UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

OBTENCIÓN DE UN BIOPOLÍMERO A BASE DE ALMIDÓN DE ACHIRA (*CANNA EDULIS KER*) Y SU EMPLEO EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTOS DE ARAZÁ (*EUGENIA STIPITATA*)

TESIS DE GRADO:

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTA:

DELIA MAGDALENA SHIGUANGO CHIMBO

DIRECTORA:

DRA. ANA CHAFLA

PUYO - PASTAZA - ECUADOR

2014

PRESENTACIÓN DEL TEMA

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “OBTENCIÓN DE UN BIOPOLÍMERO A BASE DE ALMIDÓN DE ACHIRA (*CANNA EDULIS KER*) Y SU EMPLEO EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTOS DE ARAZÁ (*EUGENIA STIPITATA*)”.

Puyo,…….....

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Dr.MV. David Sancho Aguilera

PRESIDENTE

Msc. Paulina Echeverría Guevara

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Msc. Byron Herrera Chávez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo se revisó minuciosamente. Por lo tanto autorizo la presentación del presente trabajo de investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Estatal Amazónica.

……

Dra. Ana Chafla

DIRECTORA DE TESIS

DERECHOS DE AUTOR

Declaro que los criterios e ideas expuestas en el presente trabajo de investigación a excepción las citas bibliográficas son de mi absoluta responsabilidad y autoría.

La Institución puede hacer uso del presente trabajo en lo que estime conveniente, siempre y cuando sea para fines investigativos o de consulta.

Puyo, ……

Srta. Delia Shiguango

AUTORA

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser la fortaleza en los momentos más difíciles y por brindarme una vida llena de alegrías, experiencias maravillosas y sobre todo nuevos aprendizajes durante el estudio.

Le doy gracias a mis padres Lorenzo Shiguango y Carmela Chimbo por haberme inculcado valores, por darme la oportunidad de tener una excelente educación apoyándome moral y económicamente durante el transcurso de mi carrera.

A mis hermanos quienes estuvieron a mi lado apoyándome económicamente y por ser parte de mis tristezas, alegrías y triunfos, quienes supieron darme amor cuando lo necesite. A Rómulo Shiguango que fue un ejemplo de vida a seguir y está apoyándome desde el cielo.

A mis compañeros que fueron unos excelentes amigos que me acompañaron en mis tristezas y alegrías, por darme consejos y ánimos para seguir estudiando. A Patricia Hugo que fue como una madre para mí y una amiga incondicional que me apoyo en las buenas y en las malas.

A la Dra. Ana Chafla por depositar su voto de confianza en mí ayudándome a lograr este gran reto.

A todos ellos gracias.

DEDICATORIA

A Dios por guiarme siempre por el camino del bien, por brindarme protección ante cualquier circunstancia.

Con todo mi cariño y mi amor va dedicado a las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Papá Lorenzo y Mamá Jacinta

Gracias a esas personas importantes en mi vida, mis hermanos que siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda. Con todo mi cariño esta tesis se las dedico a ustedes: Rosario, Rómulo, Klever, Claudio, Fidel, Wilmer y Lady

A mis profesores que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

		PÁGINA
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivos	3
1.1.1	Objetivo general	3
1.1.2	Objetivos específicos	3
1.2	Hipótesis	3
1.2.1	Hipótesis general	3
1.2.2	Hipótesis específicas	4

CAPÍTULO II

2.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1	Biopelícula	5
2.2	Propiedades mecánicas de la biopelícula basado en almidón.	8
2.2.1	Fuentes de almidón	10
2.2.1.1	Almidones nativos	10
2.2.1.2	Características fisicoquímicas del almidón de achira	12
2.3	Conservación de frutos climatéricos	14
2.3.1.	Conservación de frutos climatéricos mediante biopelícula	15
2.4.	Arazá (E. *stipitata*)	17
2.4.1.	Generalidades	17
2.4.2.	Valor nutricional	19
2.4.3.	Fisiología del arazá	20

CAPÍTULO III

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1	Localización y duración del experimento	22

3.2.	Condiciones meteorológicas	22
3.3.	Materiales y equipos	23
3.4.	Factores de estudio	24
3.5.	Diseño experimental	25
3.6.	Unidad experimental	26
3.7.	Mediciones experimentales	26
3.7.1.	Propiedades físico químicas del almidón	26
3.7.2	Propiedades mecánicas del biopolímero	27
3.7.3	Propiedades bromatológicas del fruto de arazá	27
3.7.4.	Análisis organoléptico del fruto de arazá	28
3.8.	Análisis estadístico	28
3.9.	Métodos	29
3.9.1.	Análisis físico químico del almidón	29
3.9.2	Microscopía Óptica	30
3.9.2.1	Tamaños del gránulo del almidón de Achira (Canna Edulis Ker)	30
3.9.3.	Análisis mecánicos de los biopolímeros	30
3.9.4.	Elaboración del Biopolímero y conservación del fruto de Arazá.	30
3.9.4.1.	Etapa de identificación y selección.	31
3.9.4.2.	Etapa de Aplicación	33
3.9.4.3.	Etapa de Evaluación	34
3.9.5.	Análisis bromatológicos del fruto de arazá	35
3.9.6.	Análisis sensorial de los frutos de arazá conservados con biopolímeros	36
3.9.6.1	Parámetro de evaluación de olor	37
3.9.6.2.	Parámetro de evaluación de Color	37
3.9.6.3.	Parámetro de evaluación de textura visual	38
3.9.6.4.	Parámetro de evaluación de desarrollo de podredumbre	38
3.10.	Manejo del experimento	39

3.10.1. Diagrama de proceso 40

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 41
4.1. Análisis físico-químicos del almidón de achira (Canna sp) 41
4.1.1. Componentes del almidón 41
4.1.2. Potencial hidrógeno 42
4.1.3. Viscosidad 42
4.1.4. Microscopia óptica 43
4.1.4.1. Tamaño de los gránulos de almidón 43
4.2. Análisis mecánicos del biopolímero 45
4.2.1. Espesor 46
4.2.2. Resistencia 47
4.2.3 Elongación 48
4.2.4. Temperatura de fusión 49
4.3. Evaluación de las variables bromatológicas del fruto de arazá conservado con diferentes tratamientos de biopolímeros. 50
4.3.1. Humedad total 51
4.3.2. Materia seca 52
4.3.3. Proteína 53
4.3.4. Fibra 54
4.3.5. Grasa 55
4.3.6. Ceniza 56
4.3.7. Material orgánica 57
4.3.8. Calcio 58
4.3.9. Fósforo 59
4.3.10. Azúcares reductores 60
4.3.11. Azúcares totales 61
4.4 Evaluación de variables organolépticas 62

4.4.1. Evaluación de color 62
4.4.2. Evaluación de olor 63
4.4.3. Evaluación de textura visual 64
4.4.4. Evaluación de desarrollo de la putrefacción 65

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES 67

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES 69

CAPÍTULO VII

7. RESUMEN 70

CAPÍTULO VIII

8 SUMARY 72

CAPÍTULO IX

9 BIBLIOGRAFÍA 74

CAPÍTULO X

10 ANEXOS 82
10.1. Anexo 1. Análisis proximales de almidón de achira 82
10.2. Anexo 2. Microscopía óptica 83
10.2.1 Tamaño de los gránulos de almidón 83
10.3. Anexo 3. Elaboración del biopolímero 83
10.4 Anexo 4. Análisis estadístico de las propiedades mecánicas biopolímeros 85
10.5 Anexo 5. Análisis estadístico de las variables bromatológicas del fruto de arazá 89
10.6. Anexo 6 Metodología de T° de gelatinización, pH, viscosidad 97
10.6.1. Temperatura de gelatinización 97
10.6.2. Acidez titulable y pH 99
10.6.3. Viscosidad brookfield 100
10.7. Anexo 7 Normas técnicas de análisis proximales 103

10.8. Anexo 8. Análisis mecánico de biopolímeros 118
10.9 Anexo 9. Análisis bromatológicos de arazá 121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición química del almidón	11
Tabla 2.	Características de los almidones de diferentes especies amiláceas	13
Tabla 3.	Tabla de composición química de Arazá	19
Tabla 4.	Composición química del arazá	20
Tabla 5.	Lista de materiales, equipos y reactivos utilizados en la fase experimental de la presente Tesis	23
Tabla 6.	Factores y niveles de almidón y glicerina	24
Tabla 7.	Esquema del experimento	26
Tabla 8.	Niveles de almidón y glicerina	32
Tabla 9.	Parámetro de evaluación de Olor	37
Tabla 10.	Parámetro de evaluación de Color	37
Tabla 11.	Parámetro de evaluación de textura visual	38
Tabla 12.	Parámetro de evaluación de desarrollo de putrefacción	38
Tabla 13.	Análisis de los componentes de almidón de Achira	41
Tabla 14	Comparación de pH de diferentes almidones	42
Tabla 15.	Comparación de viscosidad de diferentes almidones	43
Tabla 16	Tamaño de los gránulos de almidón de diferentes especies amiláceas	44
Tabla 17.	Valoración mecánica del biopolímero elaborados con distintos niveles de almidón de achira y plastificante	45
Tabla 18.	Valoración de las variables bromatológicas de los frutos de arazá conservados con los biopolímeros realizados en diferentes concentraciones.	50
Tabla 19.	Evaluación de color	63
Tabla 20.	Evaluación de olor	64
Tabla 21.	Evaluación de textura visual	65
Tabla 22.	Evaluación de desarrollo de putrefacción	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Permeabilidad en empaques biodegradables	17
Figura 2.	Planta de arazá	17
Figura 3.	Análisis previos con almidón de maíz y gelatina	31
Figura 4.	Análisis previos con almidón de Achira	32
Figura 5.	Vaciado y secado natural del biopolímero	33
Figura 6.	Pruebas de conservación	34
Figura 7.	Etapa de Aplicación del Biopolímero en el fruto	35
Figura 8.	Fruto expuesto a la intemperie	35
Figura 9.	Fotografía microscópica de almidón de diversas especies amiláceas.	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Evaluación del variable espesor	46
Gráfico 2.	Evaluación de la variable resistencia	47
Gráfico 3.	Evaluación de la variable elongación.	48
Gráfico 4.	Evaluación de la variable Temperatura de Fusión	49
Gráfico 5.	Evaluación de la variable Humedad total	51
Gráfico 6.	Evaluación de la variable Materia Seca	52
Gráfico 7.	Evaluación de la variable Proteína	53
Gráfico 8.	Evaluación de la variable Fibra	54
Gráfico 9.	Evaluación de la variable Grasa	55
Gráfico 10.	Evaluación de la variable Ceniza	56
Gráfico 11.	Evaluación de la Variable Materia Orgánica.	57
Gráfico 12.	Evaluación de la variable Calcio	58
Gráfico 13.	Evaluación de la variable Fósforo	59
Gráfico 14.	Evaluación de la variable Azúcares Reductores	60
Gráfico 15.	Evaluación de Azúcares Totales	61

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de biopelículas basadas en almidón se iniciaron desde 1970, entre la variedad de compuestos disponibles para elaborar películas plásticas biodegradables, la gelatina y el almidón son dos de los biopolímeros que presentan beneficios potenciales, ya que pueden ser producidos a bajo costo y a gran escala (Lee & Shim, 2004) (Parra, C., & Ponce, 2004)**.**

Varios autores determinan que mediante los estudios realizados sobre películas elaboradas a partir de proteínas, lípidos y polisacáridos han sido realizados con el propósito de determinar su efectividad como barreras a la transferencia de masa y gases (Arvanitoyannis, 1998) (Garcia & Martino, 2000)**.**

La achira produce los gránulos de almidón más grandes (30-100 micras de diámetro) de todas las especies vegetales conocidas (maíz, trigo, yuca y papa entre 10-30 micras de diámetro). El almidón de achira tiene mejores propiedades físico químicas y resiste más a los procesos estresantes (propios de los procesos industriales) que los almidones provenientes de fuentes cereales tales como el de maíz y el de trigo. (Zaruma & Pazto, 2012)

Los frutos y vegetales son organismos vivos que continúan respirando y transpirando después de la cosecha. Sin embargo, los frutos climatéricos presentan un alza respiratoria que coincide con la etapa de maduración, es decir, con el desdoblamiento del almidón a azúcares solubles, el ablandamiento de la pulpa, la pérdida del color verde y la aparición de

aromas y sabores característicos de la fruta madura. Niveles bajos de O2 y altos de CO2 no sólo disminuyen la tasa respiratoria, si no que retardan la aparición del climatérico y de los cambios asociados a dicho proce*so* (Braverman, 1980)

Actualmente, los frutos tropicales como el arazá (*Eugenia stipitata*) considerado como un producto altamente perecible pertenece al grupo más sobresaliente en cuanto a la aplicación de cubiertas biodegradables. El control en la pérdida de peso es esencial para esos frutos, y las cubiertas se emplean con la finalidad de prevenir la disminución en el contenido de agua. En algunos casos, otro beneficio es el control de desórdenes fisiológicos. (Pérez & Baéz, 2003)

La presente investigación pretende desarrollar una película biodegradable con características físico química, mecánicas esenciales a partir de almidón de achira (Canna spp) para emplearlo como empaque logrando de esta manera preservar el fruto por más tiempo.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Obtener un biopolímero a base de almidón de achira (*Canna Edulis Ker*) y emplearlo en la conservación de frutos de arazá (*Eugenia Stipitata*).

1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar las características físicas y químicas del almidón de achira.
- Determinar la concentración óptima de almidón de achira y de plastificante para la obtención del biopolímero.
- Analizar mediante pruebas físicas y mecánicas el biopolímero obtenido.
- Determinar el tiempo de conservación del fruto de arazá utilizando el biopolímero como empaque.

1.2. Hipótesis

1.2.1. Hipótesis general

- El biopolímero obtenido a partir del almidón de Achira (*Canna Edulis*) como cubierta del envase conservará el fruto de arazá (*Eugenia Stipitata*) por un prolongado periodo de tiempo.

1.2.2. Hipótesis específicas

- Con el mejor tratamiento obtenido para la elaboración del biopolímero se obtendrá una mejor conservación del fruto de arazá.
- El biopolímero obtenido tendrá las características físicas y mecánicas similares al plástico común.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Biopelícula

Las biopelículas pueden ser de diversos tipos de materiales, se reporta que las primeras películas fueron diseñadas desde hace 50 años utilizando polímeros sintéticos para la conservación de alimentos. El uso excesivo de materiales elaborados para la conservación de algunos alimentos elaborados a partir de materiales ha generado graves problemas ecológicos, debido a su total falta de biodegradabilidad.

