.1	Factores de estudio	37
2.2.2.2	Unidad experimental	37
2.2.2.3	Análisis estadístico	37
2.2.2.4	Manejo específico del experimento	38
2.2.2.5	Procedimiento	38
2.2.3	Establecimiento de los parámetros de calidad, con base en las pérdidas de fruto ocasionados por diferentes tipos de daños desarrollados durante la conservación al ambiente	39
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
3.1	Evolución de los cambios físicos y químicos del arazá, en las distintas etapas de desarrollo de la planta	40
3.1.1	Selección de árboles de arazá con brotes	41
3.1.2	Control del desarrollo de los brotes y la floración de arazá	42
3.1.3	Control en el desarrollo del fruto de arazá	42

3.1.3.1	Peso y dimensiones	43
3.1.3.2	Color externo e interno	45
3.1.3.3	Firmeza y pH	49
3.1.3.4	Sólidos solubles y acidez titulable	51
3.1.3.5	Relación de madurez	52
3.1.3.6	Rendimientos de pulpa, semilla y cáscara	52
3.2	Evaluación de los cambios físicos y químicos del borojó, en las distintas etapas de crecimiento de la planta	53
3.2.1	Selección de frutos de borojó para las evaluaciones	53
3.2.2	Control en el desarrollo del fruto de borojó	54
3.2.2.1	Peso y dimensiones	55
3.2.2.2	Color externo e interno	57
3.2.2.3	pH	62
3.2.2.4	Firmeza de la pulpa	62
3.2.2.5	Sólidos solubles y acidez titulable	63
3.2.2.6	Relación de madurez	63
3.2.2.7	Rendimientos de pulpa, semilla y cáscara	64
3.3	Determinación del tiempo de maduración requerido, para alcanzar la condición óptima de consumo, del arazá	65
3.3.1	Pérdida de peso	66
3.3.2	Descripción visual de daños	67
3.3.3	Color externo e interno	68
3.3.4	Firmeza de la pulpa	69
3.3.5	pH	70
3.3.6	Rendimientos de pulpa semilla y cáscara	70
3.3.7	Sólidos solubles	71
3.3.8	Acidez titulable	72
3.3.9	Relación de madurez o sabor	73
3.4	Determinación del tiempo de maduración requerido para alcanzar la condición óptima de consumo, del borojó	73
3.4.1	Pérdida de peso	74
3.4.2	Descripción visual de daños	74
3.4.3	Color externo e interno	76
3.4.4	Firmeza de la pulpa	77
3.4.5	pH	77
3.4.6	Rendimientos de pulpa semilla y cáscara	78
3.4.7	Sólidos solubles	79
3.4.8	Acidez titulable	80
3.4.9	Relación de madurez o sabor	80
3.5	Determinación de los parámetros de calidad para el arazá y borojó	81
3.5.1	Parámetros de calidad para el arazá (<i>Eugenia stipitata</i>)	82
3.5.2	Parámetros de calidad para el borojó (<i>Borojoa patinoi</i>)	83

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
4.1	Conclusiones	84
4.2	Recomendaciones	86
	BIBLIOGRAFÍA	87
	ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Caracterización física, química y nutricional del arazá (Eugenia stipitata)	7
Tabla 2. Épocas de producción para el cultivo de arazá	8
Tabla 3. Caracterización física, química y nutricional del borojó (Borojoa patinoi)	15
Tabla 4. Número de plantas y hectáreas sembradas de borojó en Orellana y Sucumbíos	16
Tabla 5. Descripción de los tratamientos para los frutos de arazá	33
Tabla 6. Descripción de los tratamientos para los frutos de borojó	34
Tabla 7. Esquema del análisis de varianza para arazá	34
Tabla 8. Esquema del análisis de varianza para borojó	35
Tabla 9. Escala para determinar daños en los frutos	39
Tabla 10. Características climatológicas del sitio experimental	40
Tabla 11. Color externo e interno del arazá entre los 7 y 28 días	45
Tabla 12. Coloración externa del arazá entre a los 33 y 38 días	46
Tabla 13. Coloración externa e interna del arazá a los 43 y 46 días	48
Tabla 14. Coloración externa e interna del arazá a los 48 días	49
Tabla 15. Relación de madurez del arazá desde los 14 hasta los 48 días	52
Tabla 16. Rendimiento de pulpa, semilla y cáscara desde los 28 hasta los 48 días	53
Tabla 17. Coloración externa e interna del fruto de borojó desde los 180 a los 350 días	57
Tabla 18. Coloración externa e interna del fruto de borojó a los 360 días	61
Tabla 19. Relación de madurez del borojó desde los 180 hasta los 360 días	64
Tabla 20. Rendimiento de pulpa, semilla y cáscara, en edades de cosecha del borojó	65

Tabla 21. Pérdida de peso durante el almacenamiento del arazá, a diferentes edades fenológicas	66
Tabla 22. Diferentes tipos de daños producidos durante el almacenamiento del arazá	67
Tabla 23. Firmeza de la pulpa durante el almacenamiento al ambiente del arazá	69
Tabla 24. pH obtenido durante el almacenamiento al ambiente del arazá	70
Tabla 25. Sólidos solubles durante el almacenamiento del arazá	72
Tabla 26. Acidez titulable durante el almacenamiento del arazá	72
Tabla 27. Relación de sólidos solubles/acidez titulable durante el almacenamiento al ambiente del arazá	73
Tabla 28. Pérdida de peso durante el almacenamiento al ambiente del borjón a diferentes edades fenológicas	74
Tabla 29. Daños producidos durante el almacenamiento del borjón	75
Tabla 30. Firmeza durante el almacenamiento del borjón	77
Tabla 31. pH obtenido durante el almacenamiento del borjón	78
Tabla 32. Sólidos solubles durante el almacenamiento del borjón	79
Tabla 33. Acidez titulable durante el almacenamiento del borjón	80
Tabla 34. Relación de sólidos solubles/acidez titulable durante el almacenamiento al ambiente del borjón	81

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Planta y fruto de arazá	1
Figura 2. Síntomas de insolación en frutos de arazá	6
Figura 3. Productos elaborados con frutales amazónicos del Ecuador	9
Figura 4. Planta y fruto de borojó	10
Figura 5. Productos elaborados con borojó	17
Figura 6. Detección de madurez por espectroscopia infrarrojo cercano en manzanas	22
Figura 7. Cosecha manual del arazá	23
Figura 8. Cosecha mecanizada de cítricos	24
Figura 9. Planta de tratamiento hidro térmico para el mango	26
Figura 10. Almacenamiento en condiciones controladas	31
Figura 11. Brotes de arazá	41
Figura 12. Flor de arazá	42
Figura 13. Flores polinizadas de arazá	42
Figura 14. Desarrollo del fruto de arazá	43
Figura 15. Comportamiento del peso y dimensiones durante el desarrollo del arazá	44
Figura 16. Fruta de arazá de 7 y 14 días	46
Figura 17. Fruta de arazá de 21 y 28 días	46
Figura 18. Frutas de arazá a los 33 días	47
Figura 19. Frutas de arazá a los 38 días	47
Figura 20. Frutas de arazá a los 43 días	48
Figura 21. Frutas de arazá a los 46 días	48
Figura 22. Fruta de arazá, pulpa, cáscara y semilla a los 48 días	49

Figura 23.	Variación de la firmeza de la pulpa y el pH durante el desarrollo del arazá	50
Figura 24.	Evolución de los sólidos solubles y la acidez durante el desarrollo del arazá	51
Figura 25.	Fruta de borojó de 180 días	54
Figura 26.	Comportamiento del peso y dimensiones durante el desarrollo del borojó	56
Figura 27.	Fruta y color externo e interno del borojó a los 180 días	58
Figura 28.	Fruta de borojó de 210 días	58
Figura 29.	Fruta de borojó de 240 días	58
Figura 30.	Fruta de borojó de 270 días	58
Figura 31.	Fruta de borojó de 300 días	58
Figura 32.	Fruta de borojó de 330 días	59
Figura 33.	Fruta de borojó de 335 días	59
Figura 34.	Fruta de borojó de 340 días	59
Figura 35.	Fruta de borojó de 350 días	60
Figura 36.	Pulpa de borojó en estado pintón	60
Figura 37.	Frutos de borojó de 355 días	60
Figura 38.	Frutas de borojó de 360 días	61
Figura 39.	Pulpa de borojó de 360 días	61
Figura 40.	Variación del pH durante el desarrollo del borojó	62
Figura 41.	Variación de los sólidos solubles y la acidez en el desarrollo del borojó	63
Figura 42.	Frutas de arazá cosechadas a cinco edades fenológicas	65
Figura 43.	Deshidratación de frutos maduros de arazá durante el almacenamiento	67
Figura 44.	Frutos de arazá atacados por pudrición durante el almacenamiento	68

Figura 45.	Frutos de 38 días durante el quinto día de almacenamiento	69
Figura 46.	Frutas de arazá cosechadas al inicio (33 días) y final (48 días) de la maduración	71
Figura 47.	Frutos de borjón atacados por pudrición y deshidratación durante el almacenamiento al ambiente	76
Figura 48.	Fruto de borjón en estado pintón durante el almacenamiento	76
Figura 49.	Rendimientos de pulpa, semilla y cáscara de fruto de borjón a los 360 días	79

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO A	
Croquis de las huertas	92
ANEXO B	
Métodos de análisis de laboratorio	94
ANEXO C	
Análisis de varianza para las variables de los frutos	97

RESUMEN

El desarrollo de este proyecto de titulación consistió en la determinación de índices de madurez para la cosecha y conservación al ambiente, del arazá (*Eugenia stipitata*) y borojó (*Borojoa patinoi*). Estos frutales son cultivados, principalmente, en las provincias amazónicas y sus cultivos se encuentran en desarrollo en el litoral ecuatoriano.

Se han determinado los índices de madurez para la cosecha y conservación al ambiente del arazá y borojó, se ha caracterizado física y químicamente en las distintas etapas de desarrollo del fruto en la planta, se ha definido el tiempo de maduración requerido para alcanzar la condición óptima de consumo, después de cada periodo de conservación al ambiente. Además se han establecido los parámetros de calidad, con base en las pérdidas ocasionadas en los frutos debido a diferentes tipos de daños durante la conservación al ambiente.

Se han establecido las ecuaciones de regresión que representan el desarrollo del arazá con relación al peso, las dimensiones, la firmeza de la pulpa, el pH; para el borojó, estas ecuaciones se relacionan con las mismas variables que el arazá, con excepción del pH y la firmeza de la pulpa. La relación de madurez o sabor se cumple y puede ser utilizada para el arazá, con valores para la cosecha a partir de los 38 días con 0,50 y se incrementó hasta el valor de 1,58. En el borojó no se cumple esta relación.

El arazá pueden ser cosechados a los 43 días de edad fenológica con un contenido de los sólidos solubles 3,80° Brix, la firmeza de la pulpa 4,50 kgf, el pH de 2,65, la acidez titulable de 3,22, con una relación de madurez de 1,18; se pueden conservar hasta cuatro días al ambiente, con pérdidas de peso inferiores al 6 % y con leves daños físicos. El borojó puede ser recolectado a los 350 días de edad, con valores de los sólidos solubles 23° Brix, la firmeza de la pulpa 1,90 kgf, el pH de 2,73, la acidez titulable de 3,00; se puede conservar al ambiente hasta siete días, con pérdidas de peso entre el 8 y 12 %, y leves daños físicos.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es considerado como el país con mayor diversidad biológica por unidad de área en América Latina, las condiciones ambientales existentes genera una impresionante diversidad de ecosistemas naturales, a las cuales se han adaptado distintas especies y variedades de plantas y animales (Vásquez y Saltos, 2004).

En la amazonía ecuatoriana se encuentra una amplia gama de especies y variedades de frutas, las cuales son muy ricas en vitaminas, minerales y antioxidantes; además representan una gran oportunidad para el ingreso a nuevos mercados. El arazá y el borjón son frutales que poseen cualidades organolépticas, nutricionales y agronómicas que los hacen una buena opción para el desarrollo de una fruticultura rentable y una alternativa económica, dentro de la cadena agroalimentaria e industrial (Ruiz, 2003).

El Proyecto liderado por el INIAP “Mejoramiento de la Productividad y Calidad de la Fruticultura en la Región Litoral, Andina y Amazónica del Ecuador”, tiene como objetivo, desarrollar prácticas culturales y alternativas tecnológicas para su manejo integrado. En el presente estudio se seleccionó el arazá y el borjón, que se destacan por sus características de adaptación y potencial económico.

Según la información entregada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el último Censo Agropecuario del Ecuador registró para el cultivo de arazá 388 ha de superficie cosechada, 39 t de producción y 12 t en ventas; y para el cultivo del borjón, 844 ha de superficies cosechadas, 26 t de producción y 9 t correspondiente a las ventas.

El manejo deficiente en poscosecha afecta gravemente a la economía de los productores, comercializadores y consumidores; provoca en los frutos la baja calidad y una vida útil extremadamente corta, lo que impide que alcance mercados exigentes y lejanos. El grado de madurez de la fruta al momento de la cosecha, es un factor de primera importancia, debido a que de él depende

principalmente la palatabilidad y la aceptación del producto por el consumidor (Berger, 2006).

La determinación objetiva de la madurez hortícola o de corte, ha ocupado la atención de muchos investigadores, ya que el número de indicadores es escaso y para la mayoría de los productos vegetales continúa la búsqueda de un índice satisfactorio. El índice de madurez para un producto vegetal implica una medida o medidas que pueden emplearse para identificar un estado de desarrollo en particular. Estos índices, son muy importantes para la comercialización en fresco de los productos vegetales por razones del cumplimiento de normas o estándares establecidos, estrategias de mercado y eficacia en el empleo de recursos para la labor de la cosecha (Kays, 1991).

Para determinar los índices de madurez para la cosecha y conservación al ambiente del arazá y borjón se establecieron los siguientes objetivos:

- Caracterizar física y químicamente el arazá y el borjón, en las distintas etapas de desarrollo del fruto en la planta.
- Definir el tiempo de maduración requerido para alcanzar la condición óptima de consumo, después de cada periodo de conservación al ambiente.
- Establecer los parámetros de calidad, con base a las pérdidas del fruto ocasionadas por diferentes tipos de daños desarrollados durante la conservación al ambiente.

ABREVIATURAS

BCA:	Bloques completamente al azar
BHA:	Hidroxianisol butilado
BLAA:	Biblioteca Luis Ángel Arango
CODESO:	Corporación para el Desarrollo Sostenible
CORPOICA:	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CEA:	Coordinadora Ecuatoriana de Agroecología
CV:	Coefficiente de variación
EDA:	Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores
EECA:	Estación Experimental Central de la Amazonia
EESC:	Estación Experimental Santa Catalina
EPI:	<u>Earthly Products Inc</u>
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación
INIAP:	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
kgf:	Kilogramos fuerza
OMS:	Organización Mundial de la Salud
pH:	Potencial de Hidrogeno
PROFORS:	Programa Forestal Sucumbíos
SOPP:	Orto-fenil-fenato de sodio
TCA:	Tratado de Cooperación Amazónica

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ARAZÁ (*Eugenia stipitata*)

En la Figura 1 se presenta el fruto y la planta de arazá.



Figura 1. Planta y fruto de arazá

1.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El sudoeste de la amazonía es la región de mayor diversidad genética de *Eugenia stipitata*, por lo que es considerada como el probable centro de origen de la especie. El arazá abarca el Estado de Acre en Brasil y el Departamento de Loreto en Perú, donde se ha verificado la existencia de grandes poblaciones espontáneas en el valle del río Ucayali (TCA y FAO, 1999; Loor y Reyes, 2007).

Se distinguen dos subespecies: *stipitata*, típica del Perú y *sororia* que se cultiva en Brasil. El cultivo de la subespecie *sororia* ha sido más difundido que la subespecie *stipitata*, es cultivada desde hace mucho tiempo en el Perú, Brasil, Ecuador, Colombia, Bolivia y, recientemente, en Costa Rica (Escobar *et al.*, 1996).

1.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La especie *Eugenia stipitata* fue clasificada en 1956 por R. McVaugh, quien verificó la existencia de dos poblaciones de *Eugenia stipitata* que se podrían describir como especies independientes (TCA y FAO, 1999).

La clasificación taxonómica del arazá es la siguiente (Hernández *et al.*, 2006):

Reino vegetal: Plantae

Familia: Myrtaceae

Género: Eugenia

Especie: *Eugenia stipitata* Mc Vaugh

1.1.3 MORFOLOGÍA GENERAL

- **Hojas**

El árbol de arazá mide de 12 a 15 m de altura. La cara inferior de las hojas presenta pelos duros de 0,5 mm de largo. La hoja es simple, entera, opuesta y peninervada; la lámina es ovalada o elíptica, mide entre 3,5 y 9,5 cm de ancho y 8 a 18 cm de largo; el pecíolo mide 3 mm de largo; la base es atenuada, obtusa o subcordada y el ápice es acuminado (Escobar *et al.*, 1996).

- **Flores**

La floración es un pequeño racimo axilar, que contiene de 1 a 10 flores pediceladas; pero sin flor terminal. La flor es diperiantada, heteroclamídea y hermafrodita. El pedúnculo mide de 10 a 20 mm de largo, presenta dos bracteólas lineales de 1 a 2 mm de largo, en la parte media. Los sépalos son redondeados, miden de 4 a 6 mm de ancho y 4 a 5 mm de largo. Los pétalos son ovalados, blancos, miden 4 mm de ancho y 10 mm de largo. El número de estambres es de 100 a 150. El gineceo es tetracarpelar y sincárpico. El ovario es inferior,

tetralocular, con 5 a 8 óvulos anátropos, en cada lóculo, organizados en dos hileras verticales. La placentación es axial (TCA y FAO, 1999; AGRONET, 2001).

- **Fruto**

El fruto se caracteriza por ser una baya. El epicarpio es delgado, presenta pubescencia fina y color verde claro que se torna amarillento o anaranjado en la madurez. La pulpa o mesocarpio es espesa, jugosa, entre amarillo y naranja, aromática y agridulce; y la cavidad interior del fruto está ocupada por un número de 12 a 16 semillas (Hernández y Barrera, 2000; AGRONET, 2001).

1.1.4 ASPECTOS ECOLÓGICOS

El arazá se desarrolla exitosamente en sectores con clima tropical húmedo, con temperaturas que fluctúan entre los 22 y 23° C, sin problemas de heladas y con precipitaciones entre los 200 a 4.000 mm/año, es decir a los bosques: húmedos tropicales, muy húmedos tropicales y hasta pluvial tropical (Loor y Reyes, 2007).

Crece en áreas cuya radiación solar va desde las 1.200 horas/año de brillo solar hasta superiores a 2.000 horas/año. Durante la formación de la plántula, el ambiente debe presentar un 25 a 50 % de luminosidad hasta pocos meses antes del trasplante. De ahí en adelante, la radiación solar debe aumentar gradualmente hasta alcanzar el 100 % (Escobar *et al.*, 1996; TCA y FAO, 1999).

1.1.5 MANEJO DEL CULTIVO

La propagación del arazá se realiza por medio de semillas, las cuales deben provenir de árboles con buenas características de formación y producción. A continuación se despulpan los frutos, las semillas obtenidas deben ser lavadas para eliminar la pulpa adherida y luego deben ser sometidas a un secado parcial, a la sombra, por un período máximo de 24 horas (Pashanasi, 1999).

- **Semilleros**

Los semilleros deben permanecer en lugares completamente sombreados. Las semillas se plantan a distancias de 2 cm y cubiertas al mismo nivel, pues coberturas mayores inhiben la germinación. Como almácigo, se recomienda madera blanda, parcialmente descompuesta. La germinación de las semillas de arazá es lenta y no uniforme, puede tardar entre 45 y 90 días para iniciar y 180 y 270 días para terminar el proceso (TCA y FAO, 1999).

- **Vivero**

Las plántulas se mantienen en el semillero hasta alcanzar de 7 a 10 cm de altura; entonces, se las trasplanta a bolsas de polietileno, llenas con una mezcla de tierra y 10 % de estiércol. Las plantas permanecen en el vivero aproximadamente de 6 a 8 meses, las cuales deben alternar periodos de sombra y sombra parcial. La eliminación de las malezas es manual, se deben realizar inspecciones periódicas, para observar la presencia de plagas y enfermedades (Escobar *et al.*, 1996; CEA, 2003; TCA y FAO, 1999).

- **Campo**

Se adapta en suelos con alta saturación de aluminio y bajos niveles de fertilidad, con un pH de 4,5 a 5,5. Prospera en suelos francos y profundos y con buen drenaje. Para la siembra se seleccionan plantas cuya altura alcanza los 30 a 40 cm, con un alto vigor y buen estado sanitario. La preparación del terreno se realiza con antelación, cuyas prácticas incluyen: labores de roza de vegetación herbácea y arbustiva, trazado y ahoyado (CEA, 2003; Escobar *et al.*, 1996).