En el creciente interés de conservar los diversos alimentos ya sea fresco o procesado de alta calidad y menor impacto ambiental ha llevado a la industria de alimentos a buscar alternativas para satisfacer las necesidades del consumidor y que los materiales utilizados para su conservación sean amigables con el ambiente. Hoy en día se está generando una nueva tecnología en el envasado de alimentos que tiene como objetivo principal sustituir parcialmente los materiales convencionales en materia prima obtenida de fuentes renovables que sean completamente biodegradables. (Rubio & Guerrero, 2012)

Tal es el caso según los estudios realizados, que los biopolímeros se pueden obtener de diversas fuentes naturales como son: Animal (colágeno/gelatina), origen marino (quitina/quitosan), origen agrícola (lípidos, e hidrocoloides: proteínas y polisacáridos), de origen microbiano (ácido poli láctico PLA, y polihidroxialcaonatos). En el caso de estas biopelículas de fuentes naturales

su total biodegradación en productos como CO2, agua y posteriormente en abono orgánico es una gran ventaja frente a los sintéticos (Tharanathan, 2003)

La aplicación de biopelículas a partir de fuentes naturales está ganando importancia para prolongar la calidad en fresco de frutas y hortalizas. No solo constituyen barreras que reducen la permeabilidad e intercambio de moléculas con el ambiente, sino que son un excelente vehículo para la incorporación de agentes antimicrobianos naturales que garantizan la seguridad alimenticia sin contribuir a la contaminación ambiental. (Kant & Del Rio, 2012) La función de éstos materiales es controlar la perdida de humedad y el intercambio respiratorio por la permeabilidad selectiva de los gases. Dichas películas también pueden mejorar las propiedades mecánicas y controlar la pérdida de sabores y aromas volátiles en muchos alimentos.

Se han publicado numerosos estudios sobre la caracterización de las propiedades funcionales de las biopelículas a base de almidón que es un polisacárido de fuente natural, principalmente porque se trata de una materia prima abundante y disponible en todo el mundo, además de presentar muchas posibilidades de modificación química, física y enzimática tornándose apto para utilizarse en revestimientos o películas resistentes. (Bello, Contreras, Romero, & Solorza, 2002)

Las investigaciones de biopelículas basadas en almidón se iniciaron en 1970 y continúan actualmente en varios laboratorios del mundo. Las tecnologías que aún se siguen desarrollando, están relacionadas con la incorporación del granulo de almidón o almidón en forma gelatinizada a las formulaciones de las películas fabricadas en procesos de compresión, extrusión, soplado y moldeo por inyección. (Villada, Acosta, & Velasco, 2007)

El problema que han presentado las películas fabricadas con almidón es la sensibilidad a la humedad, la cual se ha reducido en formulaciones de

polivinialcohol (PVA), glicerina, sorbitol, bases nitrogenadas etc. Debido a que las películas hechas exclusivamente por almidón son poco flexibles y quebradizas, además de presentar baja maleabilidad durante los procesos de producción de embalajes. Esta rigidez puede ser resuelta a través de la adición de plastificantes, que son moléculas que mejoran las propiedades mecánicas de las películas (Gontard, Guilbert, & Cuq, 1993).

La plastificación del gránulo de almidón nativo o almidón hidrolizado se obtiene por la disrupción estructural que resulta de una disminución de los cristales durante el proceso de extrusión y la acción del plastificante, emergiendo un nuevo tipo de material conocido como almidón termoplástico (TPS). (Villada, Acosta, & Velasco, 2007). Igualmente, se han realizado estudios en TPS hechos a partir de amilosa y amilopectina; en éstos se analizaron las propiedades de barrera, las cuales mostraron una alta permeabilidad al O2 y disminución al vapor de agua en TPS de amilosa comparados con los elaborados a partir de amilopectina.

Las películas de almidón se usan principalmente para disminuir el intercambio gaseoso entre el medio ambiente y el alimento, más que retardar la pérdida de humedad debido a sus características (Zamudio, Bello, Vargas, Hernández, & Uribe, 2007)

El carácter hidrofílico de estas películas les confiere un aspecto quebradizo causado por las altas fuerzas intermoleculares. Los plastificantes como glicerol, sorbitol, polietileno glicol, aumentan la flexibilidad de las películas debido a su capacidad para reducir los enlaces de hidrógeno internos entre las cadenas de los polímeros mientras aumentan el espacio molecular. Los plastificantes más usados en las películas de almidón son el sorbitol y el glicerol. (Mali, Sakanaka, Yamashita, & Grossmann, 2005)

La aplicación del almidón oxidado en la industria de alimentos aumenta debido a su baja viscosidad, alta estabilidad, propiedades enlazantes y de formación de películas. Las películas plásticas flexibles utilizadas en el envasado de vegetales no sólo proporcionan protección contra los daños físicos, sino que además evitan la deshidratación y permiten la formación de atmósferas modificadas. La composición de dicha atmósfera será función de la permeabilidad a los gases del film empleado, del área disponible para el intercambio gaseoso, de la cantidad de producto envasado y de la actividad respiratoria del mismo. (Chavez & Mugridge, 1998).

2.2. Propiedades mecánicas de la biopelícula basado en almidón.

Los estudios realizados de las propiedades mecánicas de las películas de PEBD conteniendo almidón modificado y almidón nativo de plátano, ya que el esfuerzo de tensión, representa la fuerza por unidad de área requerida para rasgar una película. El modulo elástico, es la relación entre la tensión de tracción y la deformación en una región lineal de la curva, el cual es un indicador de la rigidez de la película.

El porcentaje de elongación de la película, es la habilidad que tiene esta para estirarse. La adición de gránulos de almidón produce un incremento en el módulo elástico, lo cual está relacionado con un mayor contenido de almidón. En el esfuerzo de tensión se observa que este disminuye conforme aumenta el contenido de almidón, las películas que contenían almidones modificados presentaron valores mayores a concentraciones de 20 y 30 % de almidón, comparadas con las películas de almidón nativo.

Con respecto al porcentaje de elongación se observa, que esta es una de las propiedades más afectadas conforme aumenta el contenido de almidón en la mezcla PEBD/Almidón. A concentraciones de 40 % de almidón se

observaron cambios drásticos en las propiedades de esfuerzo de tensión y elongación, lo cual puede deberse a la discontinuidad creada por la adición de gránulos de almidón y por la pobre adhesión interfacial entre el almidón y la matriz del Polietileno. Los valores de esfuerzo de tensión de las películas con 20 % de almidón acetilado (AA) y oxidado (AO) no mostraron diferencias entre ellas, pero se muestran mayores valores de esfuerzo de tensión comparada con la película que contiene almidón nativo (AN).

Esto puede estar relacionado con la presencia de grupos funcionales (carbonilos) introducidos a la molécula de glucosa, debido a las modificaciones químicas realizadas, ya que la modificación hace un cambio en las moléculas de almidón de grupos altamente hidrofílicos a grupos éster hidrofóbicos, lo que mejora la compatibilidad con polímeros sintéticos. (http://www.sip.ipn.mx/Paginas/Principal.aspx).

Además el espesor de la película influye en las propiedades de barrera de los envases para alimentos. (Arevalo, Alemán, Rojas, & Morales, 2010).

El espesor de las películas elaboradas a partir de almidón aumentan en promedio del 21% cuando se adicionan 1,5 g de glicerol como plastificante en cada 100 g de suspensión filmogénica obteniendo espesores de 100 y 140 micrómetros. La magnitud de la variación del espesor por la incorporación de plastificantes depende principalmente del peso molecular del plastificante incorporado. (López, 2011)

Estudios realizados en ingeniería en ciencia obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca menciona que cuando reduce el contenido de almidón y aumenta el contenido de glicerina la resistencia a la tracción disminuye y la deformación en el punto de fractura aumenta , lo cual indica que el incremento de la cantidad de plastificante reduce las fuerzas intermoleculares tales como los fuentes de hidrógeno haciendo el material más flexible y menos resistente. (Ruiz Aviléz, 2006)

Existe una mayor elongación en el material si se utilizan altos porcentajes de almidón siendo el promedio de estos de 129,63-139,75 % con los 3 y 6 gramos de almidón, (Martínez Hernández & Vásquez Escobar, 2009).

Al aumentar el porcentaje de glicerol en la mezcla aumenta la elongación debido a que al disminuir las interacciones moleculares se favorece la movilidad de las macromoléculas. Además el aumento del plastificante aumenta el contenido de humedad de la película a causa de su gran higroscopicidad, lo cual también contribuye a la reducción de fuerzas entre macromoléculas adyacentes. (Aguilar Méndez, 2005)

La temperatura de fusión de las películas en los estudios previos que se han realizado varía de 132,02 y 156,028 respectivamente. (Sifuentes, 2011)

Otros estudios indican que a medida que aumenta la concentración (agua+plastificante) las propiedades visco elásticas cambian el esfuerzo disminuye y la elongación aumenta. Además, almidones con alto contenido de amilosa afectan el esfuerzo (aumenta) y la elongación (disminuye) (Villada, Acosta, & Velasco, 2008)

2.2.1. Fuentes de almidón

2.2.1.1. Almidones nativos

Los almidones comerciales se obtiene a partir de cereales como; Maíz, trigo, arroz, y de algunas raíces y tubérculos como: papa, yuca, patata, papachina, achira y otros. La achira es una planta que crece en zonas andinas de diferentes países, latinoamericanas, además de crecer espontáneamente en zonas tropicales. Esta planta al igual que otras se hace importante porque sus raíces contienen reservas de almidón que han sido utilizadas en

diferentes aplicaciones. Uno de ellos es la utilización del almidón de achira para la elaboración de biopelículas.

La achira (C. *Edulis*) produce los gránulos de almidón más grandes (30-100 micras de diámetro) de todas las especies vegetales conocidas (Maíz, trigo, yuca y papa entre 10-30 micras de diámetro**.** Esto debido a que presenta altos niveles de productividad, variabilidad en las propiedades funcionales, altos contenidos de amilosa y resistencia a temperaturas de esterilización, comportándose mejor que los almidones cereales. (Achira., 2010)

Dentro de la diversidad de almidones el de achira se identifica con mayor facilidad por su considerable rapidez de sedimentación proporcionada, principalmente por el mayor diámetro de partícula.

Tabla 1. *Composición química del almidón*

Componentes	%
Almidón	71-81,3
Humedad	13,6-23,4
Proteína	0,18-0,71
Grasa	0,048-0,09
Ceniza	0,17-0,4
Fibra	0,0023-0,0053

Fuente: (Castro & Gómez, 2012)

Sin embargo su funcionalidad depende del contenido de la amilosa y la amilopectina, así como de la organización molecular dentro del gránulo. Los granos de almidón, o gránulos, contienen polímeros de glucosa de cadena larga y son insolubles en agua. Los polímeros más largos de almidón no

forman solución verdadera. Los gránulos de almidón forman una suspensión temporal cuando se agitan en agua. Los gránulos sin cocer pueden hincharse ligeramente a medida que absorben agua. Sin embargo, una vez que el almidón se cuece, el hinchamiento es irreversible. (Chen & Jane, 1994) (Bello, Contreras, Romero, & Solorza, 2002).

A más del almidón dentro de los aditivos para la elaboración de biopolímeros que se incluye en las formulaciones son los plastificantes, los cuales ayudan a mantener la integridad de las películas, ya que reducen su fragilidad, aumentando la flexibilidad y la resistencia a la ruptura (Arevalo, Alemán, Rojas, & Morales, 2010).

Los requerimientos básicos para un plastificante en un sistema polimérico son su compatibilidad con el polímero formador de la matriz y su permanencia dentro de la estructura resultante. Al adicionarse a la formulación, los plastificantes se asocian fisicoquímicamente con el polímero, reduciendo la cohesión de la estructura, interfieren en la asociación de las cadenas poliméricas, facilitan su deslizamiento, por lo que aumentan la flexibilidad de las películas. Ejemplos de plastificantes de grado alimentario son los polialcoholes (glicerol, sorbitol, manitol, sacarosa, propilenglicol y polietilenglicol), siendo el agua el plastificante más común. (Lazaridou & Biliaderis, 2003.)

2.2.1.2. Características fisicoquímicas de almidón de achira

En la tabla N°2 se puede observar que el almidón de achira presenta una temperatura de gelatinización relativamente baja y el mayor tamaño de gránulo de todos los almidones, el almidón de achira es altamente resistente a las condiciones de esterilización, con cambios bruscos de temperatura, y

su comportamiento para este fin es mejor que el de los cereales, lo cual le permite ser utilizado como aditivo para la fabricación de diferentes productos. (CIAT, 1996)

Algunas de las características de los almidones de diferentes especies amiláceas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Características de los almidones de diferentes especies amiláceas*

Especie	Contenido de amilosa (%)	Temperatura gelatinización (°C)	Viscosidad máxima (u.B)	Forma del gránulo	Diámetro mayor-menor (µm)
Raíces-Tubérculos					
Achira	23.3	61.0	570	Elipsoidal	45-25
Arracacha	18.5	58.7	717	Elipsoidal	10-8
Ñame	31.1	83.5	560	Elipsoidal	18-13
Papa	25.9	61.0	2,080	Elipsoidal	31-23
Yuca	21.5	63.3	482	Esférica	12-11
Cereales					
Maíz	25.4	86.5	114	Poliédrica	15-12
Maíz waxy	<1	72.2	530	Elipsoidal	8-6
Trigo	18.1	88.8	57	Lenticular	19-13
Sorgo	21.9	88.8	56	Poliédrica	15-14
Arroz	18.2	86.5	45	Poliédrica	6-6

Fuente: (CIAT, 1996)

2.3. Conservación de frutos climatéricos.

Los consumidores de frutas y vegetales son cada vez más exigentes por lo que la calidad de estos productos, no solo la que tienen al ser empacados en origen, sino la que presentan en el momento de ser comprados, y más aún, al consumirse.

La solución idónea para preservar la calidad global (organoléptica, comercial, microbiológica y nutritiva) de los productos hortofrutícolas y satisfacer las crecientes exigencias de los mercados consiste en mejorar los tratamientos post-recolección. (Cáceres, Mulkay, Rodriguez, & Paumier, S.A) En este sentido se ha trabajado en diferentes técnicas de acondicionamiento, empaque, almacenamiento y transporte. Dentro de las técnicas más utilizadas para la conservación de frutas y hortalizas encontramos la refrigeración, el uso de atmósferas controladas, uso de absorbentes de etileno, aplicación de películas y aplicación exógena de El almacenamiento en frío es la técnica más ampliamente utilizada para la conservación de frutas y hortalizas.

Esta se basa generalmente en la aplicación de ciertas temperaturas constantes a los frutos a conservar, siempre por encima del punto crítico para poder mantener sus cualidades organolépticas y nutritivas durante un período de tiempo, que dependerá de la especie y variedad de que se trate. (Cáceres, Mulkay, Rodriguez, & Paumier, S.A). La conservación refrigerada bajo condiciones óptimas permite reducir las pérdidas cualitativas y cuantitativas debidas a desórdenes fisiológicos y podredumbres, retrasar la maduración y senescencia y prolongar la vida comercial de los productos hortofrutícolas en general, con calidad idónea para consumo en fresco o industrial.

El empleo de las atmósferas modificadas (AM) también es utilizado para la reducir el daño por frío, esta consiste en una reducción de la concentración de oxígeno y un aumento de la de dióxido de carbono en la atmósfera que rodea al fruto. La efectividad de las AM depende fundamentalmente de los niveles de O2 y CO2 de la atmósfera y del producto almacenado. Las altas concentraciones de CO2 son en general, efectivas en la reducción de los daños por frío, pero a veces, la respuesta de un mismo cultivar es variable dependiendo del estado fisiológico de la fruta. (Cáceres, Mulkay, Rodriguez, & Paumier, S.A)

2.3.1. Conservación de frutos mediante biopelículas

Las frutas y hortalizas frescas continúan respirando después de ser recolectadas y, en consecuencia, cualquier empaquetado posterior debe tener en cuenta esta actividad respiratoria. La respiración es un fenómeno bioquímico muy complejo, según el cual los carbohidratos, polisacáridos, ácidos orgánicos y otras fuentes de energía son metabolizados en moléculas más simples con producción de calor.

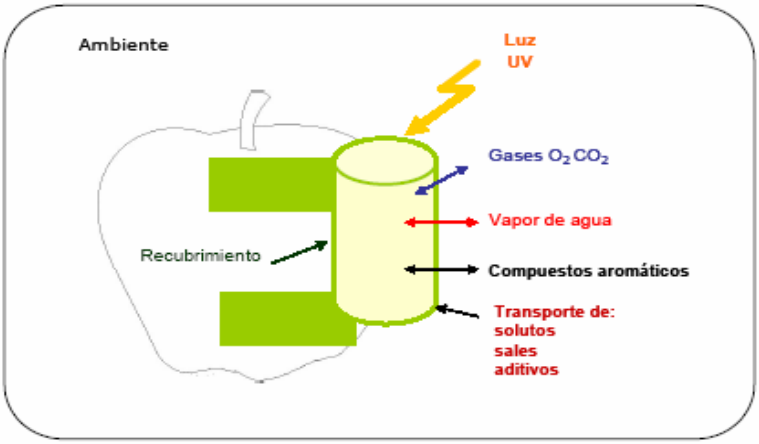
Desde tiempo inmemorial se ha intentado retrasar estos efectos por medio del empleo de recubrimientos antitranspirantes, pero no fue hasta bien entrado el siglo XX cuando se obtuvo una tecnología de formulación y aplicación de recubrimientos adecuada para estos fines. (Gómez E. , 2008)**.** Las biopelículas aplicados a las frutas permiten controlar la respiración y la senescencia de forma similar a las atmósferas modificadas, ejerciendo así una barrera a los gases y al vapor de agua. De esta manera se reduce el deterioro del fruto.

La reducción de oxígeno (O2) y el enriquecimiento en dióxido de carbono (CO2) son consecuencias naturales del desarrollo de la respiración cuando las frutas y hortalizas frescas se almacenan en un envase. Las modificaciones en la composición de la atmósfera provocan un descenso en la intensidad de la respiración del material vegetal (Ospina & Régulo, 2008)**.** También la aplicación de envolturas individuales adecuadas reduce las pérdidas de agua demorando la aparición de síntomas visibles de senescencia como de desecación, marchitamiento o ablandamiento y el daño por frío. Especies no climatéricas como los cítricos, pueden resultar altamente beneficiadas por la aplicación de esta técnica para mantener su calidad durante la comercialización. (Calero, 2006).

Los órganos vegetales son materiales porosos en mayor o menor grado, que muestran una resistencia específica a la difusión de gases y su atmósfera interna es muy diferente del aire, según la temperatura. Como las células consumen O2 y emiten CO2 a esa atmósfera interna, cuando se eleva la temperatura ambiente, la tasa respiratoria aumenta y por tanto la atmósfera interna se empobrece en O2 y se enriquece en CO2, llegando a producir alteraciones de los tejidos por anoxia o por excesivo CO2. Pero al bajar la temperatura, como aumenta la solubilidad del O2 dentro de la célula mientras disminuye su consumo respiratorio, se acumula O2 cuyo exceso intracelular puede originar oxidaciones enzimáticas con pardeamientos internos e incluso superficiales. (Calero, 2006).

Según (Hernández, Barrera, & Malgarejo, 2010)*,* al conservarse los frutos en atmósferas modificadas con películas de barrera regula la respiración que es la principal causa de los cambios bioquímicos en las que transforma los ácidos orgánicos en azúcares acelerando la maduración y la senescencia del fruto.

Figura 1.*Permeabilidad en empaques biodegradables*



Fuente: (Avedaño, 2009)

2.4. Arazá (E. stipitata)

2.4.1. Generalidades

Figura 2. *Planta de arazá*

Fuente: (Martínez, 2011)

El arazá (Eugenia Stipitata) Es originario de la Amazonia. Su cultivo se ha extendido en el Ecuador, Colombia, Perú y Brasil. La región amazónica ecuatoriana es uno de los centros de origen de especies alimenticias, entre las que se destacan los frutales amazónicos como el arazá, originario de esta región, que se encuentra en las seis provincias amazónicas de nuestro país y forma parte de las parcelas de los pequeños productores. El arazá es un fruto que sigue el proceso de maduración después de la cosecha (climatérico), por lo tanto, se puede cosechar a partir de los 38 días de cuajada la fruta, que ofrece cuatro cosechas en el año, cada tres meses a partir de febrero. (INIAP, 2011)

El arazá presenta cualidades organolépticas, nutricionales y agronómicas que lo hacen una buena opción para el desarrollo de una fruticultura sostenible y, a su vez, una alternativa económica dentro de la cadena agroalimentaria e industrial que se visualiza como una de las soluciones a los problemas del desarrollo y de la utilización de los recursos de la Amazonia. (FAO, Pro Tempore, 1999)

El fruto de arazá es muy perecedero (3 días a 25ºC, con enorme deshidratación y problemas de podredumbre por antracnosis). Es sensible a daños por frío (escaldadura) a temperaturas de conservación inferiores a 12ºC. Un calentamiento intermitente durante la conservación frigorífica a temperaturas sub-óptimas reduce estos daños. (Rodríguez D. , 2009)

El fruto de arazá posee un alto contenido de humedad, alrededor del 90%, lo que contribuye al incremento de la tasa respiratoria e incide directamente en la alta perecibilidad. Los contenidos proteicos resultan moderadamente altos y pueden estar asociados a una alta tasa metabólica, con un importante nivel de actividad enzimática. Por otra parte, la fibra cruda constituye un interesante aporte a la dieta básica. El arazá aporta una moderada cantidad de ácido ascórbico, entre otras vitaminas, favoreciendo de esta forma la

seguridad alimentaria en la región amazónica. (Hernandez, Barrera, & Carrillo, 2006)

Tabla 3. *Tabla de composición química de Arazá*

Variable (%)	Contenido	
	Ecotipo brasilero	Ecotipo peruano
Materia seca	9,68	7,89
Proteína	12,67	11,05
Extracto etéreo	12,32	12,23
ENN	61,68	64,17
Fibra cruda	11,29	9,74
Ceniza	2,04	2,81

Fuente: (Hernandez, Barrera, & Carrillo, 2006)

2.4.2. Valor Nutricional

La importancia del Arazá es indudable, tiene un alto contenido de carbohidratos; es decir, es bajo en grasas. Es rica en Vitamina A, Proteína y Potasio. Es bajo en Fósforo. Su contenido de Vitamina C es “razonable”, comparado con otras frutas. La pulpa contiene un 90% de humedad y un pH 2,5. El fruto del Arazá (Eugenia Stipitata) es muy ácido (pH=2,5). (Hernandez, Barrera, & Carrillo, 2006).

Según (Do nacimento en 1999) en (Toledo Romanieko, 2009) Manifiesta que el bajo contenido de materia seca en el fruto es adecuada para la elaboración de productos como jugos, frescos, jalea y licor.

Tabla 4. *Composición química del arazá*

Composición Química del arazá		
Proteína	%	12,67
Extracto etéreo	%	12,32
Fibra cruda	%	11,29
Materia seca	%	9,68
Ceniza	%	2,037
ENN	%	61,68
Azúcares reductores	%	0,3072
Azucares totales	%	0,542
Sólidos solubles	ºBrix	3,4

Fuente: (Hernandez, Barrera, & Carrillo, 2006)

2.4.3. Fisiología del arazá

El estado de madurez juega un papel central en el desarrollo del sabor y las características organolépticas del fruto. La producción de compuestos que otorgan dichas características cambia notoriamente conforme avanza la maduración. La cosecha conlleva a una pérdida de agua en el fruto por transpiración, que depende básicamente de la temperatura del fruto, de la humedad relativa del ambiente y de las barreras naturales o artificiales que disponga el fruto para impedir esta pérdida (Guarinoni, 2000).

La cosecha temprana permite ventajas para la comercialización como el mantenimiento de la textura durante el almacenamiento, la manipulación y el

transporte; sin embargo, conlleva a una pérdida de color, tienen una escasa evolución del sabor y el aroma (Herrero & Guardia., 1992).

Los cambios de color se asocian principalmente al cambio de color verde a amarillo o rojo, debido a la degradación de la clorofila responsable del color verde y la aparición de otros colores (Taylor & Ramsay, 2005) (Hortensteiner, 2006) (Clifford, 2000)

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

La actividad respiratoria del fruto de Arazá es alta, con valores promedios de 600mgCO2kg-1•h-1 y un máximo climatérico de 300 mgCO2•kg-1•h-1, el cual se alcanza después de los 55 días de cuajado el fruto. En frutos de Arazá estado pintón a 20ºC y humedad relativa del 90%, el climaterio se alcanza entre el tercer y quinto día. Dicho comportamiento sugiere una corta vida pos cosecha, que coincide con las observaciones en campo (Pinedo, Ramírez., & Blasco., 1981).

El máximo climatérico del fruto coincide con una máxima producción de etileno de 10 µL• kg-1•h-1, que resulta similar al de la guayaba, pero que difiere totalmente de lo reportado para frutos del mismo género Eugenia, claramente no climatéricos (Akamine, 1979).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

Los experimentos se realizaron en el laboratorio de química de la Universidad Estatal Amazónica, que está ubicado en el Km 2 ½ de la vía Puyo-Napo en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza. La presente investigación fue de 210 días en la que se cumplieron los objetivos propuestos.

3.2. Condiciones meteorológicas

Cuadro 1. ***Condiciones meteorológicas***

Condiciones Meteorológicas de lugar de investigación	
Altitud	950 msnm
Latitud sur	1°10
Longitud oeste	78°10
Latitud sur	2°35
Temperatura media anual	21°C
Temperatura máxima	24°C
Temperatura mínima	18°C
Precipitación media anual	1850 mm

Fuente: (INAMI, 2011)

3.3. Materiales y equipos

Durante el proceso de desarrollo experimental se utilizaron los siguientes materiales y equipos que se detallan a continuación:

Tabla 5. *Lista de materiales, equipos y reactivos utilizados en la fase experimental de la presente Tesis.*

Materia prima e insumos	Uso
Almidón de achira	Elaboración de biopolímeros y viscosidad
Almidón de yuca	Viscosidad
Almidón de maíz	Viscosidad
Almidón de papa	Viscosidad
Arazá	Conservación
Glicerina	Elaboración de biopolímeros
Vinagre	Elaboración de biopolímeros
Instrumental de laboratorio	
Vasos de precipitación	Elaboración de biopolímeros
Cuchara espátula	Elaboración de biopolímeros
Termómetro	Elaboración de biopolímeros
Moldes de teflón	Elaboración de biopolímeros
Barrilla de agitación	Elaboración de biopolímeros
Placas Petri	Elaboración de biopolímeros
Aparato de destilación soxhlet	Determinación de grasa
Soporte universal	Determinación de grasa y viscosidad
Desecador	Determinación de ceniza
Bureta	Determinación de proteína y viscosidad
Probeta	Elaboración de biopolímeros
Piceta	Determinación de pH
Frascos Erlenmeyer	Determinación de proteína
Balones Kjeldahl	Determinación de proteína
Crisoles de porcelana	Determinación de ceniza
Espátula	Elaboración de biopolímeros
Pinza universal	Determinación de grasa y viscosidad
Embudo de vidrio	viscosidad
Cinta masque	Conservación del fruto
Envases de poliestireno expandido	Conservación del fruto

Equipos	Uso
Peachímetro	Determinación de pH
Mufla	Determinación de ceniza
Plancha de calentamiento	Elaboración de biopolímeros
Microscopio	Granulometría de almidones
Estufa	Determinación de humedad
Aparato macrokjeldahl	Determinación de proteína
Reactivos	
Éter de petróleo	Análisis de grasa
H2SO4 concentrado	Determinación de proteína
NaOH 50%	Determinación de proteína
Catalizador	Determinación de proteína
H3BO3 al 4%	Determinación de proteína
Zinc en lentejas	Determinación de proteína
Indicador para macrokjeldahl	Determinación de proteína
HCL estandarizado al 0,1 N	Determinación de proteína
Soluciones Búfer	Determinación de pH

3.4. Factores de estudio

El factor de estudio del presente trabajo investigativo se basa en el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las películas biodegradables a partir de almidón de achira (Canna spp) así como también la duración del fruto de arazá recubierto con la biopelícula para su preservación.

Tabla 6. *Factores y niveles de almidón y glicerina*

Factor 1	Almidón	Código
Niveles	4%	A1
	5%	A2
	6%	A3
	7%	A4

Factor 2	Glicerina	Código
Niveles	2%	G1
	4%	G2
	6%	G3

3.5. Diseño experimental

Se evaluó los niveles de almidón de achira y glicerina en la elaboración del biopolímero. El diseño experimental que se aplicó para la presente investigación fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de 4 x 3 con un total de 12 tratamientos con tres repeticiones cada uno.

3.6. Unidad experimental

Tabla 7. *Esquema del experimento*

Repeticiones	Niveles			
	Almidón	Glicerina (ml)	Vinagre	Tratamientos
3	4 g	2	2	T1
		4	2	T2
		6	2	T3
3	5 g	2	2	T4
		4	2	T5
		6	2	T6
3	6 g	2	2	T7
		4	2	T8
		6	2	T9
3	7 g	2	2	T10
		4	2	T11
		6	2	T12

Niveles de almidón (4), Niveles de glicerina (3), Repeticiones (3), Numero de tratamientos (12), Total: 4x3x3=36 unidades experimentales.

3.7. Mediciones experimentales

3.7.1. Propiedades físico químicas del almidón

- pH
- Humedad
- Viscosidad
- Ceniza

- Proteína
- Fibra
- Grasa

3.7.2. Propiedades mecánicas del biopolímero

- Espesor
- Resistencia
- Deformación
- T° de fusión

3.7.3. Propiedades bromatológicas del fruto de arazá

- Humedad
- Materia seca
- Proteína
- Fibra
- Grasa
- Ceniza
- Materia orgánica
- Calcio
- Fósforo
- Azúcares reductores
- Azúcares totales

3.7.4. Análisis organolépticos del fruto de arazá

- Color
- Olor
- Textura visual
- Desarrollo de putrefacción.

3.8. Análisis estadístico

Estadística descriptiva

Análisis de varianza ADEVA

- Propiedades mecánicas del biopolímero
- Propiedades bromatológicas de los frutos de arazá.