La distancia de siembra utilizada es de 4 x 4 m, con lo cual se logra una densidad poblacional de 625 plantas/ha. Durante el primer año, el arazá puede asociarse con cultivos de ciclo corto, como por ejemplo la yuca o el maíz. Esto permite que la planta, por su rápido desarrollo y precocidad, produzca frutos en las primeras etapas del cultivo (TCA y FAO, 1999; CEA, 2003).

- **Fertilización**

Se recomienda la fertilización orgánica durante los dos primeros años, a razón de 10 kg/planta/año y a partir del tercer año, una suplementación mineral que responda a las necesidades locales (Escobar *et al.*, 1996).

- **Limpieza del área**

Las plantas deben tener una poda de formación en el vivero. En el campo definitivo se realiza una poda adicional, para formar de tres a cuatro ramas gruesas. Deben recibir las podas anuales de limpieza propias de todo árbol frutal. El uso de leguminosas, como cobertura del suelo, ayuda a disminuir el número de limpiezas (CONCOPE, 2009; TCA y FAO, 1999).

- **Control de plagas, enfermedades y otros tipos de daños**

La mosca de la fruta (*Anastrepha obliqua*) es una de las principales plagas del arazá, en la época seca; las larvas se alimentan de la pulpa y se controla mediante trampas atrayentes que contengan cebo compuesto de proteína hidrolizada, además, de agregar un insecticida (Pashanasi, 1999).

Otra plaga es el picudo del fruto (*Conotrachelus* sp.), las larvas atacan la parte superficial de la semilla; se controla mediante la cosecha de los frutos maduros y eliminación de los atacados, lo que destruye las larvas para evitar la reinfestación (CEA, 2003).

Los daños fisiológicos observados en el fruto de arazá son la insolación y la caída del fruto; los cuales están relacionados a la libre exposición de la superficie del fruto a la radiación solar y al cambio brusco de temperaturas, respectivamente. En la Figura 2 se visualizan los daños por insolación (TCA y FAO, 1999).



Figura 2. Síntomas de insolación en frutos de arazá

Fuente: TCA y FAO, 1999

- **Cosecha**

El arazá es considerado por la bibliografía como climatérico, por lo tanto se puede cosechar cuando ha alcanzado su madurez fisiológica, por lo que continúa el proceso de maduración, después de la cosecha. Este fruto se recolecta cuando presenta un cambio de coloración de verde intenso a verde claro sin brillo o cuando en su parte inferior aparecen los primeros visos amarillos. La firmeza, el color y el contenido de sólidos solubles totales constituyen índices de cosecha apropiados para esta fruta (AGRONET, 2001; Hernández y Barrera, 2000).

- **Poscosecha**

Los frutos cosechados deben ser lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio al 2 % por 25 minutos, o soluciones de productos orgánicos. Luego pasan por la fase de selección, en donde se separa el producto en diferentes grupos con propiedades físicas diferentes, con el fin de retirar aquellos frutos que presenten defectos e impidan su venta o transformación. El empaque debe proteger al producto contra golpes y presiones (Hernández y Barrera, 2000).

La conservación de los frutos se lleva a cabo en temperaturas de refrigeración, la misma que disminuye la actividad enzimática y en consecuencia hay menor actividad respiratoria (Hernández *et al.*, 2007).

1.1.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y USOS

En la Tabla 1 se presenta la caracterización física, química y nutricional del arazá.

Tabla 1. Caracterización física, química y nutricional del arazá (*Eugenia stipitata*)

ANÁLISIS*		ARAZÁ
Humedad (%)		95,12
Cenizas (%)		0,14
Extracto etéreo (%)		0,04
Proteína (%)		0,71
Fibra cruda (%)		0,37
Carbohidratos totales (%)		3,62
pH		2,79
Acidez titulable (% ácido málico)		2,79
Sólidos solubles (° Brix)		4,40
Azúcar total (%)		1,89
Vitamina A (UI/100 g)		150,21
Vitamina C (mg/100g)		36,84
Polifenoles totales (mg/100 g)		121,16
Carotenoides totales (mg/100 g)		0,27
Antocianinas (mg/100 g)		0,04
Actividad antioxidante (µmol equivalente trolox/g)		5
Minerales (µg/g)	Calcio	100
	Magnesio	47
	Potasio	500
	Fósforo	100
	Sodio	9
	Hierro	1
Minerales (µg/kg)	Zinc	2
	Selenio	0,02
	Cadmio	4
	Plomo	40

* En fresco

Fuente: Brito *et al.*, 2009

El arazá está constituido por 61 % de pulpa, 22 % de semillas y 17 % de cáscara. Es muy aromático. Posee bajo contenido de azúcar, pero con un alto contenido de agua, polifenoles y vitamina A. Estos últimos compuestos actúan como antioxidantes en el cuerpo, lo protege de la acción dañina de los radicales libres, los cuales están involucrados en la mayoría de las enfermedades degenerativas (Brito *et al.*, 2009).

La pulpa de arazá se puede utilizar en la agroindustria para la elaboración de néctares, jaleas, helados, yogur, tortas, cocteles y vino, o en consumo directo en la preparación de jugos. También tiene alto potencial para la producción de fruta deshidratada y para la extracción de aceites esenciales (Ruiz, 2003).

1.1.7 PRODUCCIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL

En la Tabla 2, se observan las zonas y los meses de producción de esta fruta en el Ecuador. El valor de 1 equivale a una producción baja, el 2 corresponde a una producción media y el 3 a una producción alta (Loor y Reyes, 2007; CEA, 2003).

Tabla 2. Épocas de producción para el cultivo de arazá

REGIÓN	CANTONES	MESES											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Norte	Cascales /LagoAgrio	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1
	Shushufindi /Sacha	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1
	Coca	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1
	Loreto	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1
Centro	Archidona /Tena	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1
	Mera/Puyo	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1
	Palora	3	1	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1
	Macas	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1
	Sucua /Logroño	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1
	Méndez	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1
	Gualaquiza	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
Sur	Yantzaza /El Panguí	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1
	Nangaritza /Cóndor	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: CEA, 2003

Las mayores áreas de siembra de arazá se encuentran en Colombia, en los departamentos Amazónicos de Caquetá, Putumayo y Guaviare, principalmente. La actividad frutícola se encuentra en manos de pequeños productores, dado que el 63 % de las fincas que poseen cultivo de frutales amazónicos son menores a 50 hectáreas (Hernández *et al.*, 2006).

1.1.8 COMERCIALIZACIÓN

Las frutas amazónicas son poco conocidas por la población, pero prometen un gran potencial no solo en términos de mercado, sino también como una alternativa de desarrollo social y de conservación del medio ambiente (CEA, 2003).

La Planta Piloto Agroindustrial La Gamboina esta ubicada en la provincia de Orellana, su ocupación es aprovechar los principales recursos naturales como son las frutas de la amazonia. Los productos que se obtienen son: mermeladas, pulpas, jugos, como los presentados en la Figura 3. La planta comercializa sus productos básicamente en el mercado local, con excepción de las mermeladas, que son vendidas en algunos mercados de Quito entre los que destaca Camari y Maquita Cusunchic (Loor y Reyes, 2007; Bone *et al.*, 2004).



Figura 3. Productos elaborados con frutales amazónicos del Ecuador

En la provincia de Pastaza, existe la Planta Agroindustrial La Delicia, que se encarga de producir y comercializar productos con frutas no tradicionales. Los productos elaborados son: pulpa, mermelada, jalea y bolos de arazá, guayaba, piña y papaya. La distribución de sus productos se realiza en los cantones: Mera, Puyo, Baños y Ambato (Bone, *et al.*, 2004; Loor y Reyes, 2007).

Existen organizaciones, asociaciones, grupos de comunidades o gremios diseminados en distintas regiones amazónicas del país, involucrados en la producción de frutales. En la mayoría de los casos, la organización impulsa proyectos de producción y comercialización, pero enfrentan serios problemas de financiamiento y comercialización. Al mismo tiempo, se confirma la ausencia de una política para el productor rural que proporcione, de forma coherente los elementos para fortalecer la cadena productiva (Ruiz, 2003).

1.2 BOROJÓ (*Borojoa patinoi*)

1.2.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Su nombre proviene del dialecto citara y significa árbol de cabeza colgante. Es una planta silvestre de la cuenca occidental y sur del río Amazonas, en la zona compartida entre Perú, Brasil y Bolivia (ríos Alto Amazonas, Purús Central y Madeira). En la zona del Chocó, costa pacífica de Colombia, se encuentra la especie *Borojoa Patinoi* Cuatrec (Vélez, 2005).

En la Figura 4 se presenta el fruto y la planta de borojón.



Figura 4. Planta y fruto de borojón

1.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

En los años 1948 y 1951, el Doctor Víctor Manuel Patiño realizó el descubrimiento de la especie de borojó, de entre algunas especies del Chocó y las llevó donde el Doctor José Cuatrecasas, profesor de taxonomía de la Universidad de Colombia, quien lo clasifica, y lo denomina *Borojoa patinoi* (EPI, 1999).

La clasificación taxonómica del borojó es la siguiente (Linares, 2007).

Reino vegetal: Plantae

Familia: Rubiaceae

Género: *Borojoa*

Especie: *Borojoa patinoi* Cuatrec
Borojoa sorbilis Cuatrec

1.2.3 MORFOLOGÍA GENERAL

- **Hojas y tallo**

Esta especie es una planta dioica, cuya altura va de los 3 a 5 m. El tallo es erecto. Las hojas son decusadas, con estípulas bien definidas, coriáceas (Nutriward, 1995).

- **Flores**

Las flores femeninas son solitarias y terminales, con dos pares de estípulas bracteales y seis estigmas más largos. El ovario es ínfero, con cáliz umbilicado en la base, seis cavidades y muchos óvulos. La corola tiene seis a nueve pétalos, estambres lineales, vacíos o estériles. Las flores masculinas se encuentran en capítulos, cáliz corto, prismático o cónico, generalmente actinomorfas, sésiles, pentámeras desprovistas de ovario (Vélez, 2005).

- **Fruto**

El fruto es una baya carnosa de 7 a 12 cm de largo y diámetro similar; puede ser periforme y generalmente achatado en el ápice, de color verde al principio y pardo al madurar. La pulpa está constituida por el mesocarpio y el endocarpio, sin separación aparente con la cáscara, posee en promedio 300 semillas (Escobar y Vargas, 2009).

1.2.4 ASPECTOS ECOLÓGICOS

Esta fruta crece en bosques húmedos, con temperaturas aproximadas de 24 a 28° C, humedad relativa de 85 % y se adapta a alturas de hasta 1200 m. El borojó necesita sombra parcial permanente, con una precipitación pluvial que va desde los 2000 a 4000 mm anuales (Hollihan, 2004; PROFORS y CODESO, 1999).

1.2.5 MANEJO DEL CULTIVO

Las semillas deben tomarse de frutos maduros provenientes de árboles madres de excelente calidad (buena producción, resistentes a plagas y enfermedades), a continuación, deben ser lavadas con agua y se secan a la sombra, por no menos de dos días. Debido a que la especie es dioica, las plantas masculinas no producen frutos, por lo que es conveniente la propagación de las plantas femeninas por la vía asexual, a través de injertos (CEA, 2003).

- **Semilleros**

Las semillas deben ser colocadas en cajas germinadoras o almácigos, bajo sombra. Se recomienda sustrato de aserrín descompuesto, arena o tierra vegetal. La germinación es de tipo epigea, la emergencia de las plántulas se inicia 25 días después de la siembra y se prolonga hasta los 55 días. (PROFORS y CODESO, 1999; CEA, 2003).

- **Vivero**

Las plántulas recién germinadas permanecen en el vivero entre 9 a 10 meses, hasta que alcancen una altura de 35 cm y ser trasplantadas al campo. Las plantas masculinas no producen frutos, por lo que debe realizarse la propagación de las plantas femeninas por la vía asexual, a través de injertos. Los patrones deben ser sembrados en un sustrato compuesto de arena, tamo de arroz y materia orgánica, en un ambiente sombreado y una humedad relativa mayor al 85 %. El tiempo de permanencia de la planta en el vivero es de cuatro meses (CEA, 2003).

- **Campo**

La especie se produce en suelos ligeramente ácidos con pH de 5,5 - 6,5. La capa freática del suelo debe estar a 1,20 m de profundidad mínima, no se recomienda plantar en suelos con pendiente superior al 30 %. La densidad de siembra es de 3 x 4 m, con 833 plantas/ha en combinación con otros árboles bajo sistemas agroforestales, cuya producción es de 12.000 frutos/ha, con un peso de 8 a 10 toneladas/ha/año. Debe tenerse la precaución de incluir por lo menos 5 % de plantas masculinas, equilibradamente distribuidas para la polinización (PROFORS y CODESO, 1999; Hollihan, 2004; Vélez, 2005).

- **Fertilización**

Al momento del trasplante se aplica de 100 a 120 g de abono completo, en la corona. A los dos o tres meses después se emplean 20 g de úrea. Un año después del trasplante se aplican 40 g de úrea y 30 g de fertilizante completo (10-30-10). Tres meses más tarde se complementa con 40 g de úrea y a partir de los dos años, se aplican 80 g de úrea, dos veces al año (CEA, 2003).

- **Podas**

La planta debe ser podada para el "descope" a 3 m, lo cual determinará la altura del arbusto y facilitará las labores culturales y de cosecha. Las podas también se

basan en la eliminación de brotes que crecen a lo largo del tallo principal, en el exceso de ramas laterales, en la presencia de ramas enfermas o muertas de la planta. (PROFORS y CODESO, 1999; TCA, 2000).

- **Plagas y enfermedades y otros tipos de daños**

No se han observado plagas y enfermedades que afecten significativamente e incidan en la producción del borjón, excepto la hormiga arriera (*Atha cephalotes*), la cual defolia la planta si no se controla oportunamente, mediante el uso de cebos y polvos tóxicos. Los rayos solares pueden incidir directamente en el fruto producen manchas negras en la cáscara de la fruta y su posterior cuarteadura (Marcela, 2009).

- **Cosecha**

Estos frutos no completan la maduración si se los cosecha inmaduros, es decir son no climatéricos; se deben coleccionar inmediatamente después de la caída natural de los mismos, cuando han completado su desarrollo. Se recomienda cosechas diarias a fin de evitar su deterioro y el daño provocado por los animales. También pueden ser cosechados al estado sazón (maduro firme), el cual se reconoce por la caída de todas las hojas de la rama, la fruta toma color verde oscuro y las estípulas del fruto se pudren (TCA, 2000).

- **Poscosecha**

Los frutos maduros que han sido recolectados, deben ser lavados en agua y mantenidos en lugares sombreados con buena ventilación. La maduración de los frutos, cosechados en estado sazón, puede llevarse a cabo en cámaras con humedad relativa del 100 % y 30° C de temperatura, en un lapso de 20 días, lo que facilita su transporte (Nutriward, 1995).

El borjón es un producto muy resistente y duradero, ya que almacenado a temperatura ambiente en un lugar cubierto, sin cambios excesivos de

temperatura, escasa manipulación del producto y almacenado en recipientes de poca capacidad, puede durar hasta unos tres meses antes de comenzar a mostrar indicios de daño. En refrigeración puede durar hasta seis meses (Vélez, 2005).

1.2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y USOS

En la Tabla 3 se detalla la caracterización física, química y nutricional del borojó; la cual tiene una alta actividad antioxidante, así como un contenido apreciable de azúcares, calcio, potasio, sodio, hierro y vitamina A. El fruto está constituido por 61 % de pulpa, 24 % de semillas y 15 % de cáscara (Brito *et al*, 2009).

Tabla 3. Caracterización física, química y nutricional del borojó (*Borojoa patinoi*)

ANÁLISIS*		BOROJÓ
Humedad (%)		65,45
Cenizas (%)		0,76
Extracto etéreo (%)		0,09
Proteína (%)		1,01
Fibra cruda (%)		3,75
Carbohidratos totales (%)		28,94
pH		2,92
Acidez titulable (% ácido málico)		3,85
Sólidos solubles (° Brix)		24,36
Azúcar total (%)		16,60
Vitamina A (UI/100 g)		253
Vitamina C (mg/100g)		12,40
Polifenoles totales (mg/100 g)		26,23
Carotenoides totales (mg/100 g)		0,08
Antocianinas (mg/100 g)		0,13
Actividad antioxidante (μmol equivalente trolox/g)		18
Minerales (μg/g)	Calcio	300
	Magnesio	200
	Potasio	3400
	Fósforo	200
	Sodio	100
	Hierro	9
	Zinc	3
Minerales (μg/kg)	Selenio	0,07
	Cadmio	10
	Plomo	40

*En fresco

Fuente: Brito *et al.*, 2009

El borojó presenta condiciones excepcionales para la farmacopea y la industria alimenticia. Se utiliza para la preparación de chicha, jugos, jaleas, pulpas, mermeladas, helados, salsa agridulce, compotas, pastas deshidratadas, extractos en esencias y licores de borojó (Vélez, 2005).

1.2.7 PRODUCCIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL

En el Ecuador, la producción que existe es mayoritariamente silvestre o en pequeñas fincas, en distintas comunidades de la provincia de Esmeraldas y en la región amazónica. En Esmeraldas, es sembrado en las comunidades indígenas de los AWA, Mataje y Guadualito. La Fundación Altrópico mantiene un proyecto de apoyo a la producción agroforestal, en el cual promueve el cultivo y comercialización en casi todas las comunidades AWA (Hollihan, 2004).

En la Tabla 4 se observa la producción de borojó en las provincias de Orellana y Sucumbíos (Escobar y Vargas, 2009):

Tabla 4. Número de plantas y hectáreas sembradas de borojó en Orellana y Sucumbíos

PROVINCIA	LOCALIDAD	NÚMERO DE PLANTAS	ÁREA (ha)
Orellana	Coca	4.000	4,8
	Sacha	10.000	12
	Loreto	1.000	1,3
Sucumbíos	Shushufindi	10.000	12
	Cascales	4.000	4,8

Fuente: Escobar y Vargas, 2003

En cuanto a la producción internacional de la fruta, se identifican como grandes productores las poblaciones amazónicas nativas de Perú, Colombia y en Brasil, donde el período de cosecha está concentrado en los meses de febrero y marzo. En menor proporción producen regiones de México y las Antillas (Vélez, 2005). En la Figura 5 se muestran algunos productos colombianos elaborados con frutos de borojó.



Figura 5. Productos elaborados con borjón
(BLAA, 2001)

1.2.8 COMERCIALIZACIÓN

En el Ecuador no se registran exportaciones de borjón, ya sea como producto fresco o congelado. La demanda es muy pequeña, principalmente por desconocimiento de la población, debido a que no existe una oferta permanente y una promoción de esta fruta. Las plantas procesadoras “La Gamboina” en la provincia de Orellana y “La Delicia” en la provincia de Pastaza, elaboran productos de borjón y otras frutas no tradicionales (Loor y Reyes, 2007).

Colombia es el único país que exporta este fruto a Panamá, pero no abastece toda la demanda de la materia prima que este país necesita, por lo que, puede ser un comprador potencial, ya que utiliza su pulpa para la producción de bebidas, solas o acompañadas con otras frutas (Hollihan, 2004).

1.3 INDICADORES DE MADUREZ

A medida que el fruto se desarrolla en el árbol, sufre una serie de cambios anatómicos, fisiológicos y bioquímicos. Estos cambios son el resultado de la

reestructuración metabólica y química que se desencadena dentro del fruto. En los frutos climatéricos, este proceso es controlado por el etileno y su actividad respiratoria (Angón *et al.*, 2006).

1.3.1 MADURACIÓN DEL FRUTO

La maduración del fruto puede dividirse en tres etapas fisiológicas fundamentales: crecimiento, maduración y senescencia. El periodo de maduración es el más importante y complejo durante el desarrollo del fruto. Esta etapa se divide en madurez fisiológica, organoléptica y comercial. A continuación se explica cada una de ellas (Wills *et al.*, 1997).

1.3.1.1 Maduración fisiológica

La madurez fisiológica se refiere a la etapa del desarrollo del fruto en que se ha producido el máximo crecimiento y maduración. No siempre es posible distinguir claramente las tres fases del desarrollo en la planta (crecimiento, madurez y envejecimiento) porque las transiciones entre las etapas son, a menudo, muy lentas y poco diferenciadas (FAO, 1987).

1.3.1.2 Maduración organoléptica

La maduración organoléptica hace referencia al proceso, en el cual las frutas adquieren las características sensoriales que las definen como comestibles. Es un proceso que transforma un tejido fisiológicamente maduro; pero, no comestible, en otra visual, olfatoria y gustativamente atractivo. Esta etapa es un proceso que comienza durante los últimos días de maduración fisiológica y que irreversiblemente conduce a la senescencia de la fruta (Brezmes, 2001).

1.3.1.3 Maduración comercial

La madurez comercial puede coincidir o no con la madurez fisiológica. En la mayor parte de los frutos el máximo desarrollo se alcanza antes de que el

producto alcance el estado de preferencia de los consumidores, pero en aquellos que son consumidos inmaduros tales como el pepino, las arvejas, ciertas hortalizas, etc., la madurez comercial se alcanza mucho antes que la fisiológica (López, 2003).

La madurez comercial hace referencia al momento adecuado de proceder a la recolección de un producto destinado a un fin concreto, con el objeto de cumplir las exigencias del mercado (Wills *et al.*, 1997).