Prueba de Tukey para la separación de medias (estos análisis fueron corridos estadísticamente bajo los niveles de probabilidad de ($P<0,05$)

Prueba no paramétrica de Kruskall Wallis para los análisis organolépticas.

3.9. Métodos

3.9.1. Análisis físico químico del almidón

Los análisis físico-químicos se realizaron en el laboratorio de química de la Universidad Estatal Amazónica mediante las normas establecidas para cada variable a evaluar.

La temperatura de gelatinización se realizó mediante técnica usada por (Grace, 1977) de la guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca Boletín de servicios agrícolas de la FAO.

Para la medición de pH de diferentes almidones se realizaron mediante técnica usada para los análisis de almidón de yuca del boletín de Servicios Agrícolas de la FAO (ISI, 1999).

La viscosidad de los almidones: achira, yuca, maíz, papa fueron realizados adoptando la técnica usada por (ISI, 200) de la boletín de servicios agrícolas de la FAO, de forma manual. Ver anexo 6.

La humedad Inicial se realizó mediante la norma NTE INEN 518-12 adoptando la técnica para harinas vegetales.

Los análisis de ceniza se realizó con la norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 520 1980-12 para harinas vegetales.

La determinación de grasa se realizó con la norma NTE INEN 523 1980-12 para harinas vegetales.

La determinación de proteína se realizó con las norma NTE INEN 519 1980-12 para harinas vegetales. Ver Anexo 7.

3.9.2. Microscopia Óptica

3.9.2.1. Tamaños del gránulo del almidón de Achira (*Canna Edulis Ker*)

Para la caracterización micrográfica se empleó el microscopio óptico Motic con lentes de 10, 40 y 100x.

Se prepararon suspensiones de almidón de achira en agua. Cada uno se llevó a un portaobjetos, cubierto por otro y enseguida al microscopio. Para los cuatro almidones se probaron en concentraciones almidón/agua de 1/75, 1/100 y 1/150 en peso y se agitaron las soluciones durante 15 minutos con un agitador magnético a 350 rpm a temperatura ambiente. Las imágenes se tomaron a 100, 400 y 1000 aumentos.

3.9.3. Análisis mecánicos de los biopolímeros

Los siguientes análisis mecánicos se realizaron en INIA Laboratorios y Sistemas de Calidad bajo la Norma: ASTM D882-9. Ver Anexo 8.

- Espesor
- Resistencia
- Deformación
- T° de fusión

3.9.4. Elaboración del Biopolímero y conservación del fruto de Arazá.

La elaboración de los biopolímeros y su aplicación fue basada y adaptada de acuerdo al método planteado por (L. Alarcón D. Barajas)

La metodología se divide en tres etapas las que se destacan a continuación:

3.9.4.1. Etapa de identificación y selección.

Para la elaboración de los biopolímeros se realizaron experimentos previos con almidón de maíz, gelatina y almidón de achira, al realizar comparaciones entre estos se pudo notar que los ensayos realizados con almidón de achira dieron resultados favorables con relación a las propiedades mecánicas. Lo cual permitió identificarlos y seleccionarlos, determinando cuales son las cantidades viables para el cumplimiento del objetivo del proyecto, siendo necesario el desarrollo de pruebas de laboratorio que permitieran determinar cantidades, tiempos y materiales para la fabricación de los biopolímeros a base de almidón. Una vez determinado las concentraciones óptimas de almidón y glicerina se procedió a re alizar las mezclas para los tratamientos

Figura 3. *Análisis previos con almidón de maíz y gelatina*

A: Biopolímero a base de almidón de maíz; B: Biopolímero a base de gelatina.

Figura 4. *Análisis previos con almidón de Achira*

A: Mezclas previas con almidón de achira B: Biopolímero obtenido de la mezcla previa.

Los tratamientos se realizaron con 4 niveles de almidón y 3 niveles de glicerina las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8. *Niveles de almidón y glicerina*

Almidón	Glicerina
4%	2%
5%	3%
6%	4%
7%	

Usando el vaso de precipitación de 500 ml se pesó el almidón de achira en una balanza analítica, siguiendo el procedimiento se agregó el agua y se mezcló constantemente durante 10 minutos con una varilla de agitación haciendo que se mantenga homogéneo, una vez que la plancha de calentamiento alcance la temperatura máxima se llevó el vaso de

precipitación con la solución a la plancha realizando una agitación constante se añadió la glicerina y luego el vinagre, una vez que alcance la temperatura de ebullición la cual sucedió a los 90°C se procedió a retirar el vaso de precipitación de la plancha de calentamiento evitando que se desnaturalicen las moléculas de almidón. Una vez retirado se procedió a esparcir en el molde de teflón haciendo que la sustancia viscosa se mantenga uniforme en el molde, el secado del biopolímero se realizó mediante secado natural durante 3 días a temperatura ambiente.

Figura 5. *Vaciado y secado natural del biopolímero*

A: Toma de temperatura, B: Vaciado de la solución polimérica, C: Secado natural del Biopolímero

3.9.4.2. Etapa de Aplicación

Se exploraron diferentes tipos de aplicación mediante sumergimiento de la fruta y mediante un sistema de envasado, en la cual se determinaron el comportamiento del biopolímero al ser aplicado en los frutos de arazá, seleccionando la mejor opción para cumplir los requerimientos planteados en el objetivo.

Figura 6. *Pruebas de conservación*

A: Prueba de conservación N° 1, B: Prueba de conservación N° 2, C: Prueba de conservación definitiva

3.9.4.3. Etapa de Evaluación

Con los experimentos realizados se escogió la mejor opción que es utilizar como empaque que sirva como barrera de gases y de las condiciones medioambientales como (temperatura, aireación, polvo, microorganismos) y se realizó un seguimiento para conocer su comportamiento e interacción con los frutos de arazá, especialmente para determinar el tiempo de conservación del mismo en comparación con frutos que se colocaron a la intemperie. Permitiendo así evaluar las características y propiedades que posee tanto el empaque como el material, conociendo finalmente la viabilidad de su aplicación.

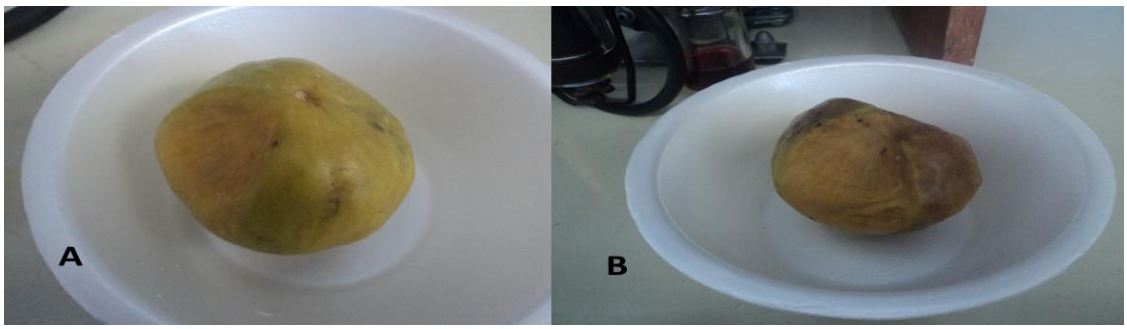
Para la aplicación del biopolímero se seleccionaron los frutos en óptimas condiciones es decir frutos que ya están empezando el proceso de maduración con una coloración verde (pintona) y se limpiaron para eliminar partículas extrañas y polvo de la superficie para luego tomar el peso y cubrirlos con los biopolímeros.

Figura 7. *Etapa de Aplicación del Biopolímero en el fruto*

A: Recolección del fruto, **B:** Pesado del Fruto, **C:** Aplicación del biopolímero para su conservación

Al transcurrir el tiempo se verifico el cambio de color de los frutos comparando con el fruto expuesto a la intemperie sin ningún tramiento.

Figura 8. *Fruto expuesto a la intemperie*



A: Primer día B: Segundo día

3.9.5. Análisis bromatológicos del fruto de arazá

Los siguientes análisis bromatológicos se realizaron en laboratorios SETLAB Servicio de Transferencia Tecnológica y Laboratorios Agropecuarios con la Norma AOAC. Ver Anexo 9.

- Humedad
- Materia seca
- Proteína
- Fibra
- Grasa
- Ceniza
- Materia orgánica
- Calcio
- Fósforo
- Azúcares reductores
- Azúcares totales.

3.9.6. Análisis sensorial de los frutos de arazá conservados con biopolímeros.

Para determinar el tiempo de conservación de los frutos se utilizó el método sensorial descriptivo cuantitativo (ADC) que es uno de los métodos más útiles, pues permite determinar la magnitud y el sentido de los cambios sensoriales en función del tiempo de almacenamiento planteado por (Sancho, Bota, & De Castro, 2002) . De los frutos y vegetales frescos. (Salinas Hernández, Pirovani, Gardea, & González, 2010)

Este análisis se evaluó mediante una prueba hedónica con una escala de nueve puntos mediante una prueba afectiva con un panel no entrenado donde se explicó previamente los tipos de análisis sensoriales, en la que se determinó la calidad de la fruta a los 5 días, considerando al valor “1” (uno) como peor puntaje y el valor “9” (nueve) como mejor puntaje. Los aspectos analizados fueron el color de la fruta, olor o aroma, textura visual y desarrollo de podredumbre. De acuerdo a las siguientes tablas:

3.9.6.1. Parámetro de evaluación de olor

Este parámetro se evaluó basando en los análisis planteados por (Hernandez, Barrera, & Carrillo, 2006)

Tabla 9. *Parámetro de Evaluación de Olor*

Escala	Atributo
1	Olor desagradable
3	Sin olor
5	Poco aromático
7	Muy aromático
9	Aromático y exótico

3.9.6.2. Parámetro de evaluación de color

Este parámetro se evaluó en base al análisis de calidad evaluado en el manual técnico del arazá citado por (FAO, Pro Tempore, 1999)

Tabla 10. *Parámetro de Evaluación de Color*

Escala	Atributo
1	Amarillo con manchas marrones
3	Pardo claro
5	Amarillo intenso
7	Amarillento uniforme
9	Verde claro

3.9.6.3. Parámetro evaluación de textura visual

Este parámetro se evaluó en base a los análisis realizados por (Hernandez, Barrera, & Carrillo, 2006)

Tabla 11. *Parámetro de evaluación de textura visual*

Escala	Atributo
1	Deshidratado
3	Desagradable
5	Poco agradable
7	Agradable (humedad superficial)
9	Muy agradable (Fresco)

3.9.6.4. Parámetro de evaluación de desarrollo de podredumbre

Este parámetro se evaluó mediante la escala hedónica plateada por (Rodríguez S. , 2005) para la especificación de materias primas frescas.

Tabla 12. *Parámetro de evaluación de desarrollo de putrefacción*

Escala	Atributo
1	Excesivo
3	Severo
5	Moderado
7	Incipiente
9	Sin desarrollo

3.10. Manejo del experimento

Recepción: Se obtuvo almidón, glicerina y vinagre para las respectivas mezclas.

Pesado: Se pesaron los almidones para los diferentes tratamientos y se midieron la glicerina, el agua y el vinagre para las mezclas.

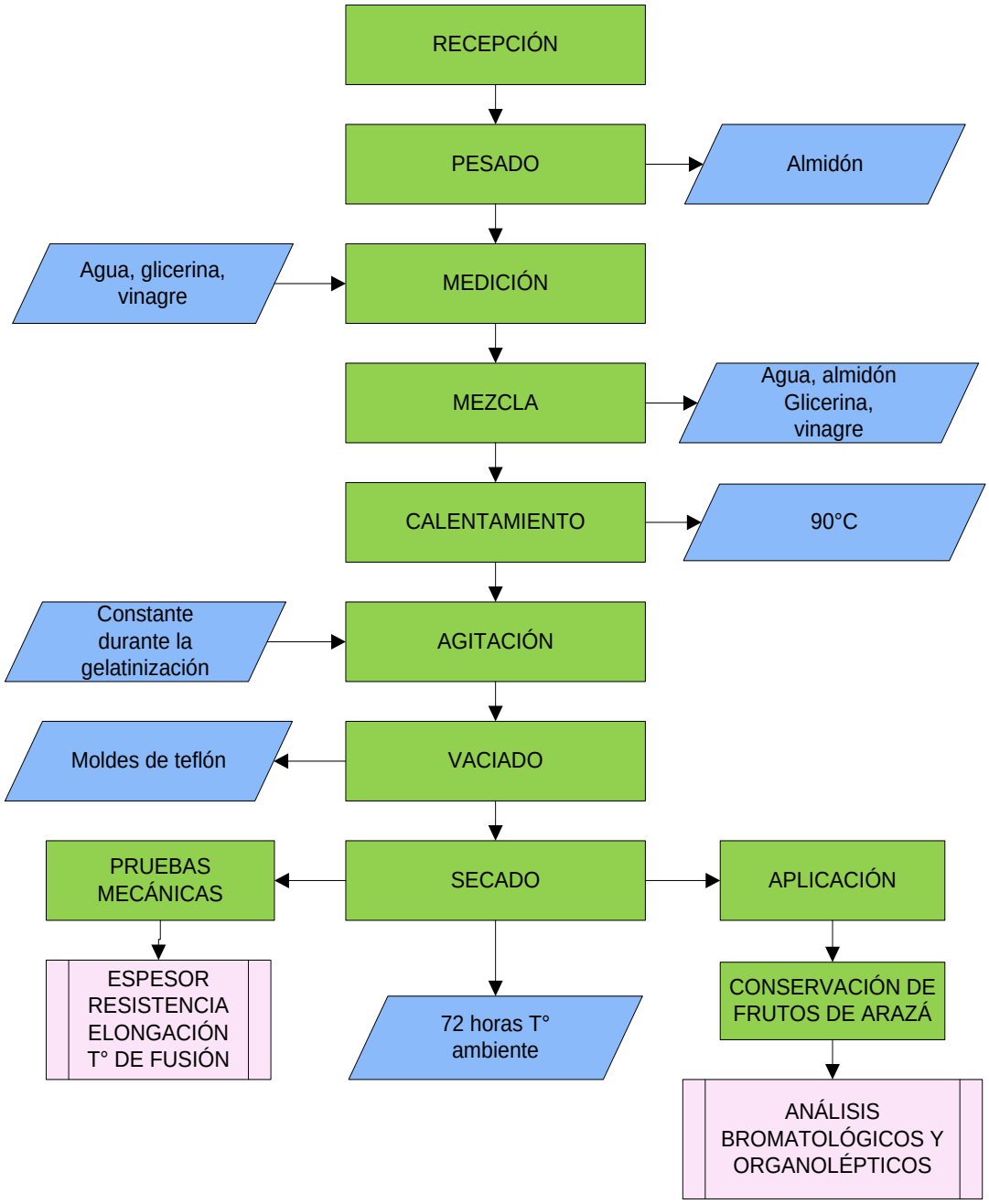
Mezcla y obtención del biopolímero: Se empleó cuatro niveles de almidón de achira (4, 5, 6, 7 gr) y glicerina (2, 4, 6 ml) las diferentes mezclas se realizaron en 80 ml de agua, una vez homogenizado el almidón con el agua se llevó a la plancha de calentamiento, una vez que empiece a calentar se añadió glicerina, y luego el vinagre agitando lentamente hasta alcanzar una temperatura de 90ºC para luego sacar y vaciar en los moldes de teflón.

Secado: Las soluciones filmogénicas obtenidas se dejó en los moldes a secar a temperatura ambiente durante 72 horas hasta lograr un secado completo para lograr desmoldar fácilmente.

Pruebas mecánicas: Una vez obtenido los biopolímeros se enviaron a realizar análisis de las propiedades mecánicas de los mismos con la finalidad de verificar el biopolímero con mejores características para utilizar como empaque para la conservación de los frutos de arazá.

Aplicación: Para la conservación de arazá se aplicaron los biopolímeros de todos los tratamientos para su observación.

3.10.1. Diagrama de proceso



CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis físico-químicos del almidón de achira (*Canna spp*)

4.1.1. Componentes del almidón

Mediante el análisis estadístico se puede observar la separación de medias (tabla 13) de los componentes del almidón como la ceniza, proteína, grasa, humedad están dentro de los rangos a los estudios que se han realizado anteriormente por (Castro & Gómez, 2012), siendo estos datos 0,18-0,71% de proteína, 13,6-23,4% de humedad, 0,048-0,09% de grasa y 0,17-0,4 % de ceniza lo que significa que el almidón de achira del presente estudio se encuentra dentro de los rangos antes mencionados.

(Gontard, Guilbert, & Cuq, 1993) Mencionan que altas concentraciones de proteína favorecen y mejoran la formación de enlaces entre ellas, producto de la cercanía de sus cadenas en la formación de películas.

Tabla 13. *Análisis de los componentes de almidón de Achira*

Variables	N	Medias	D. E.	Medianas	gl	H	p
Ceniza	3	0,21	0,28	0,05	3	8,58	0,035
Grasa	3	0,66	0,13	0,64			
Humedad	3	9,69	1,68	9,02			
Proteína	3	0,5	0,29	0,48			

N: número de observaciones; D.E: Desviación Estándar; gl: Grados de libertad; P. Probabilidad.

4.1.2. Potencial hidrógeno

Luego de haber realizado el análisis físico químico para las muestras de almidones se obtuvieron los valores presentados en la (Tabla 14) donde se observa que los valores de pH de almidones gelatinizados a diferentes temperaturas (65-85°C) no tienen variaciones significativas lo que significa que el pH no es un factor en la gelatinización de los mismos.

Tabla 14. *Comparación de pH de diferentes almidones*

Variable	Almidón	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
pH	Achira	6	6,05	0,81	5,88	3	2,44	0,4853
pH	Maíz	6	6,38	1,00	5,95			
pH	Papa	3	6,39	0,78	6,29			
pH	Yuca	6	6,64	0,62	6,53			

N: número de observaciones; D.E: Desviación Estándar; gl: Grados de libertad; P. Probabilidad.

4.1.3. Viscosidad

Luego de haber realizado los análisis fisicoquímicos del almidón en comparación de otros almidones, según la (tabla 15) se muestra que los almidones de achira, maíz y yuca tienen similar reacción frente a la temperatura (65ºC) al aumentar el % de almidón la solución se torna más viscosa en la cual las soluciones con 6% de almidón obtuvieron mayor viscosidad (Achira 47,85 cP), lo que no sucede con el almidón de papa ya que a menor concentración de almidón y menor temperatura la solución se gelatiniza al instante formando rápidamente una pasta.

Tabla 15. *Comparación de viscosidad de diferentes almidones*

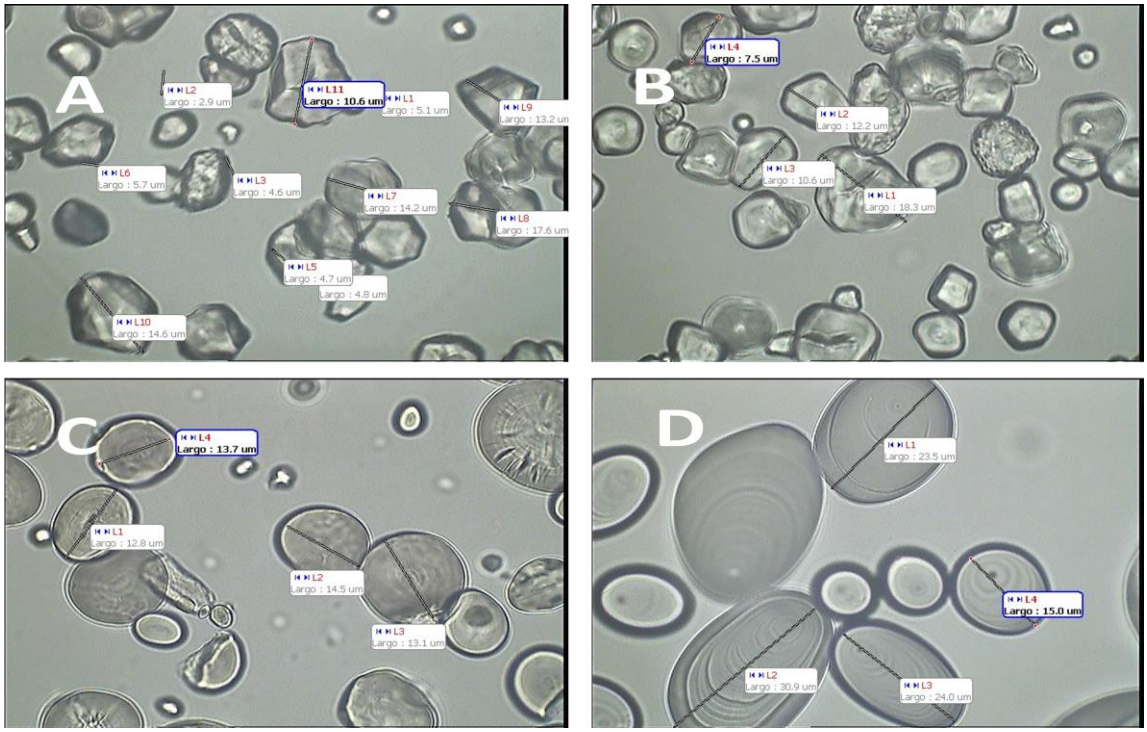
Variable	Almidones	Concentración	Características sol	N	Medias	D.E	Medianas	gl	H	p
Viscosidad	Achira	2	sol-semicristalina	3	1,02	0,01	1,02	8	25,3	0,0014
Viscosidad	Achira	4	sol-gel	3	1,97	0,01	1,97			
Viscosidad	Achira	6	gel	3	47,85	4,59	46,34			
Viscosidad	Maíz	2	sol-semicristalina	3	1	0,05	1,03			
Viscosidad	Maíz	4	sol-gel	3	1,76	0,01	1,76			
Viscosidad	Maíz	6	gel	3	46,76	1,03	46,81			
Viscosidad	Yuca	2	sol-turbia	3	1,69	0,04	1,7			
Viscosidad	Yuca	4	sol-semicristalina	3	1,31	0,04	1,29			
Viscosidad	Yuca	6	sol-gel	3	1,18	0,04	1,19			

4.1.4. Microscopía óptica

4.1.4.1. Tamaño de los gránulos de almidón

Mediante los análisis realizados con respecto al tamaño de los gránulos de almidón observados microscópicamente (Tabla 19) los datos se encuentran en los rangos citados por un estudio realizado por (Salas, 2007) con un tamaño promedio de maíz (12,69 micras), yuca (10,38) y papa (15, 22) respectivamente, el tamaño del granulo de la achira se encuentra en los rangos mencionados.

Figura 9. *Fotografía microscópica de almidón de diversas especies amiláceas.*



A: almidón de Achira; **B:** Almidón de Maíz**; C:** Almidón de Yuca**; D:** Almidón de Papa**.**

Tabla 16. *Tamaño de los gránulos de almidón de diferentes especies amiláceas*

Variable	Almidón	Campo	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
Mediciones	Achira	1	4	14,73	2,17	15,05	11	28,39	0,0028
Mediciones	Achira	2	4	14,75	3,83	14,45			
Mediciones	Achira	3	4	13,65	0,91	13,7			
Mediciones	Maíz	1	4	10,8	1,65	10,3			
Mediciones	Maíz	2	4	10,73	2,22	10,3			
Mediciones	Maíz	3	4	13,2	2,23	13,45			
Mediciones	Papa	1	4	24,15	12,53	19,05			
Mediciones	Papa	2	4	26,28	12,64	21,5			
Mediciones	Papa	3	4	24,25	13,91	18,2			
Mediciones	Yuca	1	4	14,95	3,84	14,9			
Mediciones	Yuca	2	5	16,24	2,5	17,1			
Mediciones	Yuca	3	3	16,1	2,82	17,2			

4.2. Análisis mecánico del biopolímero

Tabla 17. *Valoración mecánica del biopolímero elaborados con distintos niveles de almidón de achira y plastificante***.**

Tratamientos	% Almidón	% Glicerina	Espesor	Resistencia	Elongación	T° de Fusión
T1	4	2	10,87G	5,80G	123 C	152,33DE
T2	4	4	12,17FG	6,53 G	129,33BC	155CDE
T3	4	6	14,90EFG	5,93 G	131,33BC	150,67E
T4	5	2	23,20E	17,63CDF	131BC	153CDE
T5	5	4	21,30EF	15,83EF	137,67AB	162,33BCD
T6	5	6	33,03D	15,30F	131BC	173,33A
T7	6	2	35,77CD	16,67DEF	127,67BC	173,67A
T8	6	4	40,63CD	18,63BCD	130,33BC	166,33AB
T9	6	6	43,77BC	17,70CDE	133,67ABC	152,33DE
T10	7	2	53,30A	20,90ª	133BC	152E
T11	7	4	50,98AB	20,07AB	140,33AB	162,67BC
T12	7	6	52,87AB	19,43ABC	146,67A	160,33BCDE
	PROMEDIO		32,73	15,035	132,91	159,49
PROB			0,0452	0,0008	0,1801	<0,0001

Prob >0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob <0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

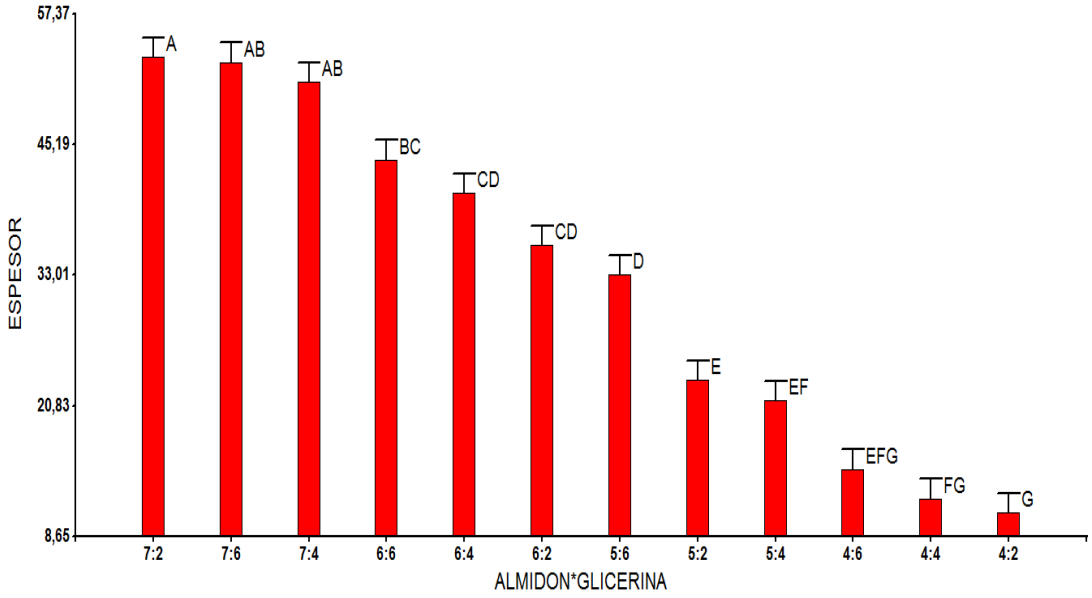
Prob <0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA

4.2.1. Espesor

Según el (Gráfico 1), de la variable espesor a p<0,05 fue significativamente afectado en diferentes formulaciones que se realizó, es decir , esto nos indica que el espesor aumenta con él incremento del % de almidón añadido a la mezcla siendo el tratamiento 10 el que proporciona el mayor espesor con el 7% de almidón y 2% de glicerina. Siendo el mejor tratamiento ya que con cantidades mínimas de almidón y una alta cantidad de plastificante proporciona menos espesor por lo cual el polímero se vuelve muy frágil.

Los estudios previos realizados con respecto a películas con almidones nativos muestran similar interacción frente a la adición de plastificante y almidón (López, 2011).

Gráfico 1. Evaluación del variable espesor. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)

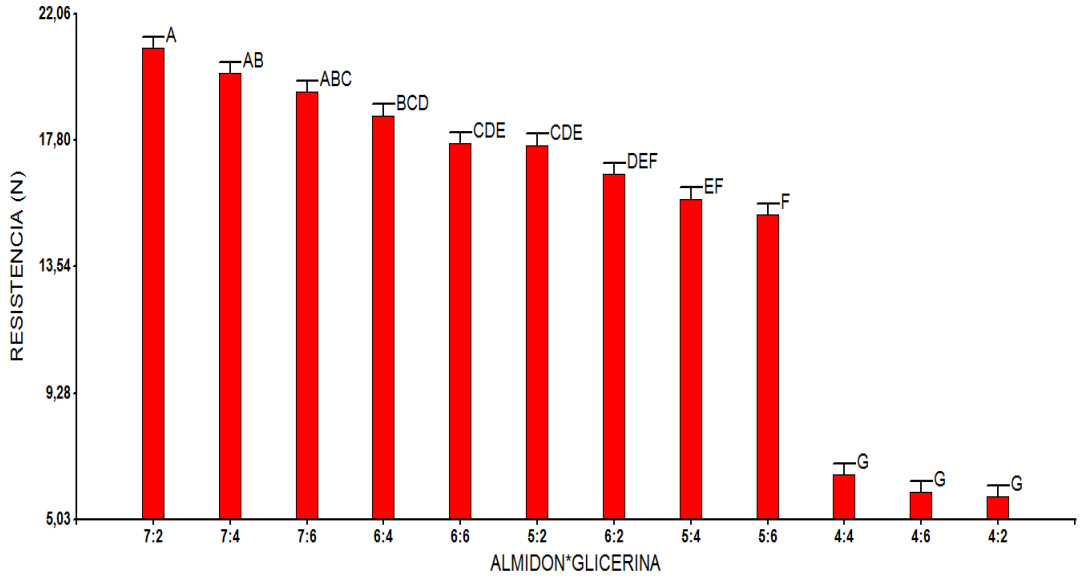


4.2.2. Resistencia

Conociendo la resistencia como la acción o capacidad de resistir, tolerar u oponerse a una fuerza, al analizar esta variable en los tratamientos realizados para la obtención de biopolímeros, se puede manifestar que conforme aumenta la concentración da almidón también aumenta la resistencia, se puede observar que también el aumento de glicerina disminuye la resistencia aunque no se observan diferencias significativas entre los tratamientos 10, 11, 12 por lo cual el mejor tratamiento corresponde al T_{10} con 7% de almidón y 2% de glicerina.