1.3.2 PARÁMETROS UTILIZADOS EN LA DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE MADUREZ

El índice de madurez para un producto vegetal implica una medida o medidas que pueden emplearse para identificar un estado de desarrollo en particular. Los índices de madurez varían de acuerdo con las especies y cultivares. Un índice de madurez que sirve en una zona o localidad, no tiene por qué servir en otra zona o localidad, debido a que existen muchos factores que afectan la madurez, como el terreno, clima, vigor de la planta, riego, etc. (Berger, 2006).

Los índices más utilizados para medir la madurez de un fruto son el color de fondo, la firmeza, el contenido de sólidos solubles, la prueba de almidón y la acidez. Otros, como el número de días desde la plena floración, la intensidad de respiración y la producción de etileno, son los más indicados para estudiar las características fisiológicas (Angón *et al.*, 2006; Wills, 1989).

1.3.2.1 Medidas fisicoquímicas

- **Firmeza**

La textura de las frutas cambia debido a la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra y por los procesos degradativos de las paredes celulares. La determinación de la firmeza de una

fruta por medio de un penetrómetro, se basa en la presión necesaria para insertar un puntal de tamaño específico en la pulpa de la fruta a una profundidad dada. (Arias y Toledo, 2000; Angón *et al.*, 2006).

- **Sólidos solubles**

Las frutas y hortalizas contienen sólidos solubles, entre los cuales están los ácidos orgánicos, los aminoácidos, la sacarosa y otros tipos de azúcares, por lo que es más frecuente determinar su contenido total en porcentaje. Se puede disponer de un refractómetro manual, que funciona por el principio de prismas ópticos inclinados, otros factores y una escala para la lectura directa de los grados Brix (Bósquez, 1992; Scheitler, 2003).

- **Colorimetría tradicional**

Es una técnica en la que el productor establece sus propios colores para un determinado fruto, con base en la experiencia de las personas, registra en una tabla los distintos colores de maduración, la cual se proporciona a los recolectores (Angón *et al.*, 2006).

- **Acidez titulable**

Esta medición se realiza mediante la neutralización de los jugos o extractos de frutas con una base fuerte. El pH aumenta durante la neutralización y la acidez titulable se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba. En la práctica, se toma como un pH final de 8,2, cuando se usa fenolftaleína como indicador. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto vegetal (Bósquez, 1992).

- **Índice de almidón**

Durante la maduración, el almidón de algunas variedades de frutas se rompe en azúcares. Esta conversión empieza en el corazón del fruto y avanza por la pulpa

hacia la periferia. Esta prueba determina la cantidad de almidón en la pulpa del fruto, por medio de una solución de yodo, que toma un color azul al entrar en contacto con el almidón (Brezmes, 2001).

1.3.3 TECNOLOGÍAS MODERNAS PARA DETERMINAR LA MADURACIÓN DE FRUTOS

La maduración forma parte integral del desarrollo de la planta o de un órgano en el que no hay transiciones bruscas, por ello no es posible establecer un valor concreto de ningún parámetro que indique su comienzo o final. Las tecnologías modernas que pueden utilizarse en un futuro más o menos próximo cabe citar las siguientes (Wills *et al.*, 1997):

1.3.3.1 Espectrofotómetros de fluorescencia

Detectan la pérdida de integridad de los cloroplastos asociada con el estrés o la senescencia. Las imágenes de rayos X y sistemas de resonancia magnética nuclear se basan en la detección de la diferencia en la densidad de los tejidos o en la movilidad de los protones en el seno de los frutos, respectivamente. Estas técnicas revelan el inicio de la madurez del mesocarpio (Antón *et al.*, 2006).

1.3.3.2 Colorimetría

La colorimetría es el único de los métodos físico-químicos que no requiere la destrucción de la muestra. Se utiliza un aparato calibrado denominado colorímetro, cuya función es describir la coloración de la fruta objeto de la medición. Para ello, el equipo emite la lectura de tres parámetros, L^* , a^* , b^* , según el estándar C.I.E. $L^*a^*b^*$. La luminosidad viene descrita por L^* . El color negro presenta una luminosidad de 0 mientras que el blanco una luminosidad de 100. Los parámetros a^* y b^* se utilizan para evaluar la saturación y el tono. La saturación da la pureza de un color y el tono es el color propiamente dicho (Brezmes, 2001; Brezmes, 2001).

1.3.3.3 Espectroscopia del infrarrojo

Permite medir el contenido de azúcares en diversas frutas, para lo cual emplea las variaciones del espectro infrarrojo. Este método determina la madurez de las frutas y su vida útil. Es posible clasificarlas y establecer la temperatura y tiempo de almacenamiento más adecuados. En la Figura 6 se presenta la detección de la madurez de la manzana ([Consumer Eroski](#), 2009).



Figura 6. Detección de madurez por espectroscopia infrarrojo cercano en manzanas (Self, 2004)

1.3.3.4 Narices electrónicas

Permite monitorear el proceso de maduración de la fruta de forma no destructiva. Los sistemas de olfato electrónico son instrumentos basados en una matriz de sensores químicos semiconductores, cuyas sensibilidades están parcialmente solapadas (Brezmes, 2001).

1.4 COSECHA DE FRUTAS

La cosecha consiste en recoger el producto del campo, con un nivel adecuado de madurez, con un mínimo de daños y pérdidas, y costos. El manejo de la cosecha requiere de una buena planificación de la producción para asegurar que la madurez del cultivo coincida con la demanda del mercado (Arias y Toledo, 2000).

1.4.1 SISTEMAS DE COSECHA

Existe dos sistemas de cosecha, manual y mecanizada. A continuación se describe cada una de ellas (López, 2003).

1.4.1.1 Cosecha manual

La cosecha manual es el sistema predominante para la recolección de frutas y hortalizas, en la Figura 7 se presenta la cosecha manual del arazá.



Figura 7. Cosecha manual del arazá

1.4.1.2 Cosecha mecanizada

La cosecha mecanizada tiene como ventaja la rapidez y un menor costo por tonelada recolectada, pero al ser destructiva, sólo puede ser utilizada en cultivos de maduración concentrada. Como desventajas, se pueden mencionar que toda la operación debe estar diseñada para la cosecha mecánica, que empieza por el cultivo, la distancia entre hileras, la nivelación del terreno, las labores culturales y especialmente las variedades, que se adapten a un manipuleo más rudo. En la Figura 8 se presenta un ejemplo de cosechadoras mecanizadas para cítricos.



Figura 8 Cosecha mecanizada de cítricos
(FAO, 2006)

1.4.2 PRÁCTICAS DE COSECHA

Los daños producidos durante la cosecha causan serios problemas, ya que predisponen al producto a pudriciones, pérdida de agua y aumento en la respiración y producción de etileno, que conducen a su rápido deterioro. Por lo tanto, es importante la capacitación del personal y los recipientes y herramientas adecuados para la cosecha (López, 1995).

1.4.2.1 Personal

El personal encargado debe ser entrenado en las técnicas de cosecha, esto es de especial importancia si el producto es recolectado y empacado en el campo, en cuyo caso el cosechador realiza, además, las labores de selección y clasificación para lo cual debe contar con el conocimiento necesario. Se requiere capacitación tanto en aspectos generales, como en técnicas específicas relacionadas con la selección de la madurez, el método de desprendimiento, el mantenimiento del equipo, la higiene y la división del trabajo (Arias y Toledo, 2000).

1.4.2.2 Herramientas de cosecha

Los recipientes usados por los cosechadores en el campo deben estar limpios, con superficies interiores lisas y carecer de bordes ásperos. Las bandejas o las canastas de plástico son relativamente caras, pero duraderas, fáciles de limpiar y reutilizables. Cuando están vacías se pueden colocar una dentro de la otra, para ahorrar espacio. Al estar llenas pueden apilarse, colocando cada bandeja en dirección opuesta a la de debajo (FAO, 1989).

1.4.3 POSCOSECHA

El manejo poscosecha es el conjunto de prácticas pos-producción, que incluyen la limpieza, el lavado, la selección, la clasificación, la desinfección, el secado, el empaque y el almacenamiento, que se aplican para eliminar elementos no deseados y mejorar la presentación del producto (Delgado,1999).

Una manipulación cuidadosa, durante la cosecha, minimiza las lesiones mecánicas y reduce, en consecuencia, el deterioro microbiano. Para el control de las alteraciones se utilizan tratamientos físicos y químicos, que se aplican después de la recolección del producto (Gallo, 1997).

1.4.3.1 Tratamientos físicos aplicados en poscosecha

Las alteraciones poscosecha pueden controlarse mediante la refrigeración, las atmósferas modificadas, una humedad relativa correcta, campos magnéticos, radiaciones ionizantes, una buena higiene y las barreras físicas sobre las heridas (Gallo, 1997).

- **Manejo de temperaturas elevadas**

La exposición de las frutas y hortalizas a altas temperaturas, durante la poscosecha, generalmente reducen su periodo de vida. Esto se debe a que son

seres vivos cuya tasa metabólica es normalmente más alta a medida que la temperatura se incrementa. Los tratamientos con temperaturas altas pueden tener también efectos benéficos. Muchas frutas son expuestas a altas temperaturas, a menudo en combinación con etileno u otro gas, para iniciar o mejorar la maduración o el color de la cáscara (Thompson, 1998).

En la Figura 9 se visualiza una planta de tratamiento hidrotérmico utilizada para el mango.



Figura 9. Planta de tratamiento hidro térmico para el mango

- **Humedad relativa**

El control de la humedad relativa mantiene la tersura y el peso de los productos sin propiciar el crecimiento indeseable de mohos en su superficie. Para la mayoría de frutas y verduras la humedad relativa óptima, en refrigeración, se sitúa entre el 85 y el 90 % (Aranceta y Pérez, 2006).

- **Irradiación**

La irradiación consiste en exponer el producto a radiaciones ionizantes como los rayos X, gamma o electrones acelerados. Se eliminan los posibles microorganismos adheridos y prolonga la vida útil del alimento. La unidad de

medida son los grays. Un gray (Gy) es una unidad de radiación en el Sistema Internacional. Es la cantidad de energía absorbida por el sistema irradiado, equivalente a un Joule/kilogramo de material irradiado (Freshplaza, 2008).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, es posible aplicar una dosis de hasta diez kGrays en los alimentos sin riesgo toxicológico, microbiológico o nutricional para el consumidor.

- **Atmósferas controladas**

La atmósfera controlada consiste en almacenar los frutos en un recinto frigorífico en el que se ha sustituido su atmósfera inicial por una atmósfera más pobre en oxígeno y más rica en anhídrido carbónico. Las composiciones gaseosas óptimas deberán ser determinadas para cada alimento, al igual que la [construcción](#) del depósito, las instalaciones y su manejo (Graell y Ortiz, 2003).

- **Barreras físicas**

El uso de recubrimientos o barreras físicas consiste en sumergir o asperjar al fruto con una variedad de productos poscosecha para mejorar su apariencia o retrasar el deterioro. El carboximetil celulosa puede ser usado para producir películas para cubrir las frutas que son permeables a gases como el dióxido de carbono, oxígeno y etileno. Otra película utilizada para frutas es el Vapor Gard, es un antitranspirante que reduce la pérdida de agua, retrasa la pérdida de firmeza e inhibe la actividad enzimática (Thompson, 1998).

Es necesario recordar que el mantenimiento de buenas condiciones sanitarias, en el almacenamiento, es esencial para minimizar la contaminación por microorganismos patógenos y por mohos, que crecen sobre la superficie de los empaques, paredes y del cielo raso de los cuartos en los cuales prevalecen condiciones de alta humedad relativa. De la misma manera, los empaques para almacenamiento y para transporte deben proteger el producto de magulladuras de impacto, de compresión y de roces (INFOAGRO, 1997).

1.4.3.2 Tratamientos químicos y fumigación aplicados en poscosecha

Las frutas y las legumbres son a menudo lavadas, enfriadas o transportadas en agua y, así mismo, tratadas después de la recolección con formulaciones acuosas de ciertos productos químicos. Entre las soluciones utilizadas se puede mencionar al hipoclorito, las cloraminas, el ortofenilfenato de sodio (SOPP), que mezclado con detergente, elimina las esporas de las frutas. Ciertos antioxidantes como el hidroxianisol butilado (BHA) son utilizados para retardar el desarrollo de la rancidez de las nueces descascaradas (Hardenburg, 1988).

Entre los tratamientos fungicidas, se puede mencionar el benomil, el tiabendazol, la 2,6-dicloro-4-nitroanilina, el 2-aminobutano, entre otros. Los productos químicos aplicados no deben ser fitotóxicos y deben dosificarse según la reglamentación vigente para cada país (Gallo, 1997).

1.4.3.3 Pérdidas poscosecha

Las pérdidas poscosecha ocurren en cualquier etapa del proceso de mercadeo. Se pueden iniciar durante la cosecha, el acopio, la distribución y finalmente cuando el consumidor compra el producto. Donde existe una gran deficiencia en la infraestructura de mercadeo, las pérdidas poscosecha de productos frescos varían entre 25 a 50 % de la producción. Estas mermas representan una notable disminución del tiempo de vida útil de los alimentos y pérdidas económicas para los comerciantes y los productores (FAO, 1989).

Existen dos tipos de pérdidas, las físicas que involucran diferentes tipos de daños y las económicas (Gallo, 1997).

1.5 ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE FRUTAS

La demanda actual de los mercados es cada vez más exigente en la calidad de los productos hortícolas frescos, por tal motivo es imprescindible la aplicación de

tecnologías poscosecha, que permitan la conservación del fruto por un tiempo más prolongado de la calidad. Las principales medidas disponibles para reducir las pérdidas de poscosecha están relacionadas con el control de las condiciones de almacenamiento y del manipuleo (Mónaco *et al.*, 2005).

Existe una gran variedad de formas de almacenamiento de los productos frescos, las cuales tienen como objetivo común la disminución de los procesos fisiológicos, como son la respiración, transpiración y todos los procesos de maduración y senescencia del producto (Gallo, 1997).

1.5.1 INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO

1.5.1.1 Almacenamiento natural o de campo

Es el sistema más rudimentario, de uso común en cultivos como por ejemplo raíces y tubérculos, que se dejan en el suelo hasta que son cosechados para ser preparados para la venta. Sin embargo, el producto está demasiado expuesto al ataque de plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas que afectan la calidad (López, 2003).

1.5.1.2 Locales ventilados

Puede utilizarse cualquier tipo de edificio a condición de que permita la libre circulación de aire y la ventilación de los productos almacenados. La construcción debe estar en un lugar en el que se registren bajas temperaturas nocturnas, orientado en un lugar que permita el máximo aprovechamiento de los vientos, los materiales del tejado y las paredes deben aislar el calor del sol (FAO, 1993).

1.5.1.3 Ventilación forzada

Las oscilaciones naturales de la humedad y temperatura ambiente pueden ser aprovechadas con la instalación de ventiladores que fuercen al aire a pasar a través del producto y aceleren el intercambio gaseoso y térmico. El aire circula por debajo del piso forzado por un ventilador y pasa a través de la masa almacenada

mediante aberturas o conductos perforados. El aire toma el camino que le ofrece menor resistencia, por lo que se debe dimensionar adecuadamente la capacidad de los ventiladores y conductos de ventilación, así como la carga del producto para asegurar que el aire pase a través y en forma uniforme (López, 2003).

1.5.1.4 Refrigeración

Las bajas temperaturas disminuyen la actividad de las enzimas y microorganismos responsables del deterioro de los productos perecederos. De esta manera, se reduce el ritmo respiratorio, se conservan las reservas que son consumidas en este proceso, se retarda la maduración y se minimiza el déficit de las presiones de vapor entre el producto y el medio ambiente, que disminuyen la deshidratación. Para llevar a cabo el almacenamiento de los frutos, es necesario realizar un preenfriamiento de las cámaras y del producto cosechado (López, 1995; Gallo, 1997).

1.5.1.5 Humedad relativa y atmósfera controlada

En condiciones de humedades relativas bajas el producto pierde agua de los tejidos y está asociada con la pérdida de la calidad y peso de los mismos. Las humedades relativas altas pueden causar problemas con algunos cultivos, mas que todo con la brotación e infecciones secundarias con hongos. Muchas frutas son almacenadas a 85 - 90 %, las raíces y hortalizas frondosas necesitan entre 90 y 95 %, el ajo y la cebolla específicamente necesitan 65 - 75 % (EDA, 2006).

El almacenamiento en atmósferas controladas es una técnica que permite mantener la calidad del producto, gracias a su conservación en una atmósfera que difiere del aire, con respecto a las proporciones de oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno. La diferencia entre atmósferas controladas y modificadas, está en el grado de control de la composición atmosférica resultante (Hardenburg *et al.*, 1988).

En la Figura 10 se muestra el almacenamiento bajo condiciones controladas.



Figura 10. Almacenamiento en condiciones controladas
(FAO, 2006)

1.5.2 Aspectos de calidad en frutas y hortalizas

Entre los aspectos relevantes, que forman parte de la calidad de las frutas y hortalizas se puede mencionar a los visuales, táctiles y auditivos, olfatorios, gustativos, nutricionales, inocuos, además de los tipos de empaque, con los que se complementa la satisfacción de los consumidores (Ferratto, 2004).

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 MATERIALES

2.1.1 MATERIA PRIMA

Para el presente estudio se utilizaron los frutos de arazá (*Eugenia stipitata*) y borojó (*Borojoa patonoi*). Las frutas se obtuvieron de los lotes ubicados en la Granja Experimental San Carlos de la Estación Experimental Central de la Amazonía, del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, ubicados en la provincia de Orellana.

2.1.2 EQUIPOS DE LABORATORIO Y OTROS MATERIALES

- Balanza semianalítica, marca BOECO de capacidad hasta 2 kg
- Refrigeradora y congeladora, marca General Electric
- Nonio o calibrador digital, marca Mitutoyo
- Penetrómetro manual, de 0 – 14 kgf, marca Gullimex
- Refractómetro manual de 0 a 32°Brix, marca ATAGO
- pH metro, marca ORION EA-940
- Licuadora, marca Oster
- Higrotermógrafo digital, marca OAKTON
- Centrífuga de mesa, marca Eppendorf
- Cámara fotográfica digital, marca Sony
- Bureta de vidrio de 25 ml
- Balones de vidrio de 200 ml
- Soporte universal con pinza
- Vasos de plástico de 50 y 200ml
- Guantes quirúrgicos no estériles
- Gavetas, tinas, mesas, escalera metálica
- Tijeras de podar, cuchillos, materiales de limpieza y aseo
- Papeles absorbentes

2.2 MÉTODOS

2.2.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL ARAZÁ Y BOROJÓ, EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL FRUTO EN LA PLANTA

La primera fase de esta investigación se realizó a nivel de campo y laboratorio, su objetivo fue evaluar los cambios físicos y químicos del arazá y borojó en las distintas etapas de crecimiento de la planta.

2.2.1.1 Factores de estudio

Frutos de arazá y borojó

2.2.1.2 Tratamientos

Los tratamientos para las dos frutas se describen en las Tablas 5 y 6, donde A y B se refiere al seguimiento evolutivo del crecimiento de los frutos de arazá y borojó, respectivamente y D al número de días de recolección.

Los tratamientos para el arazá fueron: 2 frutas x 9 etapas de recolección = 18 tratamientos.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos para los frutos de arazá

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
AD1	arazá, 7 días
AD2	arazá, 14 días
AD3	arazá, 21 días
AD4	arazá, 28 días
AD5	arazá, 33 días
AD6	arazá, 38 días
AD7	arazá, 43 días
AD8	arazá, 46 días
AD9	arazá, 48 días

Los tratamientos para el borojó fueron: 2 frutas x 12 etapas de recolección = 24 tratamientos.

Tabla 6. Descripción de los tratamientos para los frutos de borojó

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
BD1	borojó, 180 días
BD2	borojó, 210 días
BD3	borojó, 240 días
BD4	borojó, 270 días
BD5	borojó, 300 días
BD6	borojó, 330 días
BD7	borojó, 335 días
BD8	borojó, 340 días
BD9	borojó, 345 días
BD10	borojó, 350 días
BD11	borojó, 355 días
BD12	borojó, 360 días

2.2.1.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA), en arreglo factorial 2 x 9 (arazá) y 2 x 12 (borojó). La unidad experimental estuvo constituida por dos frutos de cada cultivar, se realizaron dos repeticiones.

2.2.1.4 Análisis estadístico

El esquema de análisis de varianza utilizado en las diferentes etapas de crecimiento de los frutos se presenta en la Tabla 7 y 8

Tabla 7. Esquema del análisis de varianza para arazá

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD
Total	35
Repeticiones	1
Materiales (M)	(1)
Etapas de Recolección (D)	(8)
M x D	8
Error Experimental	17

Tabla 8. Esquema del análisis de varianza para borojó

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD
Total	47
Repeticiones	1
Materiales (M)	(1)
Etapas de Recolección (D)	(11)
M x D	11
Error Experimental	23

Además se calculó el coeficiente de variación CV (%) y se realizaron pruebas de significación de Tukey al 5 %, para los tratamientos. Se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT versión 2.0.

2.2.1.5 Manejo específico del experimento

Para el desarrollo de esta actividad, se cosecharon los frutos de arazá y borojó, de distintas edades fenológicas. El croquis de las huertas se presenta en el ANEXO A.

Para las dos frutas, se llevaron a cabo evaluaciones físicas, químicas y de la conservación al ambiente. Los análisis que se detallan en el procedimiento, se realizaron en el Laboratorio de Poscosecha del Programa de Fruticultura de la Estación Experimental Central de la Amazonia, del INIAP. Las metodologías se presentan en el ANEXO B.

2.2.1.6 Procedimiento

La cosecha del arazá se realizó desde que el fruto comenzó a formarse y la cosecha del borojó, a partir de los seis meses de formado el fruto hasta el último período de cosecha, establecidos para los dos frutales.

Las determinaciones físicas de la fruta entera fueron color externo e interno, longitud y diámetro, peso, rendimientos de la fruta (pulpa, semillas y cáscara) y firmeza de la pulpa.

Las determinaciones físico-químicas de la pulpa de los frutos, contemplaron los siguientes parámetros: acidez titulable, pH, sólidos solubles y la relación de madurez.

A continuación se describen las diferentes evaluaciones realizadas:

- **Peso**

Se tomó el peso fresco de los frutos de arazá y borjón, en las distintas etapas de desarrollo. El peso se expresó en gramos para cada una de las repeticiones.

- **Color externo e interno**

Para medir el color se usó una guía creativa para realizar combinaciones cromáticas (Chijiwa, 1999), el color fue ubicado en la guía en el que se midieron los parámetros L (luminosidad 100=blanco 0=negro), a (a+ rojo, a- verde), b (b+ amarillo, b- azul).

- **Firmeza de la pulpa**

Para cada repetición se midió la firmeza y los resultados se expresaron en kg-f.

- **Dimensiones**

Se midió la longitud y el diámetro de los frutos. Los resultados se expresaron en centímetros.

- **Rendimientos**

Para determinar el rendimiento, se procedió a pesar en gramos a la fruta entera y luego se extrajo manualmente la cáscara, la pulpa y las semillas. Se pesó cada una de las partes para establecer las diferentes relaciones.

- **pH**

Para medir el pH se realizó directamente en la pulpa de la fruta licuada.

- **Sólidos solubles**

Se realizó una medición directa en el jugo de la fruta y los resultados se expresaron en grados Brix.

- **Acidez titulable**

Se determinó en un peso y volumen conocido, se tituló en una alícuota con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N estandarizado, hasta un pH 8,2.

- **Relación de madurez**

La relación de madurez se expresó como un valor adimensional, al dividir los sólidos solubles, en grados Brix, sobre el porcentaje de la acidez titulable.

2.2.2 DEFINICIÓN DEL TIEMPO DE MADURACIÓN REQUERIDO PARA ALCANZAR LA CONDICIÓN ÓPTIMA DE CONSUMO

En la segunda fase de esta investigación, se determinó el tiempo de maduración requerido para alcanzar la condición óptima de consumo, después de cada periodo de conservación al ambiente. Se establecieron las pérdidas físicas y los diferentes tipos de daños.

2.2.2.1 Factores de estudio

Frutos de arazá y borojó

2.2.2.2 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por dos frutos de cada cultivar con dos repeticiones.

2.2.2.3 Análisis estadístico

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

2.2.2.4 Manejo específico del experimento

Para llevar a cabo la segunda fase de esta investigación, las pruebas de conservación se realizaron en el Laboratorio de Poscosecha del Programa de Fruticultura de la Estación Experimental Central de la Amazonia del INIAP.

2.2.2.5 Procedimiento

La cosecha de los frutos se realizó en horas de la mañana, el corte del pedúnculo se realizó con tijeras de podar de punta redonda y los frutos recolectados se colocaron en gavetas. Después de la cosecha, los frutos fueron lavados con una solución desinfectante natural y, posteriormente los frutos de arazá y borojó se almacenaron en un cuarto a temperatura ambiente.

Se midieron la temperatura y la humedad relativa del lugar. El arazá fue cosechado a partir de los 33 días de cuajada la fruta, hasta cumplir los 48 días. El borojó se cosechó a partir de los 350 días de cuajada la fruta y el muestreo se efectuó con un intervalo de 5 días, hasta cumplir los 360 días.

Se analizaron las características físicas, químicas y los diferentes tipos de daños ocasionados en la madurez de los frutos de consumo; es decir, cuando el fruto alcanzó su máxima calidad física y sensorial. Se determinó la pérdida de peso, la descripción visual de daños, el color externo de la piel, el color interno de la pulpa, la firmeza de la pulpa, los rendimientos, el pH, la acidez titulable, los sólidos solubles y la relación de madurez.

Estos parámetros se determinaron como se indicó en la primera fase a excepción de las dos siguientes:

- **Pérdida de peso**

En una balanza semianalítica se tomó el peso fresco en gramos, para cada una de las repeticiones y se calculó la pérdida de peso en relación con el peso inicial de los frutos.

- **Descripción visual de daños**

Durante los días de almacenamiento de los frutos se observaron los daños producidos en los frutos almacenados, entre los cuales se encontraron los siguientes: deshidratación y pudrición. Se hizo uso de la escala propuesta por Brito y Ochoa, en 1997:

Tabla 9. Escala para determinar daños en los frutos

DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN
Sano	0
Leve	1
Moderado	2
Severo	3

2.2.3 ESTABLECIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD, CON BASE EN LAS PÉRDIDAS DEL FRUTO OCASIONADOS POR DIFERENTES TIPOS DE DAÑOS DESARROLLADOS DURANTE LA CONSERVACIÓN AL AMBIENTE

Según los resultados que se obtuvieron de las determinaciones físicas y químicas, se establecieron algunos estándares de calidad para las frutas del arazá y borjón, con base en la información bibliográfica y los resultados obtenidos en esta investigación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 EVOLUCIÓN DE LOS CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL ARAZÁ, EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DE LA PLANTA

La evaluación de los cambios físicos y químicos del arazá, se llevó a cabo desde la aparición de los botones florales hasta que se completó la madurez del fruto. Previamente, se realizaron las siguientes labores culturales en la huerta experimental: limpieza manual del área del cultivo, supresión de los hijuelos que se encontraban a lo largo del tallo principal del árbol, podas para eliminar el exceso de las ramas laterales y enfermas de la planta.

En la Tabla 10 se presentan los datos climatológicos del sitio experimental, como luminosidad, pluviosidad, temperaturas y humedad relativa de la zona, durante los meses que se desarrolló la investigación, factores que se relacionan con los resultados obtenidos.

Tabla 10. Características climatológicas del sitio experimental

Años 2008-2009	*Luminosidad (horas sol/día)	*Lluvia (mm/día)	Temp. Máx. (° C/día)	Temp. Mín. (° C/día)	Hum. Relat. (% día)
Octubre	4,89±2,49	11,13±7,96	32,08±1,84	20,81±0,70	91,97±0,48
Noviembre	4,40±2,48	19,91±19,11	31,92±2,37	20,58±1,56	92,03±0,67
Diciembre	4,67±2,39	15,59±15,55	23,57±4,55	28,90±5,54	91,61±0,80
Enero	4,82±4,79	21,35±14,84	29,42±2,49	21,66±2,85	91,94±0,25
Febrero	3,26±1,54	19,13±17,94	30,51±2,39	21,16±2,16	92,00±0,00
Marzo	2,06±1,73	25,04±24,94	29,02±2,13	19,75±1,57	91,39±0,56
Abril	3,52±2,75	22,33±21,39	27,09±4,63	23,03±4,45	91,97±0,32
Mayo	4,28±2,87	21,35±20,76	29,69±1,74	20,96±1,27	91,77±0,72
Junio	3,24±2,28	26,35±20,65	28,39±1,74	20,54±1,51	91,93±0,37
Julio	3,32±2,38	10,94±10,89	29,66±2,07	20,26±1,09	92,00±0,00

Fuente: * Información proporcionada por la Empresa Palmar del Río, 2009

La información climatológica se presenta como el valor promedio por día correspondiente a cada uno de los meses en los que se realizaron los muestreos. El análisis estadístico de los resultados se presenta en el ANEXO C.

3.1.1 Selección de árboles de arazá con brotes

La poda permitió el surgimiento de nuevas ramas y posteriormente la aparición de los botones florales. Se eligieron los árboles que presentaron una notable cantidad de brotes, ya que los factores ambientales como el exceso de lluvias o fuertes corrientes de viento, estimularon la caída de los brotes y de los frutos que faltaban de madurar. En otros casos, se produjo la maduración forzada de los frutos en pleno desarrollo, que se conocen como “frutos lanchados”.

La brotación ocurrió cada dos a tres meses, los períodos lluviosos mostraron mayor incidencia en la aparición de los botones florales, de los cuales aproximadamente el 30 % completaron su desarrollo.

En la Figura 11 se presenta un árbol de arazá con los brotes.



Figura 11. Brotes de arazá

3.1.2 Control del desarrollo de los brotes y la floración de arazá

La etapa comprendida desde el estado de botón de la flor hasta la florescencia, se encontró entre 19 a 22 días. Luego de la apertura de la flor, se llevó a cabo la fecundación espontánea de la misma. En la Figura 12 se presenta la flor de arazá y en la Figura 13 las flores que han sido polinizadas o fecundadas.



Figura 12. Flor de arazá



Figura 13. Flores polinizadas de arazá

Luego de la fecundación, se presentaron diferentes cambios morfológicos como: coloración café de los pétalos que luego cayeron, los sépalos se levantaron y la expansión o ensanchamiento del ovario. Las flores que no fueron polinizadas, presentaron marchites de toda la estructura floral y su consecuente caída.

3.1.3 Control en el desarrollo del fruto de arazá

El tiempo que tomó la fruta en llegar a la madurez fisiológica, la ganancia de peso durante el desarrollo, las dimensiones (largo y diámetro) alcanzadas al final del ciclo, el contenido de sólidos solubles, entre otros, variaron significativamente, debido a factores tales como: el acervo genético, el carácter silvestre de la especie, el proceso de domesticación, las condiciones ambientales y el manejo del cultivo.

Las frutas fueron cosechadas a los 7, 14, 21, 28, 33, 38, 43,46 y 48 días, a partir del cuajado. En la Figura 14 se presenta una planta con diferentes estados de desarrollo de la fruta.



Figura 14. Desarrollo del fruto de arazá

3.1.3.1 Peso y dimensiones

El arazá alcanzó su madurez de consumo a los 48 días, contados a partir del momento del cuajamiento del fruto.

La Figura 15 muestra la evolución del peso, la longitud y el diámetro de la fruta, graficadas con las dos repeticiones. A los siete días el peso fue $0,46 \pm 0,06$ g y mostró un aumento constante hasta el día 43, a los 48 días el peso promedio del fruto fue de $163,46 \pm 1,23$ g.

El análisis estadístico de varianza (Tukey al 5 %) demostró que entre los 7 y 14 días no existen diferencias significativas. Se presentaron diferencias significativas a partir de los 21 hasta los 43 días de desarrollo de la fruta, entre los 43 y 46 días no existe diferencias significativas, de igual manera entre los 46 y 48 días desde el cuajado de la fruta.

El aumento del largo y diámetro fueron progresivos hasta completar los 43 días. A partir de este tiempo hubo un pequeño aumento, a los dos y cuatro días, previos a la cosecha de la fruta. En el día 48 se encontró una longitud y diámetro de $8,59 \pm 0,04$ y $9,05 \pm 0,23$ cm, respectivamente.

La relación longitud/diámetro (L/D) obtenida en la fruta madura fue 0,95 y en las etapas anteriores se encuentra en un rango de 0,90 a 0,98, lo cual indica que el fruto de arazá tiene tendencia a una forma esférica.

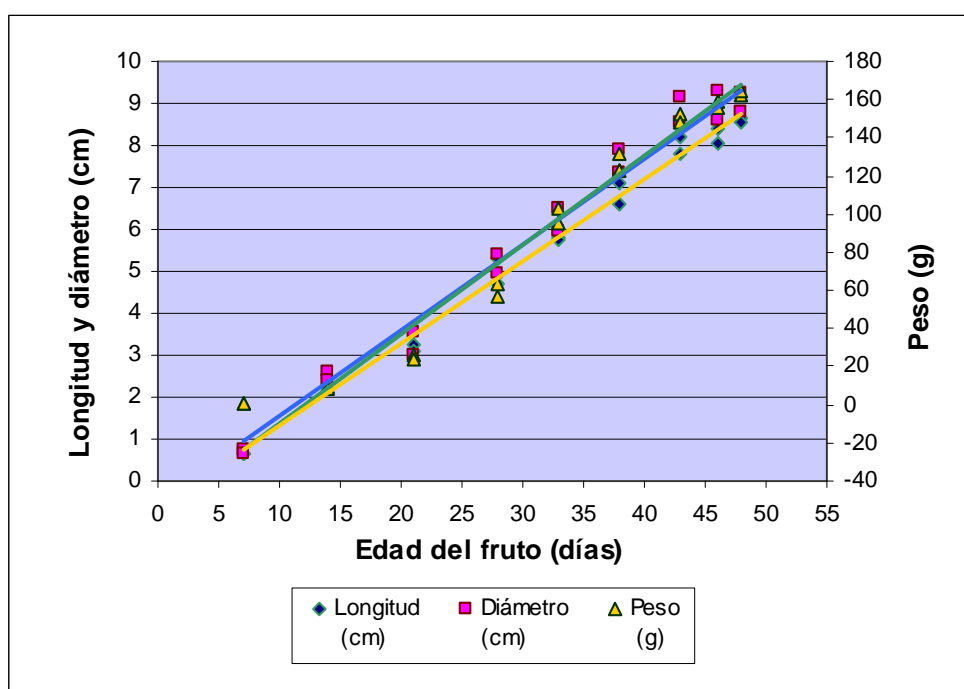


Figura 15. Comportamiento del peso y dimensiones durante el desarrollo del arazá

Las ecuaciones que relacionan la edad de la fruta (x) con la longitud, el diámetro y el peso (y) son las siguientes:

Longitud (y) con un R^2 de 0,99:

$$y = 0,1949x - 0,6161$$

Diámetro (y) con un R^2 de 0,98:

$$y = 0,2128x - 0,7578$$

Peso (y) con un R^2 de 0,97:

$$y = 4,4683x - 50,108$$

Los coeficientes de determinación (R^2) correspondientes a la longitud, diámetro y peso presentan valores cercanos a 1,00 lo cual indica que la asociación lineal entre las dos variables es fuerte.

Para la longitud existen diferencias significativas (Tukey al 5 %) desde los 7 hasta los 48 días. En el diámetro, las diferencias son significativas desde los 7 hasta los 43 días; y son no significativas entre los 43 y 48 días de cuajada la fruta.

3.1.3.2 Color externo e interno

En la Tabla 11 se presenta la coloración externa e interna para los frutos de arazá, desde los 7 hasta los 28 días de cuajada la fruta, que se encontró cualitativamente según la tabla de color de Chijiwa (1999) y el que se midió cuantitativamente con los parámetros L, a, b.

Tabla 11. Color externo e interno del arazá entre los 7 y 28 días de cuajada la fruta

CÓDIGO Tabla	COLOR Tabla	PARÁMETRO Equipo	Valor	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
37 Externo	Verde musgo	L	46,64	0,14
		a	-17,74	0,07
		b	32,43	0,24
48 Interno	Blanco agrisado	L	84,42	0,12
		a	-2,16	0,19
		b	1,43	0,10

En la luminosidad, cuando el valor está cercano a 100 indica que tiende al color blanco, que se relaciona con el color interno blanco agrisado correspondiente a

84,42. El parámetro a negativo señala una tendencia hacia el color verde y es mayor en la piel con -17,74 que en la pulpa con -2,16.

En las Figuras 16 y 17 se muestra la coloración externa correspondiente al pericarpio desde el día 7 hasta el 28, que correspondió al verde musgo y el color de la pulpa al blanco agrisado, el que se mantuvo hasta el día 43.



Figura 16. Fruta de arazá de 7 y 14 días **Figura 17.** Fruta de arazá de 21 y 28 días

La coloración externa e interna a los 33 y 38 días, medida cualitativa y cuantitativamente, se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12. Coloración externa del arazá a los 33 y 38 días de cuajada la fruta

CÓDIGO Tabla	COLOR Tabla	PARÁMETRO Equipo	Valor	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
38 Externo	Verde oliva	L	50,62	0,12
		a	-23,54	0,24
		b	32,24	1,06

El color verde aún predomina en esta etapa, lo cual se comprueba con el parámetro a negativo y el b correspondiente a 32,24, que tiende al color amarillo.

La Figura 18 indica que a los 33 días de edad, el arazá se caracterizó por presentar una tonalidad más brillante, en comparación con los frutos de edades menores, los cuales conservaron un matiz opaco. El color que adquirió el fruto en esta etapa fue el verde oliva, el cual se indica en la Tabla 12.

La Figura 19 revela que a los 38 días, el fruto ya presenta indicios de ligeras manchas amarillas acompañadas con la coloración verde oliva y con mayor brillo.



Figura 18. Frutas de arazá a los 33 días



Figura 19. Frutas de arazá a los 38 días

La coloración externa e interna a los 43 y 46 días, medida cualitativa y cuantitativamente, se presenta en la Tabla 13, la cual indica que la luminosidad es mayor en la pulpa o zona interna del fruto en comparación con la piel, el mismo que adquiere el valor de 78,35. El parámetro a muestra valores menores, puesto que el fruto se encuentra en un mayor grado de madurez.

La coloración de la fruta a los 43 y 46 días se presenta en las Figuras 20 y 21, los cuales se encuentran en estado pintón o sazón. En estas etapas es necesario verificar diariamente el avance de la madurez de la fruta, puesto que la misma puede completarse en menos de dos días o incluso en horas. La tonalidad externa presentó una mezcla de los colores ocre y verde amarillento, los mismos que al día 46 estuvieron más acentuados. De igual manera, la pulpa presentó un color verde difuminado.

Tabla 13. Coloración externa e interna del arazá a los 43 y 46 días de cuajada la fruta

CÓDIGO Tabla	COLOR Tabla	PARÁMETRO Equipo	Valor	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
25 Externo	Ocre	L	66,32	0,14
	(75 %)	a	-7,18	0,12
		b	53,71	0,44
27 Externo	Verde amarillento	L	67,76	0,20
	(25 %)	a	-28,5	0,18
		b	51,59	0,36
16 Interno	Verde difuminado	L	78,35	0,23
		a	-18,55	0,06
		b	29,18	0,28

**Figura 20.** Frutas de arazá a los 43 días **Figura 21.** Frutas de arazá a los 46 días

A los 48 días, la luminosidad tiende a aproximarse al valor de 100 en el pericarpio y en la pulpa del fruto maduro; mientras que, el parámetro a negativo también disminuye en ambos segmentos.

La Tabla 14 describe el color para el fruto maduro que se registró a los 48 días.

Tabla 14. Coloración externa e interna del arazá a los 48 días de cuajada la fruta

CÓDIGO Tabla	COLOR Tabla	PARÁMETRO Equipo	Valor	DESVIACIÓN ESTANDAR
26 Externo	Mostaza	L	72,42	0,13
		a	-15,94	0,06
		b	61,54	1,23
15 Interno	Canario	L	87,46	0,044
		a	-11,88	0,062
		b	43,13	0,086

En este período, los frutos ya completaron su madurez organoléptica o de consumo, algunas plantas de la misma huerta a los 46 días ya se encontraban maduros y en otros casos se completó la madurez hasta los 50 días, luego de cuajada la fruta. Para la zona externa del fruto se obtuvo el color ocre y mostaza con su brillo característico y para la parte interna de la pulpa, el color canario. La Figura 22, muestra la fruta, pulpa, cáscara y semilla del arazá comestible.

**Figura 22.** Fruta de arazá, pulpa, cáscara y semilla a los 48 días

3.1.3.3 Firmeza y pH

Se presenta los datos de la firmeza de la pulpa que disminuye durante el desarrollo de la fruta. En el día 38 se obtuvo un valor promedio de $6,80 \pm 0,80$ kgf, a los 46 días, de $2,85 \pm 0,25$ kgf, hasta alcanzar valores de $1,65 \pm 0,15$ kgf a los 48 días. Los datos se grafican en la Figura 23.