En los estudios anteriores menciona que un alto contenido de glicerina con respecto a almidón reduce la resistencia a la tracción o viceversa. (Ruiz Aviléz, 2006)

Gráfico 2. Evaluación de la variable resistencia. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)

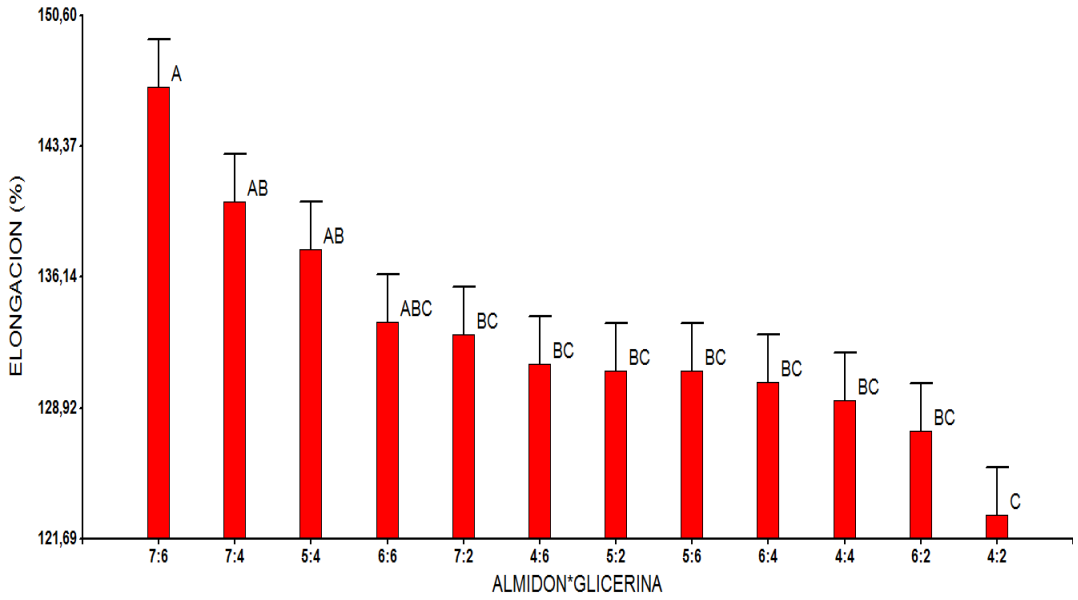


4.2.3. Elongación

En el (Gráfico 3), nos muestra que no existen diferencias significativas (p>0,05) entre los tratamientos en cuanto a elongación sin embargo de acuerdo al análisis realizado se observa que el aumento de la proporción del almidón hasta el 7% y el aumento de la glicerina hasta el 6% mejora la propiedad de elongación numéricamente siendo 12 el mejor tratamiento.

Existen estudios similares sobre películas biodegradables realizados anteriormente donde también existen cambios en la propiedad si se reduce o aumenta la cantidad de almidón o plastificante (Martínez Hernández & Vásquez Escobar, 2009).

Gráfico 3. Evaluación de la variable elongación. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)

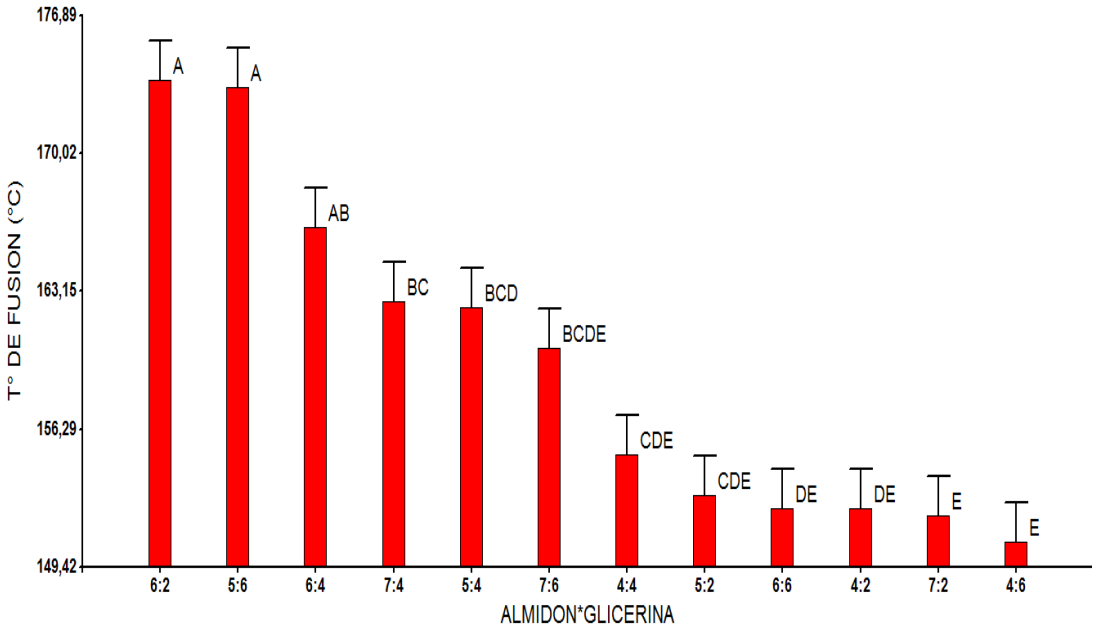


4.2.4. Temperatura de fusión

Mediante el análisis estadístico con el método Tukey al 0,05 numéricamente el mejor tratamiento corresponde al tratamiento 7 con 6% de almidón y 2% de glicerina que fue sometido hasta alcanzar los 670-173°C.

El estudio realizado de películas de gelatina y glicerol de (Sifuentes, 2011) presentan similares características en cuanto a temperatura de fusión ya q los rangos están de 132,02 y 156, 028 respectivamente.

Gráfico 4. Evaluación de la variable Temperatura de Fusión. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)



4.3. Evaluación de las variables bromatológicas del fruto de arazá conservado con diferentes tratamientos de biopolímeros.

Tabla 18. Valoración de las variables bromatológicas de los frutos de arazá conservados con los biopolímeros realizados en diferentes concentraciones.

TRATAMIENTOS	ALMIDÓN %	GLICERINA %	HUMEDAD TOTAL	MATERIA SECA	PROTEÍNA	FIBRA	GRASA	CENIZA	M. ORGÁNICA	CALCIO	FOSFORO	A. REDUCTORES	A. TOTALES
T1	4	2	84,34 G	15,66B	12,24A	11,31AB	10,48E	2,70A	97,30D	0,12BCD	0,15ABC	0,29ABC	0,49BCD
T2	4	4	85,45F	14,55C	10,50AB	10,68C	10,33EF	2,35ABC	97,65ABCD	0,11CD	0,12C	0,29ABC	0,56ABC
T3	4	6	82,42H	17,58ª	9,78B	9,92D	9,72FG	1,95BC	98,05AB	0,09CD	0,12C	0,27BC	0,38D
T4	5	2	91,58 A	8,42H	11,23AB	11,22B	10,64DE	2,45AB	97,55BCD	0,14AB	0,16ABC	0,37A	0,60AB
T5	5	4	87,79D	12,21E	10,54 AB	10,50C	10,41E	2,22ABC	97,78ABCD	0,12BCD	0,12C	0,26BC	0,54ABC
T6	5	6	86,89 E	13,11D	9,75B	9,75D	9,59G	1,89C	98,11A	0,09D	0,12C	0,29ABC	0,47BCD
T7	6	2	90,51B	9,49G	12,65A	10,25CD	12,59ª	2,28ABC	97,72ABCD	0,13BC	0,15BC	0,34AB	0,56ABC
T8	6	4	89,79C	10,21F	12,41A	10,51C	12,19AB	2,28ABC	97,84ABC	0,12BCD	0,16ABC	0,30ABC	0,52BC
T9	6	6	88,23D	11,77E	11,37AB	11,27B	11,25CD	2,03BC	97,97ABC	0,10CD	0,13BC	0,22C	0,49BCD
T10	7	2	90,76B	9,24G	11,85AB	11,52AB	11,60BC	2,45AB	97,51CD	0,17A	0,19A	0,37A	0,66A
T11	7	4	90,96AB	9,04GH	12,53A	11,83A	10,81DE	2,24ABC	97,76ABCD	0,10CD	0,13BC	0,25BC	0,46CD
T12	7	6	90,50B	9,50G	10,87AB	10,23CD	9,61G	2,68A	97,32D	0,12BCD	0,17AB	0,30ABC	0,59ABC
PROMEDIO			88.26	11.73	11.31	10.74	70.76	2.10	97.71	0.11	0.14	0.29	0.52
PROB.			<0.0001	<0.0001	0.3271	<0.0001	0.0051	0.0013	0.0011	0.0071	0.0026	0.0083	0.0002

Prob >0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob <0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA.

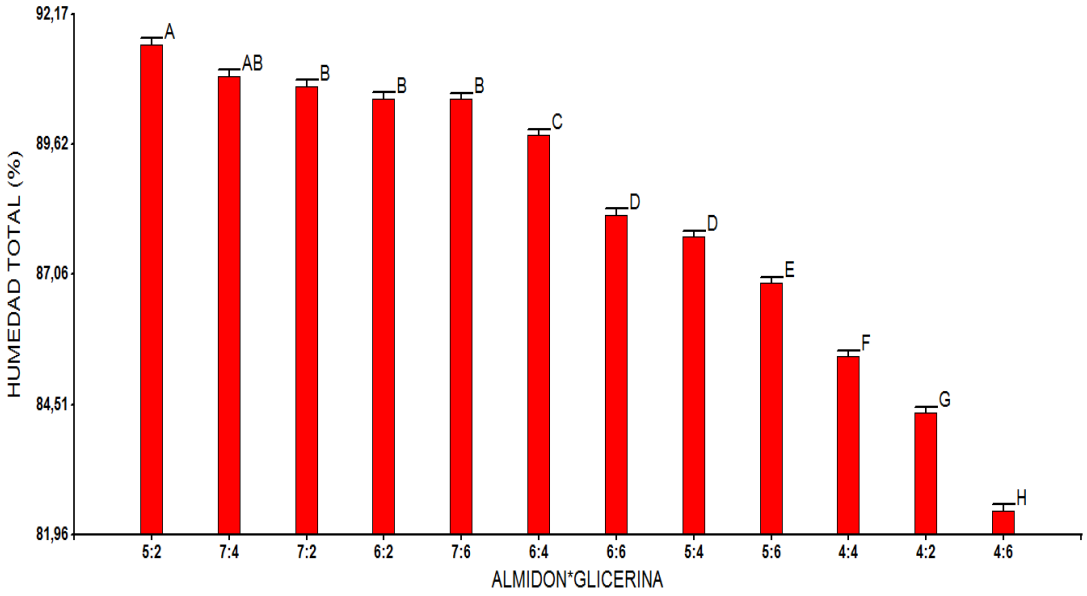
4.3.1. Humedad total

Entre el tratamiento 11 y 4 no existen diferencias significativas y se mantiene la humedad más alta (90,96%-91,58%)

Entre el tratamiento 11, 10, 7 y 12 no existen diferencias significativas y se puede notar que conserva un gran % de humedad superior al 90,5%.

Entre los tratamientos 8, 9, 5, 6,2, 1, 3 existen diferencias significativas, la humedad va disminuyendo según el orden señalado, esto nos indica que con un % de superior de glicerina (6%) y un porcentaje menor de almidón del (4%) el fruto tiende a perder humedad.

Gráfico 5. Evaluación de la variable Humedad total. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)

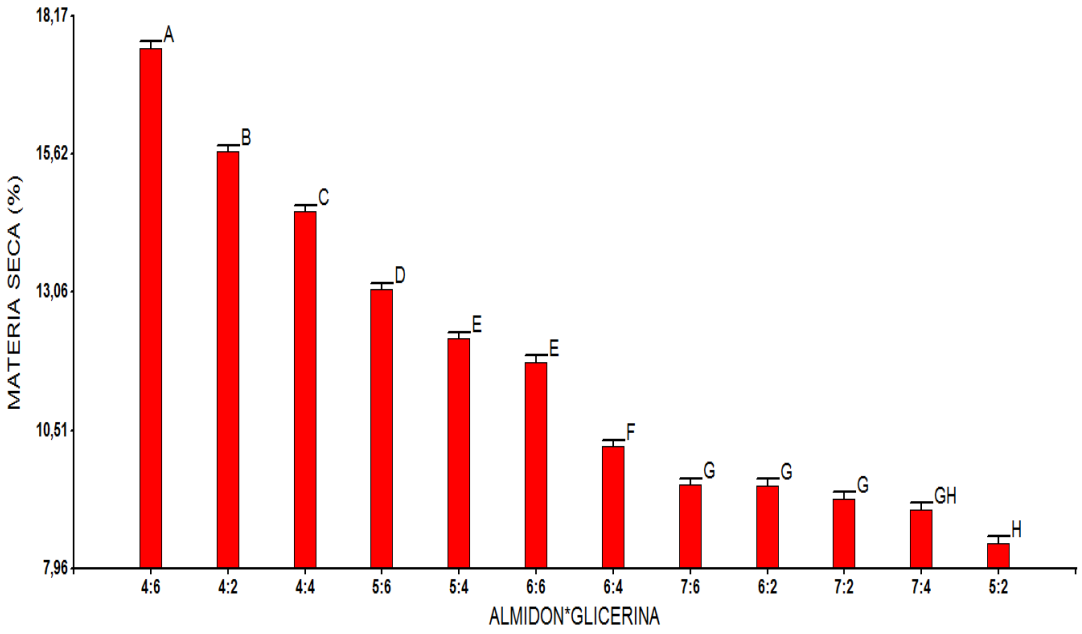


4.3.2. Materia seca

En el (Gráfico 6), se puede observar que los frutos conservados con los biopolímeros que contienen mayor porcentaje de almidón y menor porcentaje de plastificante hacen que tenga menos % de materia seca siendo el tratamiento cuatro con (5% de almidón y 2% de glicerina) y el tratamiento once con (7% de almidón y 4% de glicerina) los mejores tratamientos ya que entre ellas no tienen diferencias significativas.

(Toledo Romanieko, 2009) Indica que el bajo contenido de materia seca en el fruto, es adecuado para la elaboración de jugos, jaleas, néctar, dulces, licor y refrescos.