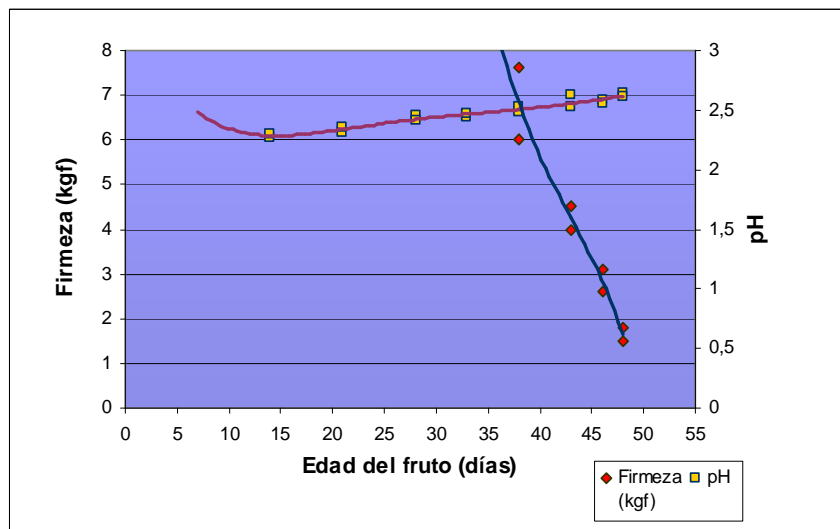


Figura 23. Variación de la firmeza de la pulpa y el pH durante el desarrollo del arazá

La firmeza de la pulpa no fue posible determinar al inicio del desarrollo del fruto hasta el día 33, ya que el tamaño era demasiado pequeño y la textura muy compacta o dura para la sensibilidad del penetrómetro, que se utilizó en la investigación. Desde los 38 hasta los 48 días de desarrollo de la fruta las diferencias fueron significativas (Tukey al 5 %).

El valor del pH entre los 14 y 48 días, oscila entre $2,29 \pm 0,02$ y $2,63 \pm 0,01$, respectivamente, lo que muestra que es una fruta muy ácida. Estadísticamente presentó diferencias significativas cada dos períodos de cosecha, en el rango establecido.

Las ecuaciones que relacionan la edad del fruto (x) con la firmeza y el pH (y), son las siguientes:

Firmeza, con un R^2 de 0,95:

$$y = -0,5086x + 26,138$$

pH, con un R^2 de 0,94:

$$y = 0,0097x + 2,1431$$

Para el caso de la firmeza y el pH los coeficientes de determinación (R^2) son 0,95 y 0,94 respectivamente, lo cual indica una alta relación entre las variables.

3.1.3.4 Sólidos solubles y acidez titulable

La Figura 24 muestra que los sólidos solubles aumentaron desde $0,50^\circ$ Brix hasta $4,50 \pm 0,10^\circ$ Brix, en el día 46, hasta la cosecha de la fruta. La acidez titulable aumentó de $2,13 \pm 0,09$ hasta $3,56 \pm 0,05\%$, desde los 14 hasta los 38 días, a partir del cual empezó a disminuir obteniéndose valores de $2,73 \pm 0,09\%$ hasta la cosecha de la fruta.

Los valores de sólidos solubles no presentaron diferencias significativas (Tukey al 5 %) entre los 14 y 28 días, las diferencias fueron estadísticamente significativas entre los 33 y 43 días y no significativas entre los 46 y 48 días de edad fenológica de la fruta.

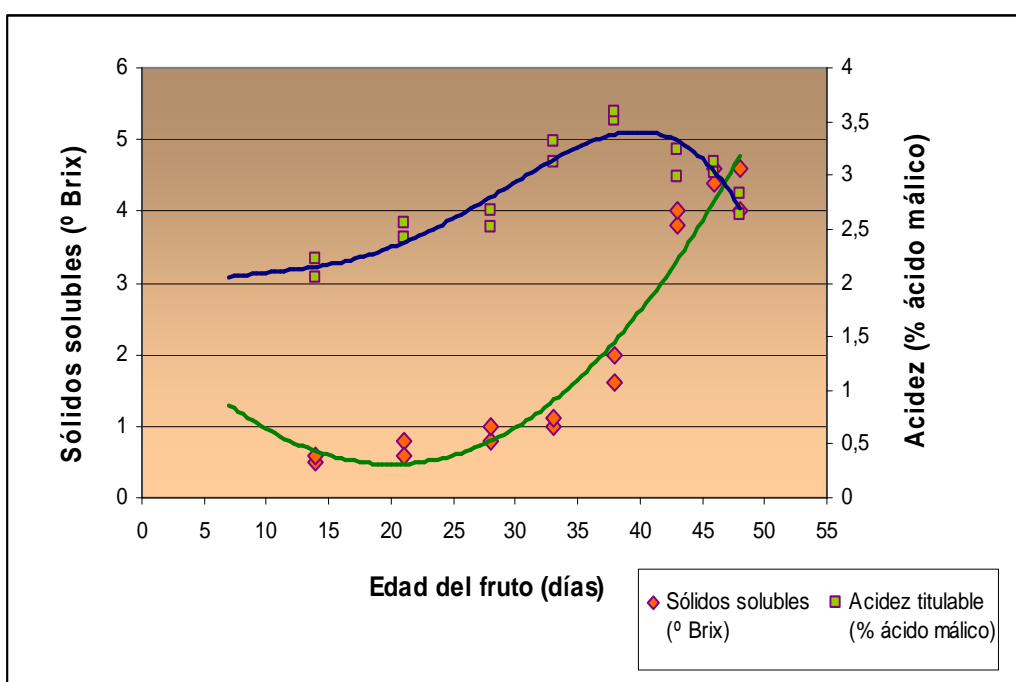


Figura 24. Evolución de los sólidos solubles y la acidez durante el desarrollo del arazá

3.1.3.5 Relación de madurez

Al dividir el contenido de sólidos solubles sobre el valor de la acidez titulable, se obtuvo la relación de madurez o de sabor del fruto, como un valor adimensional. Los resultados aumentan gradualmente conforme avanza el desarrollo del fruto; a los 48 días desde el cuajado del fruto, la relación fue de 1,58. En esta fruta se puede usar esta relación como equivalente de madurez y sabor, debido a que los valores se incrementan progresivamente con la maduración.

Tabla 15. Relación de madurez del arazá desde los 14 hasta los 48 días

EDAD DEL FRUTO (días)	RELACIÓN DE MADUREZ (Sólidos Sol/Acidez Tit.)
14	0,26
21	0,28
28	0,33
33	0,35
38	0,51
43	1,26
46	1,46
48	1,58

3.1.3.6 Rendimiento de pulpa, semilla y cáscara

En la Tabla 16, se presentan los rendimientos de la fruta inmadura de 28 días, donde el rendimiento de pulpa es de 61,50 %, las semillas 9,80 % y la cáscara 28,70 %; hasta que a los 48 días se puede apreciar que el contenido de pulpa sube ligeramente hasta 64,74 %; el contenido de semillas aumenta hasta 20,77 % y la cáscara disminuye a 14,49 %, información que demuestra que las semillas completaron su formación.

Se debe señalar, que en los frutos con mayor grado de madurez se facilitó el despulpado manual, ya que las semillas se encontraban completamente desarrolladas y el pericarpio era fácil de remover.

Tabla 16. Rendimiento de pulpa, semilla y cáscara desde los 28 hasta los 48 días

EDAD DEL FRUTO (días)	PULPA/FRUTA (%)	SEMILLA/FRUTA (%)	CÁSCARA/FRUTA (%)
28	61,50 A	9,80 A	28,70 A
33	61,54 A	16,01 B	22,44 B
38	62,25 AB	18,16 C	19,59 C
43	62,50 B	21,69 D	15,81 D
46	64,74 C	21,16 D	14,10 DE
48	64,74 C	20,77 D	14,49 DE

Letras distintas significan diferencias significativas (Probabilidad al 5 %)

3.2 EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL BOROJÓ, EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA

Para la evaluación física y química del borojó, se realizó la limpieza manual del lote, la eliminación de hijuelos y la poda de las ramas viejas y enfermas. La huerta donde se desarrolla este cultivo, se encuentra cubierta por la especie forrajera mucuna (*Mucuna pruriens*), la misma que aporta nutrientes al suelo y evita el crecimiento de otras malezas.

En la Tabla 10 se presentaron las características climatológicas durante los meses en que se desarrolló la investigación. El análisis estadístico de esos resultados se presenta en el ANEXO D.

3.2.1 Selección de frutas de borojó para las evaluaciones

En la Figura 25, se observa una fruta de borojó de 180 días de cuajada la fruta.



Figura 25. Fruta de borojó de 180 días

Se eligieron plantas de borojó con frutos de seis meses de edad. En el tiempo transcurrido, se observó que el exceso de rayos solares provocó el apareamiento de manchas negras en la cáscara de algunos frutos que posteriormente indujeron a la cuarteadura del mismo. De la misma manera, los factores ambientales extremos indujeron a la caída de los frutos.

3.2.2 Control en el desarrollo del fruto de borojó

El origen de los clones, las condiciones ambientales y de manejo agronómico influyeron notablemente sobre las características finales del fruto maduro. Actualmente, el Programa de Fruticultura del INIAP, realiza en las huertas de frutales un monitoreo constante relacionado con la identificación y control de plagas y enfermedades, el manejo de la fertilización y la aplicación de distintas clases de podas, en los diferentes cultivares.

3.2.2.1 Peso y dimensiones

En la Figura 26, se aprecia la evolución del peso, longitud y diámetro durante el desarrollo del fruto de borjón.

A los 180 días de edad, desde el cuajado, el fruto presentó un peso promedio de $558,82 \pm 4,69$ g, a partir del cual se observó un constante aumento hasta los 300 días, en que alcanzó $846,38 \pm 3,48$ g. Se encontró que existen diferencias altamente significativas (Tukey al 5 %) durante estos dos periodos.

A partir de los 330 se reflejaron cambios significativos en el peso promedio hasta los 360 días. Los cambios entre los 330 hasta los 340 días osciló entre $877,29 \pm 3,02$ y $919,51 \pm 4,19$ g. Este mismo análisis se realizó entre los 345 y 350 días, en los cuales el peso fluctuó entre $918,70 \pm 2,94$ y $928,62 \pm 2,84$. Y entre 350 y los 360 días, los pesos fueron de $928,62 \pm 2,84$ y $939,82 \pm 4,08$, que ocurrieron hasta la madurez organoléptica o de consumo.

El largo de la fruta, entre los 180 y 240 días, estadísticamente no presentó cambios significativos con $8,42 \pm 0,08$ y $8,70 \pm 0,16$ cm. A partir de los 270 días de cuajado el fruto, el aumento en el tamaño fue estadísticamente significativo hasta los 335 días. Se encontró un incremento en $10,74 \pm 0,10$ cm a los 360 días, que estadísticamente reflejó diferencias significativas.

Similar comportamiento presentó el diámetro de la fruta, que a los 180 días fue de $8,89 \pm 0,25$ cm y el aumento fue significativo hasta los 350 días con $10,65 \pm 0,51$ cm, ya que a los 360 días tuvo el fruto un valor promedio de $10,93 \pm 0,20$ cm.

La relación longitud/diámetro (L/D), obtenida en el fruto maduro, fue de $0,98 \pm 0,01$. La evolución de las dimensiones permiten obtener valores entre 0,91 y 0,99 por lo tanto el fruto de borjón tiene la tendencia a adquirir una forma redonda.

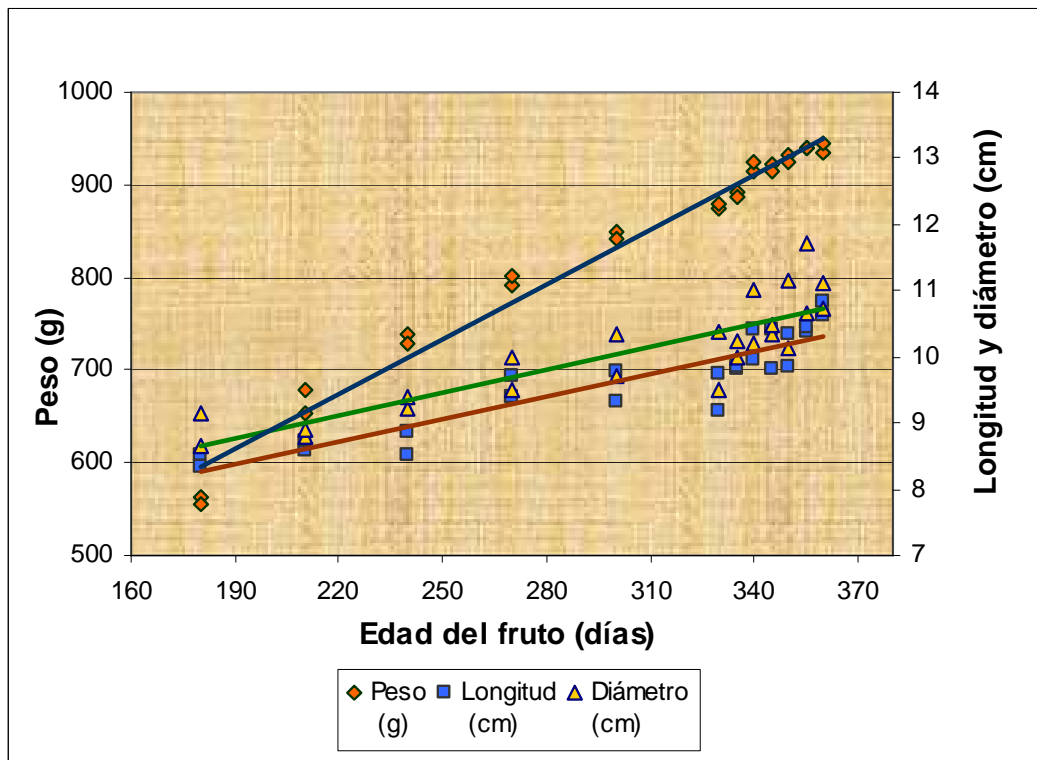


Figura 26. Comportamiento del peso y dimensiones durante el desarrollo del borrojó

Las ecuaciones que relacionan la edad del fruto (x) con la longitud, el diámetro y el peso (y) son las siguientes:

Longitud con un R^2 0,83

$$y = 0,0112x + 6,2555$$

Diámetro con un R^2 0,75:

$$y = 0,0116x + 6,5622$$

Peso con un R^2 0,98:

$$y = 1,9775x + 238,71$$

Los coeficientes de determinación (R^2) correspondientes a la longitud y peso presentan valores cercanos a 1,00 lo cual indica que la asociación lineal entre las dos variables es fuerte y perfecta. Con respecto al diámetro existe una mediana correlación entre las variables ($R^2 = 0,75$).

3.2.2.2 Color externo e interno

En la Tabla 17, se muestra la coloración externa e interna del borjón a partir de los 180 y hasta los 350 días. Estas coloraciones se midieron cuantitativamente con los parámetros L, a, b y fueron determinadas cualitativamente en el campo mediante una tabla de colores.

Tabla 17. Coloración externa e interna del fruto de borjón desde los 180 a los 350 días

CÓDIGO Tabla	COLOR Tabla	PARÁMETRO Equipo	Valor	DESVIACIÓN ESTANDAR
37 Externo	Verde Musgo	L	46,64	0,14
	(80 %)	a	-17,74	0,07
		b	32,43	0,24
25 Externo	Ocre	L	66,32	0,14
	(20 %)	A	-7,18	0,12
		B	53,71	0,44
48 Interno	Blanco agrisado	L	84,42	0,12
		a	-2,16	0,19
		b	1,43	0,10

El pericarpio presenta menor luminosidad en comparación con la zona interna, el cual posee un valor de 84,42. Mientras que el parámetro -a (verde) es mayor en la piel con un valor de -17,74.

Las Figuras 27 a la 31 corresponden a frutos en edades comprendidas entre 180 y 300 días. El color externo fue el verde musgo con presencia de brillo y el color interno fue el blanco agrisado que se mantuvo hasta cerca de los 350 días.



Figura 27. Fruta y color externo e interno del borojó a los 180 días



Figura 28. Fruta de borojó de 210 días



Figura 29. Fruta de borojó de 240 días



Figura 30. Fruta de borojó de 270 días



Figura 31. Fruta de borojó de 300 días

Las Figuras 32, 33 y 34 muestran frutos de 330, 335 y 340 días, en los cuales se aprecia la disminución del brillo, pero la coloración verde musgo aún se mantuvo y además se observó la presencia de una ligera coloración ocre en ciertas partes del fruto, que se debe principalmente a golpes de las ramas, daños por insectos y quemaduras por rayos solares.



Figura 32. Fruta de borojó de 330 días

Desde los 335 hasta los 350 días, la coloración ocre se acentuó pero su corteza aún era compacta y dura. Esta etapa corresponde a frutos en estado conocido como “de sazón”, debido a que se encuentran por culminar su desarrollo, en estos árboles las hojas de las ramas que sostenían a dichos frutos tienden a caerse.



Figura 33. Fruta de borojó de 335 días



Figura 34. Fruta de borojó de 340 días

El comportamiento desde los 350 días es diferente, depende mucho del clima. Cuando los días son lluviosos se acelera la maduración, a partir de esta edad se encuentran en “estado pintón” y terminan de madurar a los 2 ó 4 días, en algunos casos en el mismo día. En las Figuras 35 y 36 se observa la fruta a los 350 días de cuajada y el estado que presenta la pulpa.



Figura 35. Fruta de borjón de 350 días

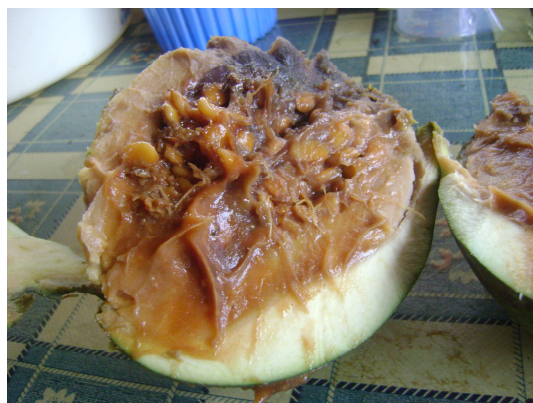


Figura 36. Pulpa de borjón en estado pintón

En la Figura 37 se muestra el borjón de 355 días, el cual presenta un segmento en estado maduro y otro inmaduro. Los colores correspondieron a las tonalidades ámbar y castaño para el área madura y verde musgo para la superficie inmadura.



Figura 37. Frutas de borjón de 355 días

En la Tabla 18, se presentan los parámetros que definen el color, según la tabla y el valor para esta tonalidad, tomada para el fruto de borjón a los 360 días.

Tabla 18. Coloración externa e interna del fruto de borjón a los 360 días

CÓDIGO Tabla	COLOR Tabla	PARÁMETRO Equipo	Valor	DESVIACIÓN ESTANDAR
24 Externo e interno	Ámbar	L	50,88	0,10
		a	5,46	0,07
		b	23,04	0,27
35 Externo e interno	Castaño	L	34,55	0,27
		a	-0,19	0,14
		b	17,51	0,32

En las Figuras 38 y 39 se muestra el borjón en su madurez comestible, en esta fruta el color de la pulpa y el pericarpio (cáscara) presentan la misma tonalidad.

**Figura 38.** Frutas de borjón de 360 días**Figura 39.** Pulpa de borjón de 360 días

3.2.2.3 pH

La Figura 40 muestra los cambios del pH experimentado durante el desarrollo del fruto, valores que fluctuaron de 3,76 a 4,02 entre los 180 y los 330 días de desarrollo, respectivamente. A partir de los 330 días hubo una disminución hasta cumplir los 360 días donde se reporto un pH de 2,88.

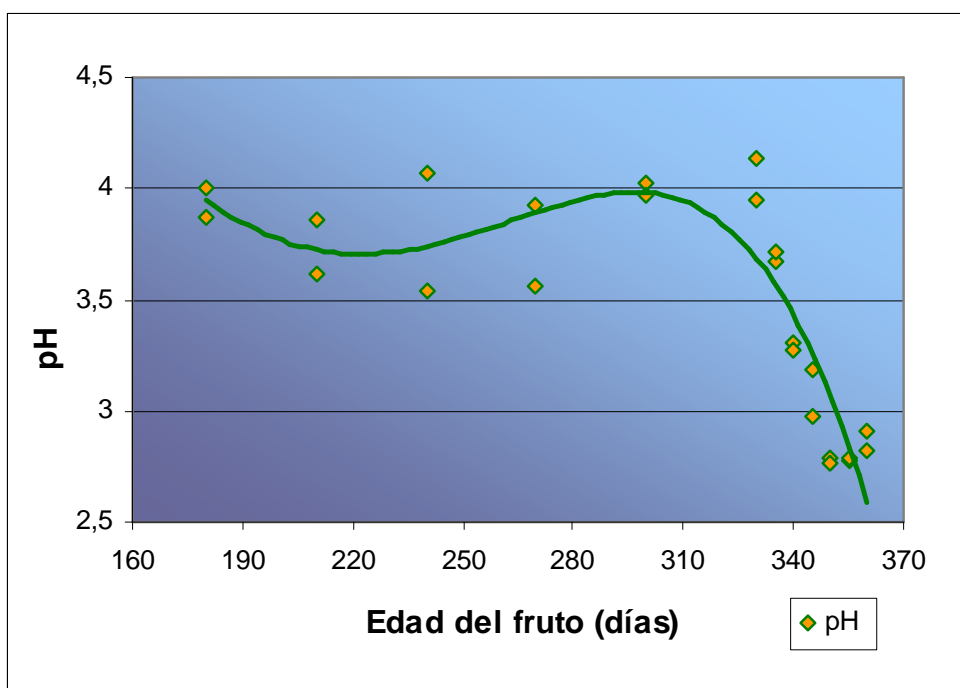


Figura 40. Variación del pH durante el desarrollo del borojó

3.2.2.4 Firmeza de la pulpa

La firmeza de la pulpa se midió desde los 350 días, debido a que los frutos eran muy duros e impenetrables con las puntas del penetrómetro que se disponía para medir esta variable.

La firmeza de la pulpa obtenida a los 350, 355 y 360 días de cuajada la fruta fue de 2,43, 1,78 y 1,15 kgf, respectivamente. En los frutos que por la madurez se cayeron y fueron cosechados del suelo, que es como usualmente recolectan los productores, la firmeza es menor a 1 kgf.

3.2.2.5 Sólidos solubles y acidez titulable

Los sólidos solubles y la acidez titulable tienen un comportamiento similar, ya que sus valores se mantienen en las etapas iniciales y estadísticamente las diferencias no son significativas. El contenido de los sólidos solubles hasta los 330 días es de $4,64 \pm 0,54^\circ$ Brix y en la acidez titulable con $0,50 \pm 0,07$ % ácido málico.

A partir de los 335 hasta los 350 días, el contenido de sólidos solubles estuvo entre $7,00 \pm 1,34$ a $24,10 \pm 0,93^\circ$ Brix, resultados que estadísticamente fueron significativos (Tukey 5 %). De igual manera, la acidez titulable en este período, presenta valores estadísticamente significativos con $0,52 \pm 0,02$ a $3,34 \pm 0,13$ %, respectivamente.

En la Figura 41 se presenta el comportamiento de estas dos variables

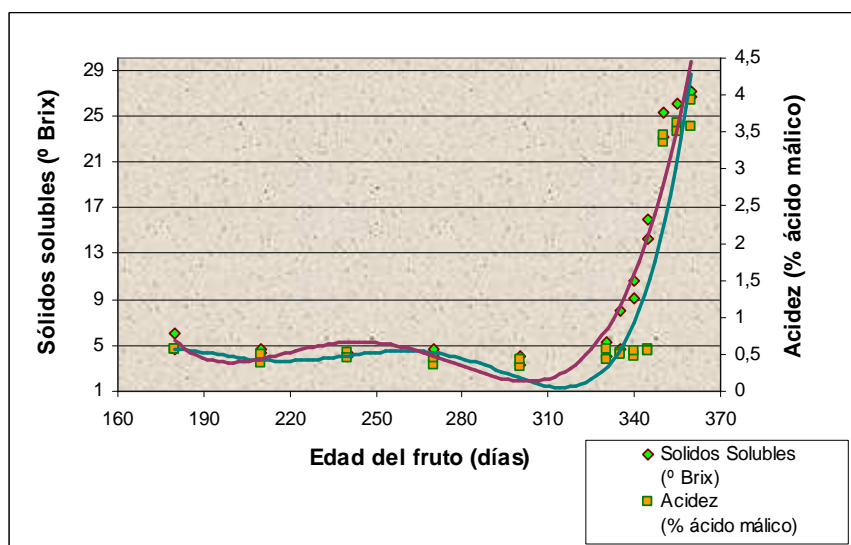


Figura 41. Variación de los sólidos solubles y la acidez en el desarrollo del borjój

3.2.2.6 Relación de madurez

En la Tabla 19, se presentan los resultados correspondientes a la relación de madurez desde los 180 hasta los 360 días de desarrollo del fruto.

Tabla 19. Relación de madurez del borojó desde los 180 hasta los 360 días

EDAD DEL FRUTO (días)	RELACIÓN DE MADUREZ (Sólidos solubles/Acidez titulable)
180	7,48
210	9,77
240	8,53
270	10,11
300	9,82
330	9,22
335	15,78
340	18,77
345	26,26
350	7,23
355	7,27
360	7,05

El valor adimensional obtenido al relacionar el contenido de los sólidos solubles y la acidez en el fruto maduro fue de 7,05 a los 360 días. El comportamiento de los dos parámetros, a mantenerse o incrementarse en las etapas de desarrollo de la fruta, ha influido en los valores obtenidos para el borojó.

En algunos frutales estos valores permiten establecer la madurez, pero en el caso del borojó, con los datos obtenidos no se cumple esta relación, por lo tanto no puede utilizarse para conocer el estado de madurez en el que se halla la fruta.

3.2.2.7 Rendimiento de pulpa, semilla y cáscara

En la Tabla 20 se señalan los rendimientos obtenidos en el borojó entre los 350 y 360 días desde el cuajado del fruto. El porcentaje de pulpa, semillas y cáscara a los 350 días corresponden al 57,65 y 42,35 %, y varían hasta obtener valores del 63,65 y 36,35 % de semilla y cáscara, a los 360 días.

Tabla 20. Rendimiento de pulpa, semilla y cáscara, en edades de cosecha del borjón

EDAD DEL FRUTO (días)	PULPA/FRUTA (%)	SEMILLA Y CÁSCARA/FRUTA (%)
350	57,65 A	42,35 A
355	61,62 AB	38,38 AB
360	63,65 B	36,35 B

Letras distintas significan diferencias significativas (Probabilidad al 5 %)

El despulpado del borjón se realizó manualmente, se consideró como un solo valor el rendimiento de la semilla con la cáscara, debido a que la pulpa del borjón cuando está maduro es pegajosa y difícil de separar, ya que las semillas y la cáscara se encuentran muy adheridas a la pulpa.

3.3 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE MADURACIÓN REQUERIDO PARA ALCANZAR LA CONDICIÓN ÓPTIMA DE CONSUMO, DEL ARAZÁ

Para definir el tiempo de maduración requerido para alcanzar la condición óptima de consumo después de cada período de conservación al ambiente, se utilizó arazá cosechado a los 33, 38, 43, 46 y 48 días de cuajada la fruta. En la Figura 42 se observa la fruta de arazá cosechada en cinco edades fenológicas.

**Figura 42.** Frutas de arazá cosechadas a cinco edades fenológicas

El almacenamiento se realizó durante los meses de marzo y junio del 2009. Los resultados que se analizan corresponden al control de la calidad de la fruta durante cinco periodos de almacenamiento: 1, 2, 3, 4 y 5 días.

3.3.1 Pérdida de peso

En la Tabla 21, se presenta el porcentaje de pérdida de peso de los frutos durante los cinco periodos de almacenamiento.

Tabla 21. Pérdida de peso durante el almacenamiento del arazá, a diferentes edades fenológicas

ALMACENAMIENTO (días)	PÉRDIDA DE PESO (%)				
	EDAD DEL FRUTO DE ARAZÁ (días)				
	33	38	43	46	48
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,16	0,44	2,17	2,87	2,31
3	2,89	2,72	3,79	5,30	7,25
4	6,55	5,47	5,71	7,89	9,70
5	10,19	8,12	9,16	12,75	12,54

Las frutas de 43, 46 y 48 días experimentaron una mayor pérdida de peso, en el tercer día de almacenamiento presentaron el 3,79 %, 5,30 % y 7,25 %, respectivamente. Para frutas de las mismas edades, hubo pérdidas correspondientes al 9,16 %, 12,75 % y 12,54 % al quinto día de almacenamiento.

En la Figura 43, se presenta la fruta de arazá cosechada a los 45 días de cuajada la fruta y almacenada durante cinco días a condiciones ambientales, se visualiza que la fruta está deshidratada y consecuentemente perdió peso.



Figura 43. Deshidratación de frutos maduros de arazá durante el almacenamiento

3.3.2 Descripción visual de daños

En la Tabla 22, se presenta una descripción cuantificada por medio de una escala para los daños ocasionados en la fruta, durante los cinco días de almacenamiento.

Tabla 22. Diferentes tipos de daños producidos durante el almacenamiento del arazá

ALMACENAMIENTO (días)	DIFERENTES TIPOS DE DAÑOS														
	EDAD DEL FRUTO DE ARAZÁ (días)														
	33			38			43			46			48		
	D	P	I	D	P	I	D	P	I	D	P	I	D	P	I
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
3	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	2	1
4	2	0	0	2	0	1	2	1	1	2	1	1	3	2	3
5	2	0	0	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3

0 = sano 1 = leve 2 = moderado 3 = severo

D = Deshidratación P = Pudrición I = Daño por ataque de insectos

La fruta cosechada en las cinco edades fenológicas no presentó daños por deshidratación, este daño se visualiza al cuarto día de almacenamiento. La deshidratación se presenta con mayor incidencia conforme avanza la edad de

cosecha de la fruta, con el consecuente daño por pudriciones y la presencia de insectos, los que son atraídos por la presencia acentuada de aromas característicos de la fruta sobremadura.

El arazá cosechado a los 43 días se conservó en buenas condiciones hasta tres días en almacenamiento, el de 46 días se mantuvo dos días de vida de anaquel y el de 48 días se podría consumir hasta un día después.

En la Figura 44, se presentan las frutas de arazá con daños por pudrición o enfermedades.



Figura 44. Frutos de arazá atacados por pudrición durante el almacenamiento

3.3.3 Color externo e interno

El arazá cosechado a los 33 días no experimentó cambios en el color que evidencien su maduración. Los frutos correspondientes a los 38 días experimentaron cambios de tonalidad, pero no llegaron a la tonalidad ocre (amarillo) característica de estos frutos.

Los frutos de 43 y 46 días de edad, a los dos días de almacenamiento desarrollaron la coloración amarilla (ocre) y el aroma característico del arazá maduro; sin embargo, el tiempo de vida útil fue corto.

En la Figura 45 se observan frutos de 38 días que no cambiaron el color externo característico, durante el almacenamiento.



Figura 45. Frutos de 38 días durante el quinto día de almacenamiento

3.3.4 Firmeza de la pulpa

La Tabla 23 se muestra la firmeza de la pulpa obtenida durante el almacenamiento.

Tabla 23. Firmeza de la pulpa durante el almacenamiento al ambiente del arazá

ALMACENAMIENTO (días)	FIRMEZA DE LA PULPA (kgf)				
	EDAD DEL FRUTO DE ARAZÁ (días)				
	33	38	43	46	48
0	ND	6,81	4,55	2,85	1,65
1	ND	6,80	4,50	2,80	1,60
2	ND	6,55	3,60	2,30	1,60
3	ND	4,35	2,00	1,80	1,40
4	ND	2,20	1,80	1,50	0,00
5	ND	2,00	0,00	0,00	0,00

ND = No detectado por el penetrómetro manual de 0 a 14 kgf de sensibilidad

En los frutos de 33 días no se realizó esta medición, a pesar que el arazá mostró signos de ablandamiento, la dureza de la pulpa impidió la medición de esta variable. El fruto de 38 días presentó una textura firme desde el primero hasta el quinto día, en el cual se obtuvo un valor de 2,0 kgf. Los frutos que sobrepasaron el quinto día de almacenamiento aumentaron su ablandamiento.

Los frutos de 43 días mostraron un valor de 2 kgf al tercer día; mientras, que los frutos cosechados a los 48 días (estado de madurez completa) se ablandaron rápidamente, en un lapso menor a 24 horas, de manera que al cuarto día, se encontró una firmeza de 0 kgf, debido a la delicadeza y suavidad de la pulpa.

3.3.5 pH

En la Tabla 24, se presentan los datos obtenidos de pH durante los cinco días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 24. pH obtenido durante el almacenamiento al ambiente del arazá

ALMACENAMIENTO (días)	pH				
	EDAD DEL FRUTO DE ARAZÁ (días)				
	33	38	43	46	48
0	2,54	2,51	2,65	2,61	2,67
1	2,54	2,51	2,65	2,61	2,65
2	2,55	2,49	2,69	2,63	2,73
3	2,60	2,52	2,60	2,68	2,70
4	2,53	2,53	2,58	2,70	2,50
5	2,49	2,54	2,00	2,50	2,40

Los frutos de arazá que presentan un valor aproximado al de una fruta cosechada madura, es la de los 33 y 43 días, al tercer día de almacenamiento. Las frutas con mayor grado de madurez, adquieren un pH similar en menor días de almacenamiento.

3.3.6 Rendimientos de pulpa, semilla y cáscara

No se analizó el rendimiento en la fruta de 33 días, debido a que no presentó la coloración externa característica de la fruta organolépticamente madura; además no desarrolló el aroma, cabe mencionar que en frutos de esta edad las semillas aún se encuentran en desarrollo.

Para frutos en edades comprendidas entre 43 y 48 días, el rendimiento promedio de la pulpa fue de 63 %, de la semilla 21 % y 16 % de cáscara; valores que se mantuvieron durante el almacenamiento, a pesar del ablandamiento de la fruta.

En la Figura 46 se visualiza la diferencia que presenta la pulpa, semillas y cáscara, en la fruta que inicia la maduración y otra que fue cosechada al cumplir con su ciclo fenológico.

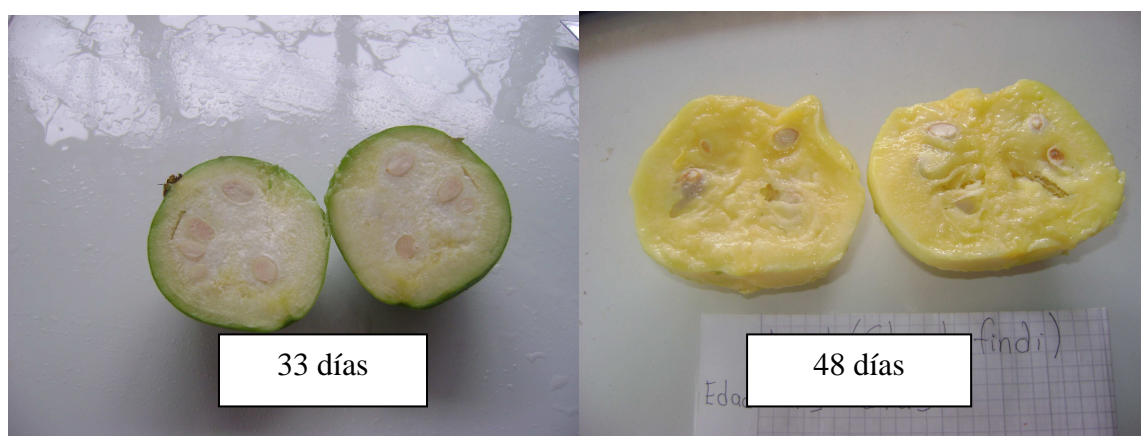


Figura 46. Frutas de arazá cosechadas al inicio (33 días) y final (48 días) de la maduración

3.3.7 Sólidos solubles

Los sólidos solubles tienden a disminuir durante el almacenamiento en la fruta cosechada a partir de los 43 días, lo que indica un comportamiento característico de un órgano vivo, que requiere de energía para mantenerse.

Los frutos de 33 y 38 días presentaron un comportamiento diferente. Los sólidos solubles tienden a aumentar ligeramente, lo que indica que continúa su proceso de maduración.

En la Tabla 25, se presenta los valores correspondientes a los sólidos solubles durante los cinco días de almacenamiento.

Tabla 25. Sólidos solubles durante el almacenamiento del arazá

ALMACENAMIENTO (días)	SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX)				
	EDAD DEL FRUTO DE ARAZÁ (días)				
	33	38	43	46	48
0	1,10	1,80	3,90	4,50	4,65
1	1,00	1,80	3,80	4,20	4,60
2	1,00	1,80	3,80	3,90	4,40
3	1,10	1,90	3,80	3,80	4,00
4	1,60	2,00	3,70	3,60	3,80
5	1,80	2,80	3,60	3,50	3,40

3.3.8 Acidez titulable

En los frutos que han completado el ciclo de desarrollo o cercanos a él, disminuye el contenido de ácido málico durante el almacenamiento. Este comportamiento se relaciona con el ciclo de senescencia de la fruta. Los frutos de 33 y 38 días tuvieron tendencia a aumentar en el quinto día de almacenamiento, lo que puede estar relacionado a un proceso fermentativo de la fruta.

En la Tabla 26, se observan los valores correspondientes a la acidez titulable durante los cinco días de almacenamiento.

Tabla 26. Acidez titulable durante el almacenamiento del arazá

ALMACENAMIENTO (días)	ACIDEZ TITULABLE (% ÁCIDO MÁLICO)				
	EDAD DEL FRUTO DE ARAZA (días)				
	33	38	43	46	48
0	3,20	3,51	3,23	3,08	2,88
1	3,20	3,50	3,22	3,00	2,85
2	3,25	3,45	3,00	2,95	2,81
3	3,25	2,84	3,00	2,95	2,70
4	3,27	2,57	2,74	2,90	2,70
5	4,11	3,17	2,74	2,90	2,60

3.3.9 Relación de madurez o sabor

La fruta que se cosechó en las cinco edades fenológicas, presentan un comportamiento propio de cada edad. Así, tenemos que en la fruta de 33 y 38 días esta relación se corresponde con su edad fenológica. A los 43 días la relación aumenta hasta llegar el segundo día de almacenamiento. La fruta recolectada en edades que corresponden a su completa madurez, como es el caso del arazá de 46 y 48 días, durante el almacenaje la relación de madurez disminuye progresivamente.

En la Tabla 27 se indica la relación de madurez, también conocida como de sabor, de los frutos de arazá recolectados en cinco edades fenológicas.

Tabla 27. Relación de sólidos solubles/acidez titulable durante el almacenamiento al ambiente del arazá

ALMACENAMIENTO (días)	RELACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES/ACIDEZ TITULABLE				
	EDAD DEL FRUTO DE ARAZA (días)				
	33	38	43	46	48
0	0,31	0,51	1,25	1,46	1,58
1	0,31	0,51	1,18	1,40	1,61
2	0,31	0,52	1,27	1,32	1,54
3	0,34	0,67	1,27	1,29	1,48
4	0,49	0,78	1,35	1,24	1,41
5	0,44	0,88	1,31	1,21	1,31

3.4 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE MADURACIÓN REQUERIDO PARA ALCANZAR LA CONDICIÓN ÓPTIMA DE CONSUMO, DEL BOROJÓ

Los frutos de borojó se cosecharon a los 350, 355 y 360 días de cuajada la fruta. Se realizó el control de calidad a la fruta almacenada al ambiente durante 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 días.

3.4.1 Pérdida de peso

El borjón cosechado a los 355 y 360 días de cuajada la fruta no mantuvo una calidad aceptable a los 10 días de almacenamiento, ya que presentó pérdidas de peso del 12 y 12,50 %, respectivamente.

Los frutos de 350 días de edad presentaron mayores porcentajes de pérdidas de peso, a los 10 días de almacenamiento con 19,59 %; pero, los frutos de esta edad por lo general no llegaron a completar su madurez de consumo. Para el borjón la edad ideal de cosecha fue a partir de los 355 días, ya que las pérdidas de peso llegan al 12 %, hasta los nueve días de almacenamiento.

La Tabla 28 las pérdidas de peso del borjón durante los diez días de almacenamiento, a temperatura ambiente.

Tabla 28. Pérdida de peso durante el almacenamiento al ambiente del borjón a diferentes edades fenológicas

ALMACENAMIENTO (días)	PÉRDIDA DE PESO (%)		
	EDAD DEL FRUTO DE BOROJÓN (días)		
	350	355	360
1	0,00	0,00	0,00
2	2,03	1,75	1,45
3	4,11	3,07	2,43
4	6,06	3,71	2,71
5	7,32	5,63	5,29
6	11,10	7,36	6,66
7	12,25	8,95	7,90
8	14,86	10,11	9,43
9	16,51	11,86	12,36
10	19,59	12,00	12,50

3.4.2 Descripción visual de daños

Al sexto día de almacenamiento, los frutos empezaron a mostrar indicios de daños, principalmente en los frutos de 350 días de edad que se distinguieron por

presentar síntomas leves de deshidratación y ataque de insectos, los cuales se incrementaron notablemente hasta el décimo día.

Al noveno día de almacenamiento, los frutos de 355 y 360 días de edad sufrieron daños moderados, que se iniciaron en la base del fruto, dispersándose hacia la parte superior del mismo. Esto se debe principalmente, a que el peso promedio de un borjón oscila entre 800 y 1000 g, la piel es muy fina para resistir la presión de la pulpa que tiene un contenido promedio de materia seca del 35 %, valores altos para la mayoría de las frutas.

La Tabla 29 indica los daños cuantificados durante el almacenamiento a temperatura ambiente de los frutos de borjón.

Tabla 29. Daños producidos durante el almacenamiento del borjón

ALMACENAMIENTO (días)	EDAD DEL FRUTO DEL BORJÓN (días)								
	350			355			360		
	D	P	I	D	P	I	D	P	I
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	2	1	0	0	1	0	0	1
7	1	2	1	0	1	1	0	0	1
8	2	2	2	1	1	2	1	1	1
9	2	3	2	2	2	2	1	1	2
10	2	3	2	2	2	3	1	2	2

0 = sano 1 = leve 2 = moderado 3 = severo
D = Deshidratación P = Pudrición I = Daño por ataque de insectos

La Figura 47 visualiza la fruta de borjón con pudrición y deshidratación severa.