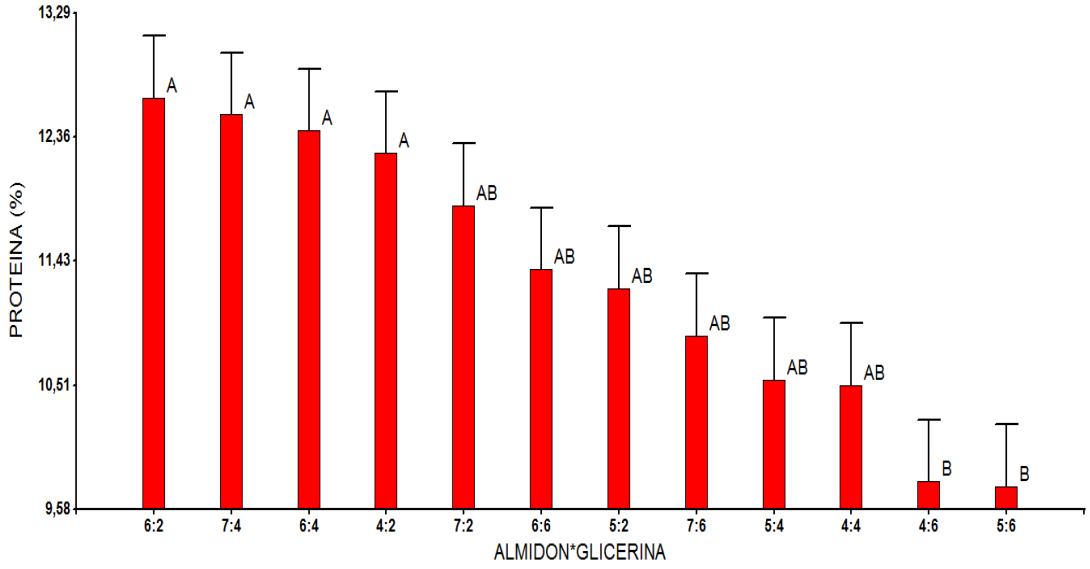
Gráfico 6. Evaluación de la variable Materia Seca. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)



4.3.3. Proteína

Según el análisis estadístico nos da a entender que a mayor concentración de glicerina y menor concentración de almidón existen perdidas de proteína. Cuando presenta mayor concentración de almidón también muestra una mayor concentración de proteína en los frutos (numéricamente). La proteína es un componente importante en la alimentación por tal razón es imprescindible que esta se conserve en el fruto. En el (Gráfico 7) se observa que el tratamiento siete del biopolímero que contiene (6% de almidón y 2% de glicerina) presenta valores considerables de proteína aunque no tiene diferencias significativas con el tratamiento once (7% de almidón y 4% de glicerina) y el tratamiento ocho con (6% de almidón y 4% de glicerina).

Gráfico 7. Evaluación de la variable Proteína. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)

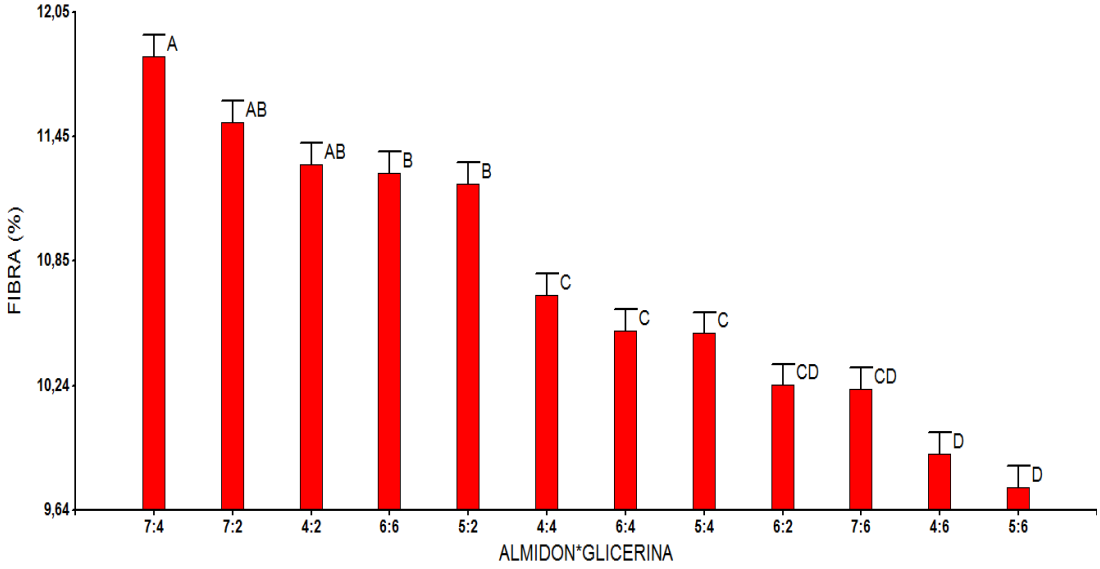


4.3.4. Fibra

Al analizar el contenido de fibra en los frutos de arazá conservados en los biopolímero de los tratamientos 1,10 y 11 no existen diferencias significativas por consecuente son los mejores tratamientos que conservan un alto porcentaje de este y los demás tratamientos van disminuyendo el % de fibra. Se deduce por lo tanto la concentración media de glicerina (4%) y mayor cantidad de almidón (7%) preserva mejor la cantidad de fibra en el fruto de arazá.

Ya que según el estudio realizado para la comercialización de arazá por (Gómez & Silva, 2012) el alto contenido fibra en el arazá mejora la digestión.

Gráfico 8. Evaluación de la variable Fibra. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)

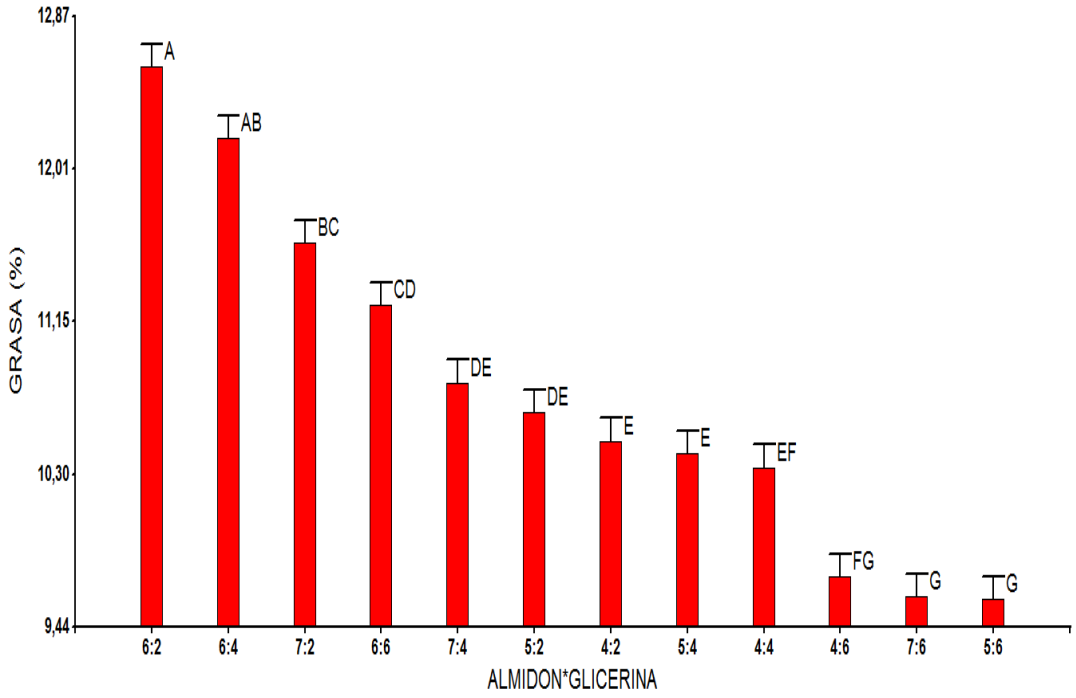


4.3.5. Grasa

No hay diferencias significativas entre los tratamientos 7 y 8 las cuales presentan un mayor porcentaje de grasa en los frutos.

Esto nos indica que a mayor concentración de almidón se mantiene una mayor concentración de grasa. Siendo el tratamiento 7 con 6% de almidón y 2% de glicerina la que mayor porcentaje de grasa contiene con 12.59%.

Gráfico 9. Evaluación de la variable Grasa. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)

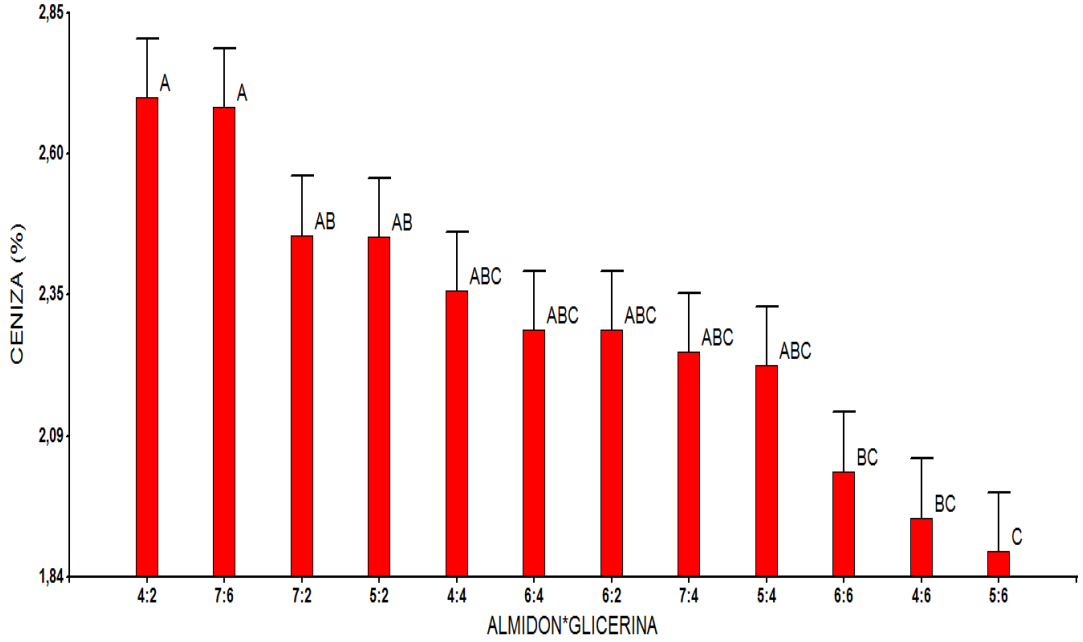


4.3.6. Ceniza

Presenta una mayor cantidad de ceniza cuando en la formulación existe mayor concentración de almidón y menor concentración de glicerina (4-2%) como es el tratamiento 1. Aunque no existen diferencias significativas entre los tratamientos a excepción de los tratamientos 9, 3 y 6.

Según (Torres, 2012) en las frutas y hortalizas el contenido de ceniza está comprendido en un rango de 2 al 12%. Esta representa el índice de calidad de los alimentos, siendo el tratamiento 6 el polímero que contiene el (5% de almidón y 6%) de glicerina el cual contiene un % mínimo de ceniza.

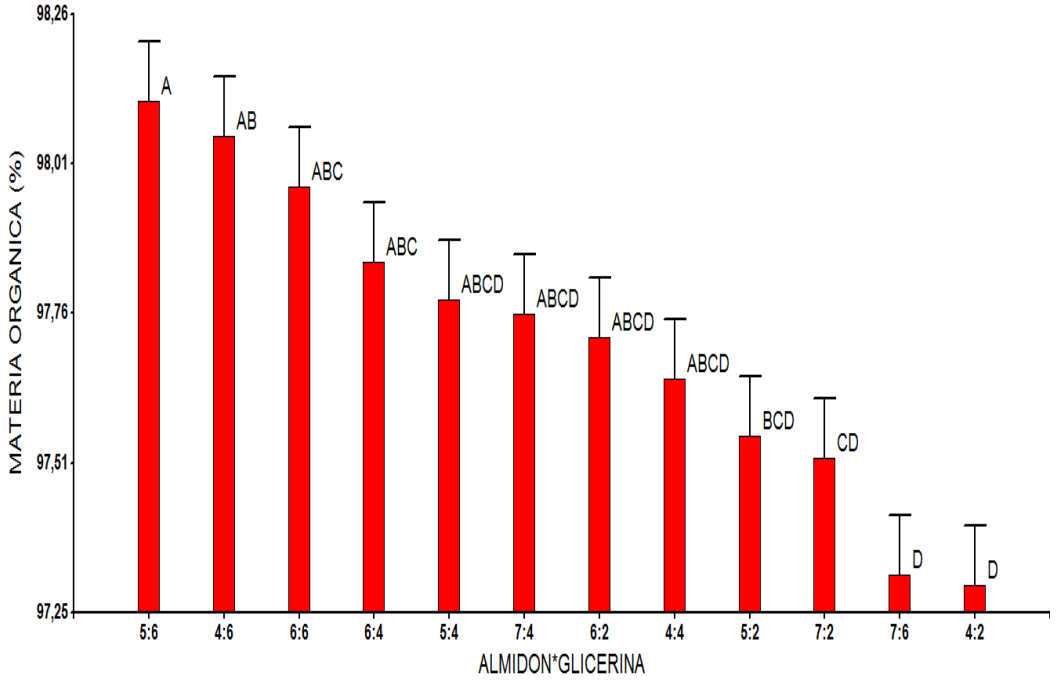
Gráfico 10. Evaluación de la variable Ceniza. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)



4.3.7. Materia orgánica

Una vez analizado el cuadro estadístico se observa que cuando se tiene una concentración mayor de glicerina y menor concentración de almidón se conserva mejor la materia orgánica en los frutos.