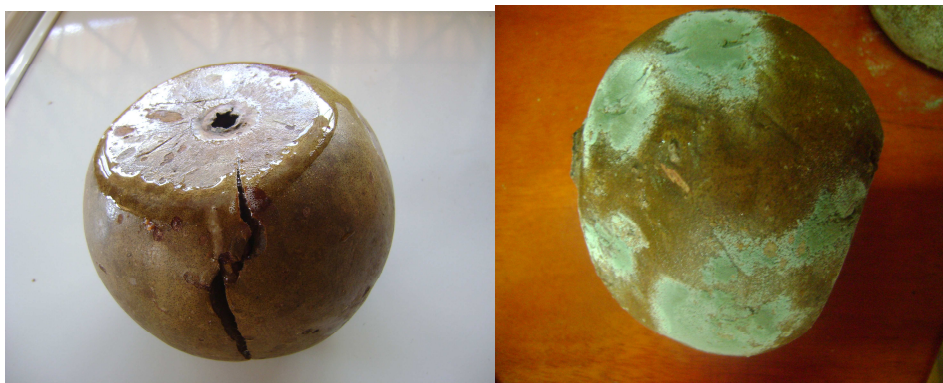


Figura 47. Frutos de borjón atacados por pudrición y deshidratación durante el almacenamiento al ambiente

3.4.3 Color externo e interno

La superficie externa de los frutos de 355 días, presentaron áreas inmaduras y maduras en distintos porcentajes; los mismos que completaron su ciclo de desarrollo en un tiempo aproximado de cinco días. Los frutos maduros recolectados mantenían el color interno característico del borjón; es decir, el ámbar y castaño que posteriormente se veían opacados y cubiertos de manchas blanquecinas y verdes al sobrepasar el octavo día de almacenamiento.

En la Figura 48, se aprecia un fruto en estado sazón o pintón, almacenado a temperatura ambiente.



Figura 48. Fruto de borjón en estado pintón durante el almacenamiento

3.4.4 Firmeza de la pulpa

La firmeza de la pulpa disminuye gradualmente hasta el sexto y séptimo día de almacenamiento para frutos de 350 y 355 días de edad, respectivamente, cuyo valor corresponde a 0,50 kgf. Mientras que al quinto día de almacenamiento, los frutos de 360 días son demasiados suaves que no ofrecen resistencia a la penetración, reportado como 0,00 kgf.

La Tabla 30 muestra los valores promedio de la firmeza de la pulpa evaluados en las distintas edades fenológicas y almacenados al ambiente.

Tabla 30. Firmeza durante el almacenamiento del borjój

ALMACENAMIENTO (días)	FIRMEZA (kgf)		
	EDAD DEL FRUTO DE BOROJÓ (días)		
	350	355	360
0	2,43	1,80	1,15
1	1,90	1,78	1,05
2	1,75	1,55	0,90
3	1,65	1,50	0,75
4	1,50	1,45	0,50
5	1,45	1,10	0,00
6	0,95	0,50	0,00
7	0,00	0,50	0,00
8	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00

3.4.5 pH

Al primer día de almacenamiento, los frutos de borjój de 350 días poseen valores de 2,73, el cual tiende a disminuir ligeramente, hasta que al décimo día presenta un valor de 1,95. Los frutos de 355 y 360 días, no presentan cambios significativos de pH durante el almacenamiento, este parámetro corresponde a los 10 días con valores entre 2,90 y 2,87, respectivamente.

La Tabla 31 presenta el pH de los frutos almacenados al ambiente.

Tabla 31. pH obtenido durante el almacenamiento al ambiente del borojó

ALMACENAMIENTO (días)	pH		
	EDAD DEL FRUTO DE BOROJÓ (días)		
	350	355	360
0	2,77	2,79	2,88
1	2,73	2,79	2,80
2	2,70	2,78	2,80
3	2,70	2,78	2,80
4	2,67	2,76	2,81
5	2,57	2,79	2,85
6	2,03	2,76	2,85
7	1,98	2,80	2,85
8	1,95	2,80	2,87
9	1,95	2,90	2,87
10	1,95	2,90	2,87

3.4.6 Rendimientos de pulpa, semilla y cáscara

Las frutas de borojó de 355 y 360 días de edad presentaron rendimientos de 63 % de pulpa, 23 % de semillas y 14 % de cáscara, los cuales se mantuvieron durante el almacenamiento. En los frutos que mostraron daños significativos por pudriciones y deshidratación, se afectó la calidad de la pulpa, la misma que presentó un color verde opaco, cuya tonalidad es típica para frutos en descomposición.

En la Figura 49, se observan las tres partes características del fruto de 360 días, que corresponden a la pulpa, la cáscara y las semillas del borojó. Para evaluar el rendimiento se consideró parte de la pulpa que se encuentra adherida a las semillas en el centro de la fruta.



Figura 49. Rendimientos de pulpa, semilla y cáscara del fruto de borjón a los 360 días

3.4.7 Sólidos solubles

La Tabla 32 presenta los valores de los sólidos solubles en los frutos almacenados al ambiente, datos que tienden a mantenerse en un rango de 23 a 25°Brix, durante los diez días de almacenamiento.

Tabla 32. Sólidos solubles durante el almacenamiento del borjón

ALMACENAMIENTO (días)	SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX)		
	EDAD DEL FRUTO DE BOROJÓN (días)		
	350	355	360
0	24,10	25,55	26,28
1	23,38	23,37	25,26
2	23,86	23,92	24,59
3	23,04	23,81	25,16
4	22,81	24,50	25,89
5	23,39	24,50	25,12
6	23,03	24,31	25,34
7	23,00	23,63	24,48
8	23,05	23,39	25,00
9	23,00	23,00	25,00
10	23,00	23,00	24,80

3.4.8 Acidez titulable

La Tabla 33 muestra los valores de la acidez en los frutos almacenados al ambiente. Se observa que hasta el séptimo día de almacenamiento, las cantidades se mantienen entre 3,54 y 3,85 %, expresados como ácido málico, a los 355 y 360 días de cuajada la fruta.

Tabla 33. Acidez titulable durante el almacenamiento del borojón

ALMACENAMIENTO (días)	ACIDEZ TITULABLE (% DE ÁCIDO MÁLICO)		
	EDAD DEL FRUTO DE BOROJÓN (días)		
	350	355	360
0	3,34	3,51	3,73
1	3,00	3,54	3,79
2	2,71	3,58	3,79
3	2,57	3,60	3,78
4	2,68	3,62	3,77
5	3,06	3,66	3,75
6	3,29	3,68	3,85
7	3,29	3,72	3,83
8	3,29	3,72	3,85
9	3,29	3,72	3,83
10	3,29	3,72	3,85

3.4.9 Relación de madurez o sabor

En la Tabla 34, se presenta la relación entre los sólidos solubles y la acidez titulable de los frutos de borojón almacenados al ambiente.

Esta relación no representa a la madurez o el sabor de esta fruta, ya que sus valores son fluctuantes y no mantienen una tendencia.

Tabla 34. Relación de sólidos solubles/acidez titulable durante el almacenamiento al ambiente del borojó

ALMACENAMIENTO (días)	RELACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES/ACIDEZ TITULABLE		
	EDAD DEL FRUTO DE BOROJÓ (días)		
	350	355	360
0	7,23	7,27	7,00
1	7,80	6,60	6,66
2	8,80	6,68	6,48
3	8,96	6,61	6,65
4	8,51	6,76	6,86
5	7,64	6,69	6,69
6	7,00	6,60	6,58
7	6,99	6,35	6,39
8	7,00	6,28	6,49
9	6,99	6,18	6,53
10	6,99	6,18	6,44

3.5 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD PARA EL ARAZÁ Y BOROJÓ

En la cadena de producción y comercialización del arazá y borojó, las condiciones a las cuales se debe realizar la cosecha, es una operación de gran importancia ya que la fruta es separada de su fuente de alimento y por lo tanto debe sobrevivir por sí misma.

Para prolongar la vida útil de estas frutas, sin que su calidad se vea afectada, es necesario tomar en cuenta algunos aspectos relacionados a que estas frutas son no climatéricas, el grado de madurez evaluado a diferentes edades fenológicas hasta la cosecha, el estado sanitario al momento de la recolección, la desinfección de las herramientas de cosecha y los factores ambientales, principalmente.

Para obtener frutos de alta calidad, recién cosechados y almacenados, fue necesario conocer los requisitos que el mercado exige y las expectativas de los consumidores locales y nacionales hacia estos frutos. Esta información ha

permitido diseñar las estrategias en el manejo durante la cosecha y la conservación al ambiente, con el fin de minimizar el deterioro y prolongar el tiempo de vida útil de estos frutos.

3.5.1 Parámetros de calidad para el arazá (*Eugenia stipitata*)

Para cosechar el arazá, se han determinado algunos índices de madurez cualitativos y cuantitativos. Para el primer caso, se puede citar la edad desde el cuajado de la fruta hasta la cosecha y la coloración externa. Los índices de madurez cuantitativos son el contenido de sólidos solubles, la acidez titulable y la relación de madurez.

Para realizar la cosecha adecuada de los frutos, es necesario conocer el destino y el uso que tendrán posteriormente. Así tenemos, que los frutos pueden ser recolectados a los 38 y 43 días de edad. En estas etapas los frutos se encuentran en estado pintón, por lo que el tiempo de conservación al ambiente será de cuatro días, aproximadamente, la pérdida de peso durante estos días no supera el 6 % y los daños físicos que afectan la calidad pueden observarse a partir del cuarto día.

Los valores promedio de los sólidos solubles, para el arazá, se encuentran entre 3,80 y 4,60° Brix, que se obtienen cuando alcanza los 43 y 48 días de edad, y se mantiene durante tres días de almacenamiento en 3,80° Brix y los frutos se conservan todavía firmes, con valores comprendidos entre 2,00 y 1,40 kgf. En esta etapa, la fruta puede ser comercializada. Por otro lado, los frutos de 48 días de cuajada la fruta podrán ser cosechados a esta edad para el transporte y consumo inmediato, porque tiene una buena calidad física hasta dos días de almacenada.

Los frutos de 38 días de cuajada la fruta, con valores de 1,8° Brix, logran incrementar el dulzor hasta 2,8° Brix a los cinco días de almacenamiento, con una firmeza de la pulpa de 2 kgf, similar a la alcanzada cuando se cosecha a los 48 días, fruta que puede ser destinada para procesarla de acuerdo con las reglamentaciones que permitan incrementar el dulzor en los elaborados.

3.5.2 Parámetros de calidad para el borojón (*Borojoa patinoi*)

Los índices de madurez que determinan el momento idóneo de cosecha para los frutos de borojón son el cambio en la coloración externa, el contenido de sólidos solubles y la edad desde el cuajado del fruto hasta la cosecha.

Los frutos de borojón pueden ser recolectados a los 355 días de edad e, incluso, en el momento que el fruto presente un mínimo cambio de coloración (café-ocre a verde-mostaza) en la cáscara, por lo que es necesario realizar controles diarios en las huertas que tienen frutos con edades cercanas a los 350 días de cuajada el fruto. La maduración se llega a completar entre el primero y quinto día de almacenamiento al ambiente.

Los frutos de 355 días de cuajada la fruta y los que ya completan su ciclo de madurez, no presentan pérdidas de peso, los daños ocasionados por pudrición y el ataque de insectos son leves hasta el séptimo día de almacenamiento, además presenta una firmeza de la pulpa de 0,50 kgf. Los valores promedio de sólidos solubles para el fruto de borojón maduro se hallan entre 24 y 26°Brix, los cuales se mantienen hasta el décimo día de almacenamiento. La acidez titulable de los frutos maduros se encuentra entre 3,75 y 3,85 % ácido málico.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La información climatológica para la zona productora de arazá y borjón, en las provincias de Orellana y Sucumbíos, presenta datos promedio anuales de luminosidad en 107 horas sol, pluviosidad 332 mm/día, temperatura máxima de 29°C, temperatura mínima de 22°C y una humedad relativa del 92 %.
- El 30 % de las flores polinizadas de arazá completan su desarrollo hasta la madurez fisiológica. Para el borjón, la investigación inició a partir de los seis meses de cuajada la fruta, razón por la cual no se reporta esta información.
- El arazá desarrolla el tamaño y peso del fruto a partir de los 21 días, la cosecha puede realizarse a partir de los 38 días de cuajada la fruta. El borjón, a partir de los 180 hasta los 330 días de cuajada la fruta, presenta un incremento significativo en sus dimensiones y peso, la cosecha puede realizarse a partir de los 350 días de edad fenológica; entre los 335 y 350 días, las ramas que sostenían los frutos tienden a caerse. A los 350 días el fruto se encuentra en estado pintón, la maduración de estos frutos se acelera cuando los días son lluviosos.
- Se establecieron las ecuaciones de regresión que representan el desarrollo del arazá con relación al peso, dimensiones, firmeza de la pulpa y pH. Para el borjón, estas ecuaciones se relacionan con las mismas variables que el arazá, con excepción del pH y la firmeza de la pulpa.
- El cambio en la coloración externa del arazá se produjo a partir de los 38 días, con la presencia de ligeras manchas amarillas que acompañaron a la coloración verde oliva y se acentuó el brillo en el pericarpio de la fruta. El color verde musgo del borjón se mantuvo hasta los 330 días, a partir del cual aparecieron ligeras coloraciones ocre (café) en ciertas partes del fruto, que

en algunos casos se debió a daños físicos; cuando alcanzó la madurez comestible, el color de la cáscara fue similar al de la pulpa, denominado como castaño-ámbar (café).

- La acidez del arazá se incrementó de 0,25 a 3,60 % de ácido málico con un pico máximo a los 38 días de cuajada la fruta, que empezó a disminuir hasta 2,73 % a los 48 días. El borojó a los 345 días presentó una acidez de 0,57 % y se incrementó a 3,73 % de ácido málico a los 360 días de cuajada la fruta.
- El arazá se caracteriza por ser ácida y el borojó dulce, lo que se evidencia con los datos obtenidos al realizar el monitoreo para establecer las curvas de maduración de estas dos frutas. Los sólidos solubles del arazá no sobrepasan los 5°Brix y del borojó los 27°Brix.
- La relación de madurez o sabor se cumple y puede ser utilizada para el arazá, con valores para la cosecha a partir de los 38 días con 0,50 y se incrementó hasta el valor de 1,58. En el borojó no se cumple esta relación.
- En el arazá, el rendimiento de la pulpa a partir de los 33 días presenta un incremento entre el 62 y el 65 % hasta los 48 días, el rendimiento de las semillas se incrementa con un decremento en el porcentaje de la cáscara. El rendimiento en la pulpa del borojó se encuentra entre el 58 y el 64 % desde los 350 y 360 días de cuajada la fruta. Estos resultados se obtuvieron con un despulpado manual.
- El fruto de arazá pueden ser cosechados a los 43 días de edad fenológica los que se pueden conservar hasta cuatro días al ambiente, con pérdidas de peso inferiores al 6 % y con leves daños físicos. La calidad física y química de la fruta cosechada a los 43 días es de sólidos solubles 3,90° Brix, la firmeza de la pulpa 4,55 kgf, el pH de 2,65 la acidez titulable de 3,23, con una relación de madurez de 1,25.

- Los frutos de 38 días logran incrementar el dulzor hasta 2,8° Brix a los cinco días de almacenamiento, con una firmeza de la pulpa de 2 kgf, similar a la alcanzada cuando se cosecha a los 48 días, fruta que pueden ser destinada para procesamiento.
- Los frutos de borjón pueden ser recolectados a los 350 días de edad y se puede conservar al ambiente hasta siete días, con pérdidas de peso entre el 8 y 12 %, y leves daños físicos. La calidad física y química de la fruta cosechada a los 350 días es de sólidos solubles 24,10° Brix, la firmeza de la pulpa 2,43 kgf, el pH de 2,77, la acidez titulable de 3,34.

4.2 RECOMENDACIONES

- Para realizar la cosecha del arazá y borjón, se recomienda realizar controles diarios durante los ciclos cercanos a la madurez, con el fin de utilizar las curvas de maduración obtenidas y los índices de madurez evaluados, así como el tiempo idóneo para la cosecha de estas frutas, de esta manera se contribuye a mejorar los métodos de recolección, que contribuyen a un almacenamiento duradero y confiable.
- Dar a conocer la importancia que tiene el estudio sobre los índices de madurez de estas frutas, ya que al establecer el punto óptimo de cosecha permitirá reducir las pérdidas poscosecha y por ende generar más ganancias a quienes se dediquen al cultivo de arazá y borjón.
- Estudiar el almacenamiento y los empaques apropiados que se pueden utilizar para comercializar estos frutos perecibles.
- Desarrollar un método mecánico para despulpar el borjón y que no represente muchas pérdidas en el rendimiento de la pulpa.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGRONET, 2001, "Generalidades del cultivo de arazá" http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Aspectos%20generales%20del%20araza.pdf, (Agosto 2008).
2. Angon, P. Santos, N. y Hernández, C., 2006, "Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto", <http://www.utm.mx/~temas/temas-docs/ensayo1t30.pdf>, (Junio 2009)
3. Aranceta, J. y Pérez, C., 2006, "Frutas, verduras y salud" http://books.google.com.ec/books?id=lf2ENqizEIAC&printsec=frontcover&source=gbs_v2_summary_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false, (Abril 2009)
4. Arcos, A. Becerra, M. Benítez, A. y Díaz, J., 2004, "Diagnóstico y caracterización de la cadena de valor de frutales amazónicos", <http://www.humboldt.org.co> (Diciembre 2009).
5. Arias, C. y Toledo, J., 2000, "Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos)", <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm> (Mayo 2009).
6. Berger, H., 2006, "Cosecha, índices de madurez y manejo de frutas y hortalizas", <http://www.avocadosource.com/WAC6/es/Extenso/4a-72.pdf>, Consultado en Abril 2009.
7. BLAA, 2001, <http://www.lablaa.org/blaavirtual/ciencias/sena/cursos-de-capacitacion/manejo-post-cosecha-borojo/modulo%20-%20i.pdf>. (Marzo 2009).
8. Bone, L. Dobronski, J. y Coronel, C., 2004, "Situación de la cadena productiva de las frutas amazónicas ecuatorianas", Quito, Ecuador, pp. 34, 35.
9. Bósquez, E., 1992, "Tecnología postcosecha de frutas y hortalizas", <http://docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/practicas/PRACTICA%201%20FTPOdefva.pdf>, (Mayo 2009).
10. Brezmes, J., 2001 "Diseño de una nariz electrónica para monitorizar el grado de maduración de la fruta", http://www.tdr.cesca.es/tesis_upc/available/tdx-0121113518//capitol2.pdf (Junio. 2009)
11. Brito, B. y Ochoa, J., 1997. Escala propuesta para la actividad: Evaluación de Índices de Madurez para Conservación de Durazno (*Prunus persica* L.), INIAP, Ecuador.

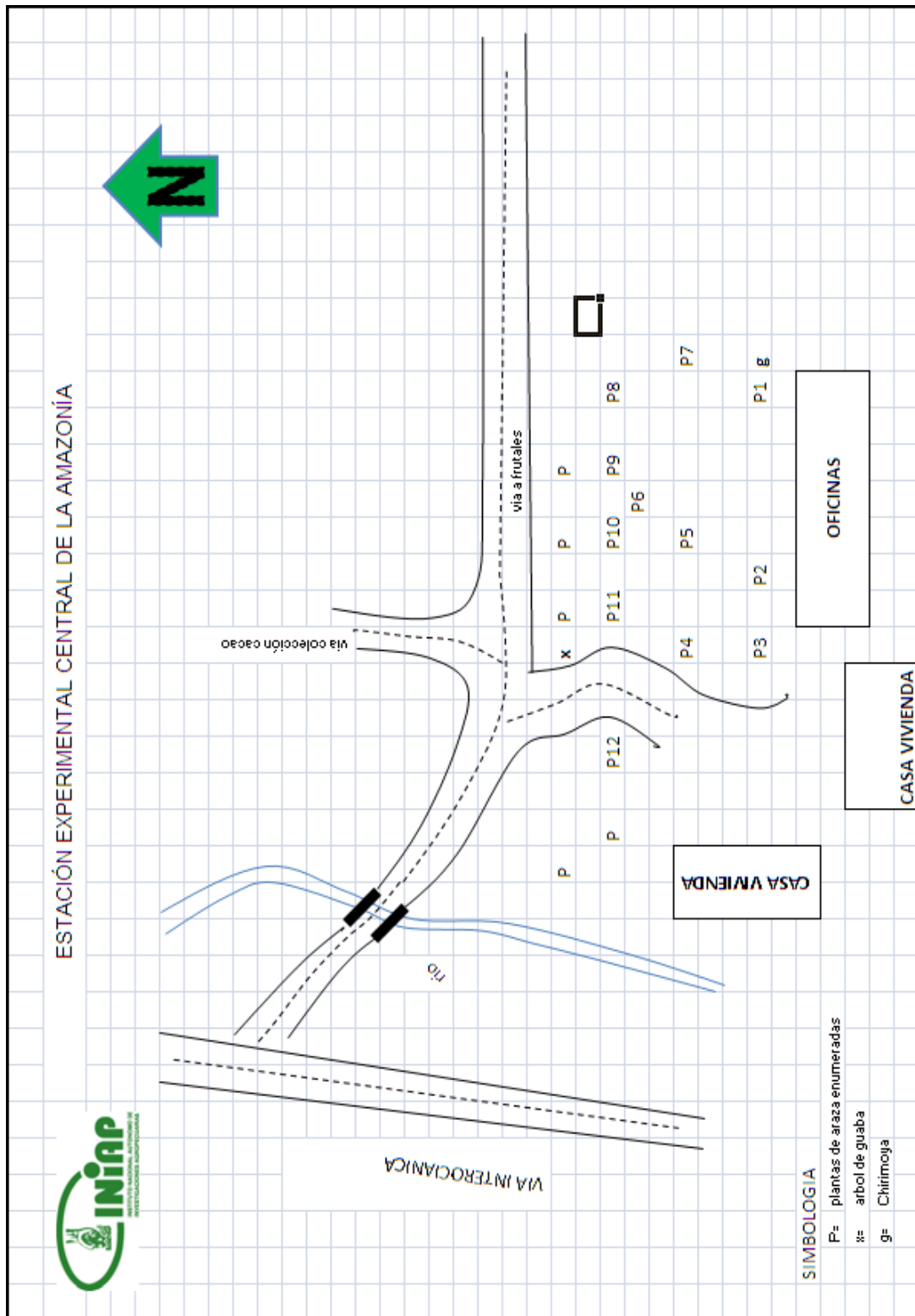
12. Brito, B. Espín, S. Paredes, N. Vaillant, F. Rodríguez, M. y Toledo, D., 2009, "Potencial nutritivo, funcional y procesamiento de tres frutales amazónicos", Plegable N. 301, 2009, INIAP y SENACYT, Ecuador.
13. CEA, 2003, "Frutas amazónicas: alternativa de desarrollo para la región", http://www.ceaecuador.org/imagesFTP/4740.fichas_Naranja_pitahayaaraza_y_borojo_con_Agroquimicos.pdf, (Junio 2008).
14. Chijiwa, H., 1999, "Guía creativa para realizar combinaciones cromáticas". Editorial Blume, Barcelona, España.
15. CONCOPE, 2009, "Tipos de Cultivos - Frutas Amazónicas – Arazá", http://www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo_Agro/Tecnologia_innovacion/Agricola/Cultivos_Tradicionales/Cultivos/Frutas/frutas_am/textos/arazatxt.html, (Febrero 2009).
16. Consumer Eroski, 2009, "El espectro radioeléctrico", <http://www.consumer.es/web/es/tecnologia/internet/2009/07/17/186335.php>, (Junio 2009).
17. CORPOICA, "Criterios para manejo cosecha y poscosecha de arazá", http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/criterios%20para%20manejo%20de%20cosecha%20y%20poscosecha%20de%20araza.pdf (Noviembre 2008)
18. Delgado, A., 1999, "Poscosecha de frutas", <http://www.poscosecha.com/resultados2.php?buscar=poscosecha+de+frutas&tipo=0> (Agosto, 2009)
19. EDA, 2006, "Compatibilidad de productos frescos en almacenamiento", http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Poscosecha/EDA_BT_Poscosecha_Compatibilidades_10_06.pdf, (Julio 2009).
20. EPI, 1999, "El borojó" <http://www.borojo.net/whatisborojo.html> (Noviembre 2008).
21. Escobar, C. Zuluzaga, J. y Martínez A., 1996, "El cultivo del arazá", http://www.gov.co/www/docs_si2/Cultivo%20del%20Araza.pdf, (Agosto 2008).
22. Escobar, Y. y Vargas, E., 2009, "Exportación de borojó a través de una alianza estratégica de agricultores en el Coca, Prov. de Orellana", <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1080/1/2046.pdf>, (Octubre 2008).
23. FAO, 1987, "Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas", <http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055S00.HTM>, (Mayo 2009).
24. FAO, 1989, "Diseño, construcción y manejo de bodegas refrigeradas", <http://www.fao.org/docrep/x5056S/x5056S05.htm>, (Abril 2009).

25. FAO, 1993, "Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos", http://books.google.com.ec/books?id=32e7Ezy76DYC&pg=PA107&lpg=o3t32MCOpGRLerGs&hl=es&ei=vhaKSrbINluENtT6zL4P&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2#v=onepage&q=&f=false. (Junio 2009).
26. Ferratto, J., 2004 "Importancia de la calidad en frutas y hortalizas", <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/12/1AM12.htm>, (Agosto 2009).
27. Freshplaza, 2008, "Radiaciones ionizantes en alimentos", www.freshplaza.es/news_detail.asp?id=13561 (Julio 2009).
28. Gallo, F., 1997, "Manual de fisiología, patología post-cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas"
29. Graell, J. y Ortiz, A., 2003., "Almacenar en atmósferas controladas", http://www.horticom.com/revistasonline/sumaris/sample/038_045.pdf, (Junio 2009).
30. Hardenburg, R. Watada, A. y Yi Wang, C., 1988, "Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros" http://books.google.com.ec/books?id=zx8PAQAAIAAJ&pg=PA1&dq=tratamiento+s+quimicos%2Balmacenamiento&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q=&f=false. (Mayo 2009).
31. Hernández, M. y Barrera, J., 2000, "Manejo poscosecha y transformación de frutales nativos en la Amazonia Colombiana", http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20transformacion%20de%20araza.pdf, (Agosto 2008).
32. Hernández, M. Barrera, J. y Carrillo, M., 2006, "Arazá" http://www.sinchi.org.co/uploads/Araza_2.pdf (Agosto 2008).
33. Hernández, M. Barrera, J. Carrillo, M. Bardales, X. Martínez, O., y Fernández, J., 2007, "Manejo, uso y aprovechamiento de frutales nativos de la amazonia colombiana" <http://www.horticom.com/pd/imagenes/68/924/68924.pdf> (Agosto 2008).
34. Hollihan, M., 2004, "Estudio de mercado para el borojó" http://www.corpei.org/archivos/file/pdf/estudio_borojo_entrega_final_v2.pdf (Mayo 2009).
35. INFOAGRO, 1997, "Deterioro de frutas y hortalizas frescas en la poscosecha", http://www.infoagro.com/frutas/deterioro_poscosecha_frutas_hortalizas.htm (Julio 2009).

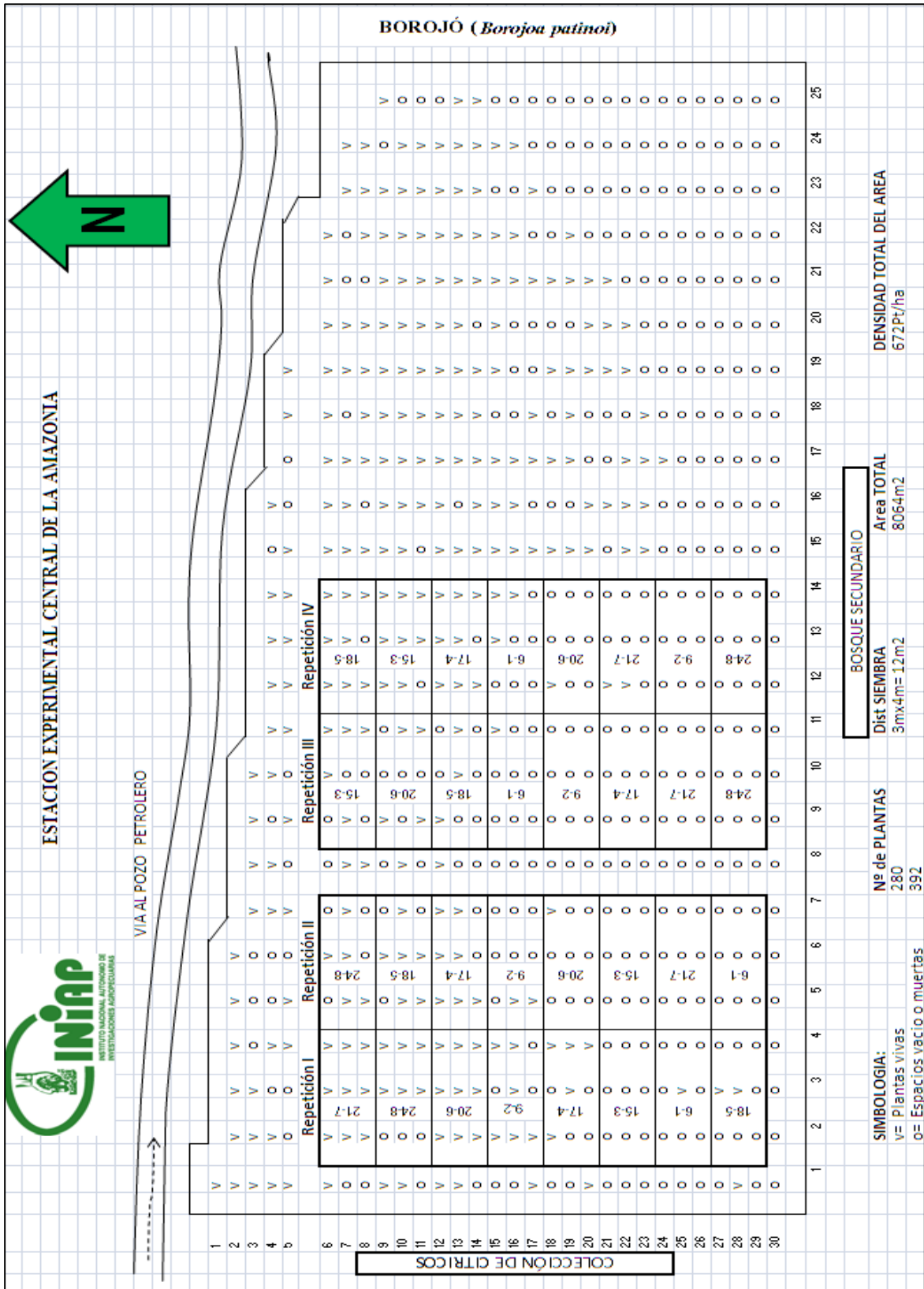
36. Kays, S., 1991, Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. Ed. AVI. USA.
37. Linares, J., 2007, "Borojoa patinoi", <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=310&method=displayAAT>, (Marzo 2008).
38. López, G., 1995, "Manual de practicas de manejo postcosecha de los productos hortofrutícolas a pequeña escala", <http://www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s04.htm#TopOfPage>, (Mayo 2009)
39. López, A., 2003, "Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas", <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s04.htm>, (Marzo 2009)
40. Loor, J. y Reyes, M., 2007, "Proyecto de desarrollo sostenible para la preservación de las frutas no tradicionales del Oriente ecuatoriano: caso araza", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Comercial, ESPOL, Guayaquil, Ecuador, p. 26.
41. Marcela K., 2009, "El borojó (Borojoa patinoi)", <http://www.elborojo.blogspot.com>, (Agosto 2009).
42. Monaco, E. Chiesa A. Trincherio G. y Frascini, A., 2005, "Selección de películas poliméricas para su empleo con lechuga en atmósfera modificada", <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/864/86434105.pdf>, (Mayo 2009).
43. Nutriward, 1995, "El Borojo", http://www.nutriward.com/images/Borojo_Manual1.pdf, (Agosto 2008).
44. Pashanasi B., 1999, "Arazá o guayaba brasilera (Eugenia stipitata Mc Vaugh) y carambola (Averrhoa carambola)" <http://www.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/inia/inia-i4/inia-i4-frame.htm> (Junio 2009).
45. PROFORS y CODESO, 1999, "Borojó, papaya y leucaena", <http://www.codeso.com/modulo03.html>, (Febrero 2009).
46. Ruiz, L., 2003, "Situación de la cadena productiva de las frutas amazónicas ecuatorianas" <http://infoagro.net/shared/docs/a5/cfruyh4.pdf>, (Junio 2008)
47. Scheitler, C., 2003, "Azúcar y sólidos solubles, las ventajas de su control en frutas, verduras y alimentos procesados", <http://www.scheitler.com.ar/Novedades/ListaDatosUtiles.aspx?IdDatoUtil=161>, (Mayo 2009).

48. TCA, 2000, "Borojo",
<http://www.siamazonia.org.pe/archivos/publicaciones/amazonia/libros/44/teyto00.htm#l1> (Septiembre 2008)
49. TCA y FAO, 1999, "Arazá (*Eugenia stipitata*) cultivo y utilización",
<http://www.otca.org.br/publicacao/SPT-TCA-VEN-SN%20araza.pdf>, (Julio 2008).
50. Thompson, A., 1998, "Tecnología post-cosecha de frutas y hortalizas", Reino Unido, Inglaterra.
51. Vásquez, L. y Saltos, N., 2004, "Ecuador su realidad", Quito, Ecuador, p. 151.
52. Vélez, J., 2005, "El Borojó, caso para Colombia",
http://www.unctad.org/biotrade/Events/events_docs/Forth-Nov05-Colombia_Borojo_2005_11_21.pdf (Octubre 2008).
53. Wills, R., Mc Glasson, W., Graham, D., Lee, T. y Hall, E., 1989, "Postharvest. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruits and Vegetables", <http://www.flipkart.com/postharvest-wills-introduction-physiology-handling/8123904835-lu23fu9ylc>, (Junio 2009).

ANEXO A
CROQUIS DE LAS HUERTAS
ARAZÁ (*Eugenia stipitata*)



BOROJO (*Borojoa patinoi*)



ANEXO B

MÉTODOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

DETERMINACION DE ACIDEZ TITULABLE

a) Principio

La acidez se determina en un peso de muestra llevada a un volumen conocido, se titula con una base estandarizada hasta el viraje determinado por el pH 8.2 del indicador fenolftaleína.

b) Equipo y material

- pH - metro
- Licuadora
- Agitador magnético
- Vasos de precipitación
- Bureta
- Soporte universal

c) Reactivos

Solución Buffer pH 4: (Merck 0C407512, ácido cítrico / hidróxido de sodio / ácido clorhídrico; trazable a SRM de NIST y PTB).

Solución Buffer pH 7: (Merck 0C529950, di-sodio hidrógeno fosfato / potasio di-hidrógeno fosfato, trazable a SRM de NIST y PTB).

Solución de hidróxido de sodio NaOH 0.1 N: Pesar 2.0408 g de NaOH PM 40 g/mol (Merck), disolver y aforar a 500 ml con agua destilada, estandarizar con ftalato ácido de potasio (secado por dos horas a 100-110 °C.)

d) Procedimiento

- Pesar 30 g de muestra, licuar y llevar a un volumen conocido (200 ml) con agua destilada.
- Tomar un alícuota (20 ml).
- Calibrar el pH - metro, utilizando las soluciones buffer de pH = 7 y pH = 4, respectivamente.
- Titular con hidróxido de sodio 0.1 N estandarizado hasta que el pH-metro marque 8.2, que es el viraje del indicador fenolftaleína.
- Expresar el resultado de acuerdo al ácido predominante.

e) Cálculos

$$AcidezTitulable(\% \acute{a}c. \text{predominante}) = \frac{V_{NaOH} * N * meq * V_t}{P_m * V_a} * 100$$

Donde:

V_{NaOH} = Volúmen de hidróxido de sodio consumidos en la titulación (ml)

N = Normalidad del hidróxido de sodio

meq = miliequivalentes del ácido predominante

V_T = Volumen final (ml)

P_m = Peso de la muestra (g)

V_a = Volúmen de la alícuota (ml)

f) Referencias

Método de la A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist. 1998. Peer Verified Methods. Manual on policies and procedures. Arlington. U.S.A. Adaptado en el Laboratorio de Servicios Analíticos e Investigación en Alimentos del Departamento de Nutrición y Calidad INIAP.

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

a) Principio

La concentración de sólidos solubles se mide por refractometría. La desviación del ángulo luminoso está relacionado con el contenido de elementos solubles presentes dentro de una muestra (azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes).

b) Equipo y material

- Refractómetro
- Vasos de precipitación
- Papel Kleenex
- Piceta

c) Procedimiento

- Levantar la cubierta del refractómetro y colocar dos o tres gotas de la muestra sobre el prisma de la superficie.
- Leer la concentración de sólidos solubles en grados Brix
- Lavar con agua destilada y secar suavemente con papel kleenex.

d) Cálculos

La concentración de sólidos solubles se expresa directamente el valor de la lectura expresada en °Brix, se debe considerar si la muestra requirió dilución.

e) Referencias

Método de la A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist. 1998. Peer Verified Methods. Manual on policies and procedures. Arlington. U.S.A.

Adaptado en el Laboratorio de Servicios Analíticos e Investigación en Alimentos del Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP.

ANEXO C

Análisis de varianza para las variables de los frutos de arazá

Tabla C.1. Tukey al 5 % para los frutos de arazá

VARIABLE	UNIDAD	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPO HOMOGENEO	P-VALOR
Peso	g	AD1	0,47	A	<0,0001
		AD2	8,73	A	
		AD3	25,02	B	
		AD4	59,85	C	
		AD5	98,89	D	
		AD6	127,29	E	
		AD7	149,19	F	
		AD8	157,31	FG	
		AD9	165,5	G	
Longitud	cm	AD1	0,67	A	<0,0001
		AD2	2,34	B	
		AD3	3,21	C	
		AD4	5,09	D	
		AD5	5,77	E	
		AD6	6,86	F	
		AD7	7,85	G	
		AD8	8,24	GH	
		AD9	8,64	H	
Diámetro	cm	AD1	0,7	A	<0,0001
		AD2	2,52	B	
		AD3	3,31	C	
		AD4	5,28	D	
		AD5	6,23	E	
		AD6	7,62	F	
		AD7	8,71	G	
		AD8	8,95	G	
		AD9	9,07	G	
Firmeza	kgf	AD6	6,8	A	<0,0001
		AD7	4,17	B	
		AD8	2,85	C	
		AD9	1,50	D	

Tabla C.1. Tukey al 5 % para los frutos de arazá

Continuación....

VARIABLE	UNIDAD	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPO HOMOGENEO	P-VALOR
pH		AD2	2,27	A	<0,0001
		AD3	2,34	A	
		AD4	2,42	B	
		AD5	2,45	BC	
		AD6	2,5	CD	
		AD7	2,57	DE	
		AD8	2,57	DE	
		AD9	2,62	E	
Sólidos solubles	°Brix	AD2	0,55	A	<0,0001
		AD3	0,69	AB	
		AD4	0,93	AB	
		AD5	1,05	B	
		AD6	1,8	C	
		AD7	3,93	D	
		AD8	4,23	DE	
		AD9	4,5	E	
Acidez titulable	% Acido malico	AD2	2,15	A	<0,0001
		AD3	2,47	B	
		AD4	2,62	B	
		AD9	2,71	B	
		AD8	3,08	C	
		AD7	3,11	C	
		AD5	3,22	C	
		AD6	3,55	D	

Análisis de varianza para las variables de los frutos de borojó

Tabla C.2. Tukey al 5 % para los frutos de borojó

VARIABLE	UNIDAD	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPO HOMOGENEO	P-VALOR
Peso	g	BD1	555,56	A	< 0,0001
		BD2	668,61	B	
		BD3	731,31	C	
		BD4	797,36	D	
		BD5	847,82	E	
		BD6	866,15	EF	
		BD7	894,45	FG	
		BD8	912,05	GH	
		BD9	921,41	GH	
		BD10	929,87	HI	
		BD11	941,04	HI	
		BD12	955,52	I	
Longitud	cm	BD1	8,46	A	< 0,0001
		BD2	8,68	AB	
		BD3	8,69	AB	
		BD4	9,42	BC	
		BD5	9,55	C	
		BD6	9,6	C	
		BD7	9,99	CD	
		BD8	10,06	CD	
		BD9	10,48	DE	
		BD10	10,5	DE	
		BD11	10,69	DE	
		BD12	11,13	E	

Tabla C.2. Tukey al 5 % para los frutos de borjój
Continuación...

VARIABLE	UNIDAD	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPO HOMOGE- NEO	P-VALOR
Diámetro	cm	BD1	8,92	A	< 0,0001
		BD2	8,96	A	
		BD3	9,21	AB	
		BD4	10,09	BC	
		BD5	10,41	CD	
		BD6	10,42	CD	
		BD7	10,43	CD	
		BD8	10,72	CD	
		BD9	10,8	CD	
		BD10	11,17	D	
		BD11	11,3	D	
		BD12			
		11,45	D		
Sólidos solubles	°Brix	BD5	3,81	A	< 0,0001
		BD4	4,15	A	
		BD1	4,17	A	
		BD3	4,22	A	
		BD2	4,32	A	
		BD6	4,64	A	
		BD7	8,17	A	
		BD8	9,62	B	
		BD9	14,91	B	
		BD10	24,1	C	
		BD11	25,55	D	
		BD12	26,28	D	
pH		BD10	2,76	A	< 0,0001
		BD11	2,76	A	
		BD12	2,88	AB	
		BD9	3,11	BC	
		BD8	3,29	CD	
		BD3	3,61	DE	
		BD2	3,64	EF	
		BD7	3,66	EF	
		BD4	3,74	EFG	
		BD1	3,76	EFG	
		BD5	3,95	FG	
		BD6	4,02	GH	