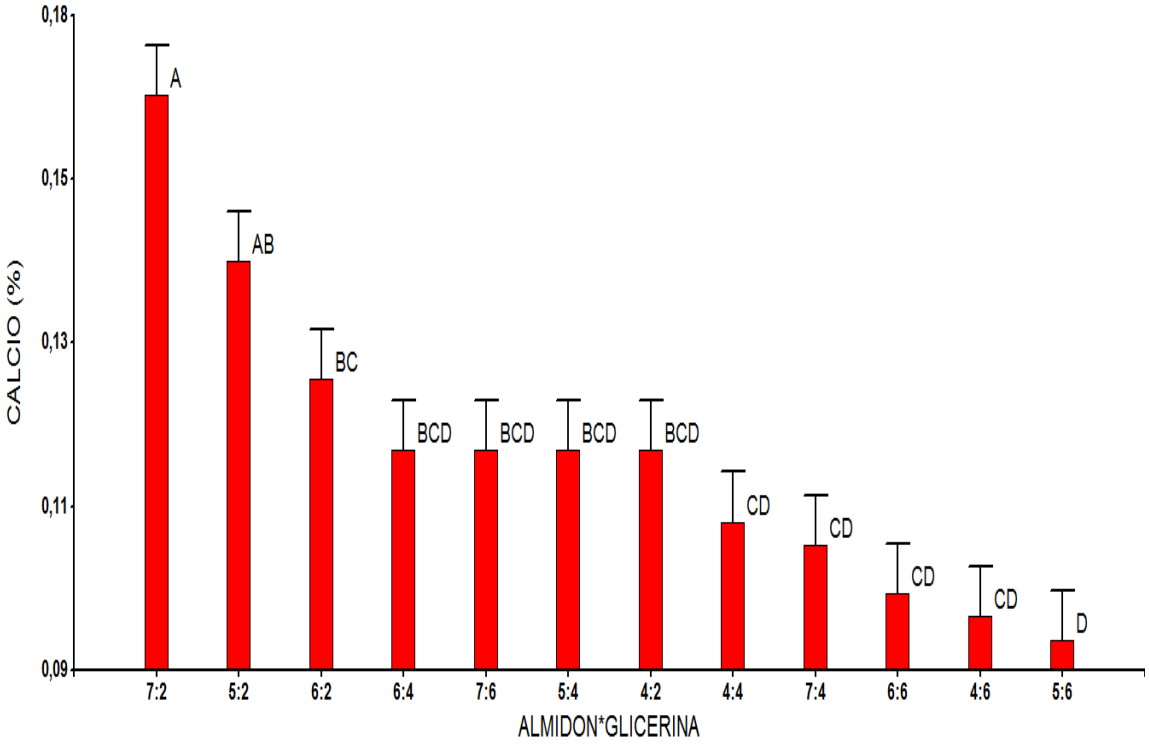
Gráfico 11. Evaluación de la Variable Materia Orgánica. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)



4.3.8. Calcio

Con los tratamientos 4 y 10 se conserva mejor el calcio, esto nos indica que a mayor concentración de almidón y menor concentración de glicerina el biopolímero ayuda a conservar mejor el elemento. Ya que ésta es un micronutriente de vital importancia en la alimentación.

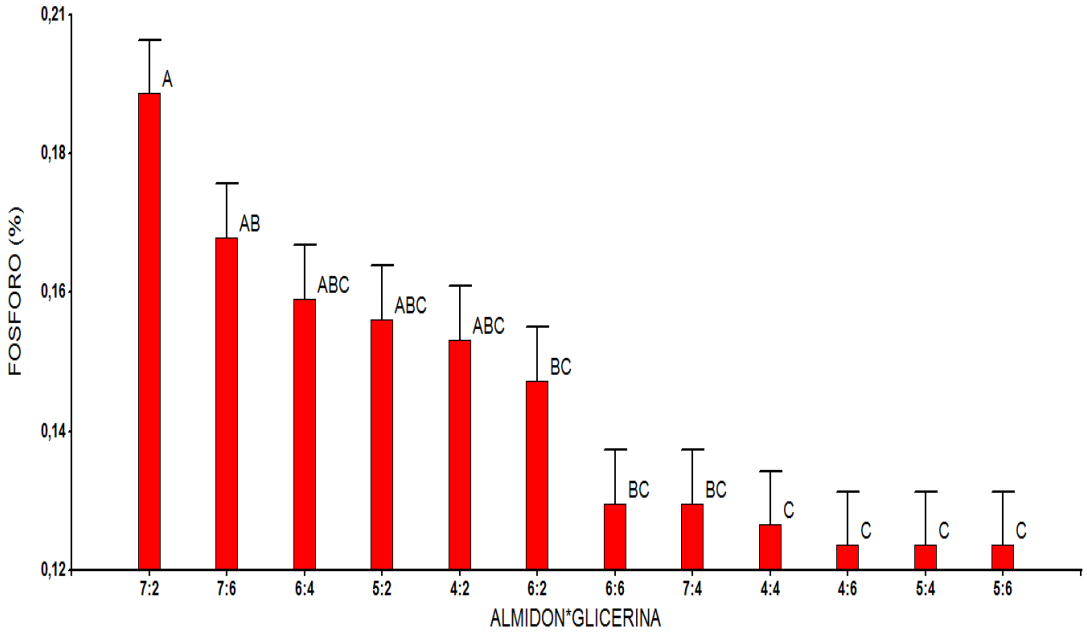
Gráfico 12. Evaluación de la variable Calcio. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)



4.3.9. Fósforo

De acuerdo al (Gráfico 13), se observa que el tratamiento 10 conserva mejor el fósforo cuando se utiliza para su conservación el biopolímero con mayor cantidad de almidón (7% almidón y 2% de glicerina). Ya que el contenido de fósforo en los frutos ayuda a una mejor nutrición, y participando en casi todos los procesos metabólicos.

Gráfico 13. Evaluación de la variable Fósforo. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)

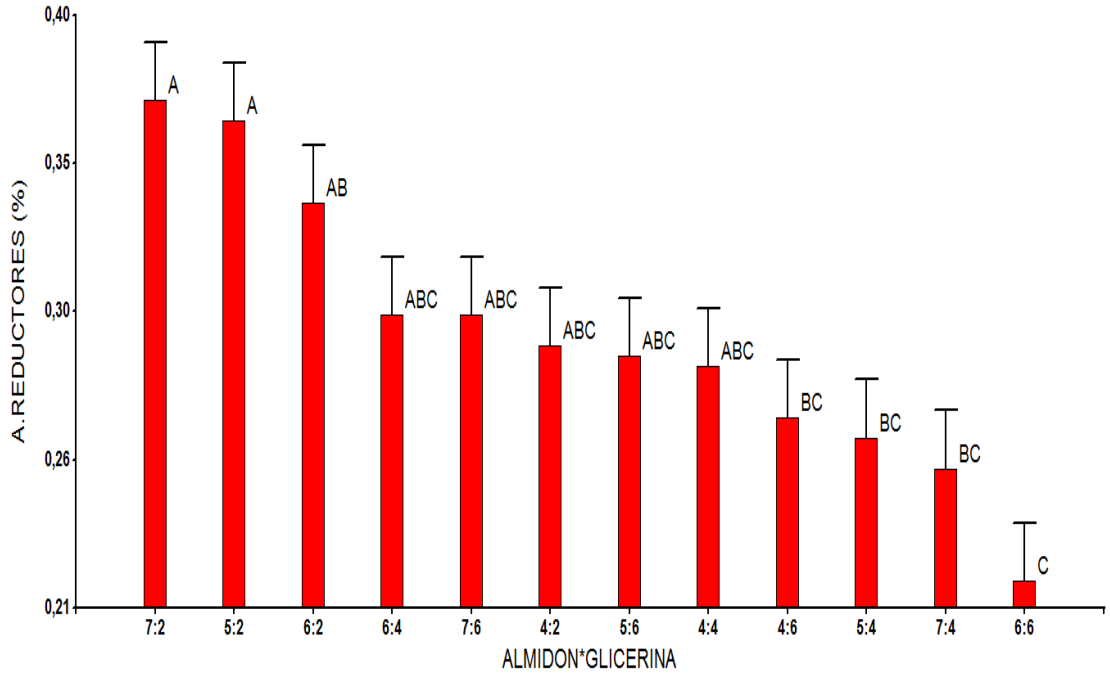


4.3.10. Azúcares reductores

Con el tratamiento 10 se observa que los azúcares reductores se mantienen utilizando para su conservación el biopolímero elaborado con (7% de almidón y 2% de glicerina).

Los resultados originados de azúcares totales en el presente proyecto se encuentran dentro de los rangos de valores reportados en los análisis proximales realizado por (Hernandez, Barrera, & Carrillo, 2006).

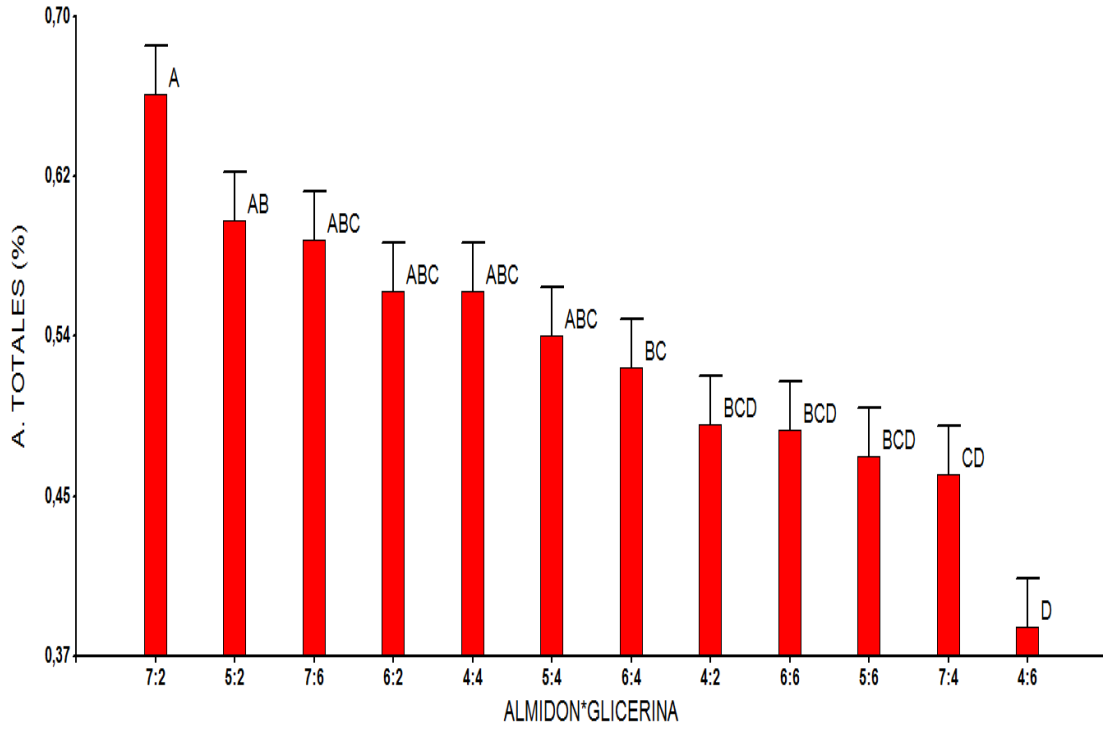
Gráfico 14. Evaluación de la variable Azúcares Reductores. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)



4.3.11. Azúcares totales

Según el (Gráfico 15), se puede observar que los azúcares totales se conservan mejor en el fruto, utilizando para su conservación el biopolímero con (7% de almidón y 2% de glicerina) que es el tratamiento 10.

Gráfico 15. Evaluación de Azúcares Totales. Barras de error estándar con letras iguales no son estadísticamente significativas (p>0.05)



4.4. Evaluación de variables organolépticas

Las variables organolépticas fueron evaluadas de acuerdo a la prueba afectiva de la escala hedónica de 5 puntos con un panel conformada por 5 personas, previamente capacitados sobre la variables a evaluar, para esto se evaluó mediante el método de la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis con nivel de significancia del 95 % utilizando para ello el programa estadístico InfoStat.

4.4.1. Evaluación de color

Al analizar la (Tabla 19), de Kruskall Wallis al 5% se establecieron diferencias altamente significativas para la variable color, en las que se observó un rango de puntaje siendo las medias de 7,40- 8,20 que fueron mejor conservados con biopolímeros elaborados con mayor % de almidón (6-7%) en las que obtuvieron el mayor puntaje la cual significa que el recubrimiento disminuye la respiración y el fruto sigue un proceso lento de maduración y al cabo de 5 días toma un color característico al fruto. Lo que no sucede con los frutos conservados con biopolímeros elaborados con menor % de almidón (4-5) ya que el espesor de las películas aumenta conforme aumenta el % de almidón y esto influye en dicho proceso haciendo que el fruto no sea aceptado visualmente.

Tabla 19. *Evaluación de color*

PRUEBA DE KRUSKALL WALLIS							
Variable	**Tratamientos**	**Medias**	**N**	**D.E**	**Medianas**	**H**	**P**
Color	T1	1,40	5	0,89	1,00	40,71	<0,0001
Color	T2	1,80	5	1,10	1,00		
Color	T3	3,40	5	1,67	3,00		
Color	T4	4,20	5	1,79	5,00		
Color	T5	3,40	5	2,61	3,00		
Color	T6	6,60	5	1,67	7,00		
Color	T7	7,40	5	1,67	7,00		
Color	T8	7,40	5	1,67	7,00		
Color	T9	7,80	5	1,10	7,00		
Color	T10	8,20	5	1,10	9,00		
Color	T11	7,00	5	1,41	7,00		
Color	T12	7,80	5	1,10	7,00		

Prob >0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob <0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA.

4.4.2. Evaluación de olor

De acuerdo al análisis de la (Tabla 20), se puede observar que los mejores tratamientos que mantiene el olor característico del fruto son los que se han conservado con biopolímero elaborado con (6-7% de almidón) las que corresponden a los tratamientos 10 (7% de almidón y 2% de glicerina) y 9 con (6% de almidón y 6% de glicerina) las cuales fueron de mayor aceptación en cuanto al olor.

Tabla 20. *Evaluación de olor*

PRUEBA DE KRUSKALL WALLIS							
Variable	**Tratamientos**	**Medias**	**n**	**D.E**	**Medianas**	**H**	**P**
Olor	T1	3,40	5	1,67	3,00	28,97	0,0004
Olor	T2	5,00	5	0,00	5,00		
Olor	T3	5,80	5	1,10	5,00		
Olor	T4	5,40	5	0,89	5,00		
Olor	T5	5,00	5	0,00	5,00		
Olor	T6	5,00	5	2,00	5,00		
Olor	T7	5,80	5	1,79	5,00		
Olor	T8	6,20	5	1,10	7,00		
Olor	T9	7,80	5	1,10	7,00		
Olor	T10	9,00	5	0,00	9,00		
Olor	T11	6,20	5	1,10	7,00		
Olor	T12	6,60	5	1,67	7,00		

Prob >0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob <0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA.

4.4.3. Evaluación de textura visual

En la (Tabla 21), se observa que la mayor aceptación en cuanto a textura visual corresponde al tratamiento 10 (7% de almidón y 2% glicerina) el cual obtuvo el mayor puntaje, que significa el fruto de mayor aceptación, ya que dicho biopolímero tiene las mejores cualidades mecánicas en cuanto al espesor, resistencia y elongación, que al utilizar como barrera de gases conserva mejor evitando la exposición a las condiciones ambientales externas como la temperatura, humedad, luz, polvo y microorganismos, lo que no sucedió con el fruto expuesto a la intemperie que en el día dos se

observaron cambios inmediatos de color, crecimiento de hongos, deshidratación y la putrefacción.

Tabla 21. *Evaluación de textura visual*

PRUEBA DE KRUSKALL WALLIS							
Variable	**Tratamientos**	**Medias**	**n**	**D.E**	**Medianas**	**H**	**P**
Textura visual	T1	2,20	5	1,79	1,00	31,16	0,0003
Textura visual	T2	2,20	5	1,79	1,00		
Textura visual	T3	3,80	5	1,10	3,00		
Textura visual	T4	4,20	5	3,03	5,00		
Textura visual	T5	5,00	5	0,00	5,00		
Textura visual	T6	4,60	5	1,67	5,00		
Textura visual	T7	5,80	5	1,10	5,00		
Textura visual	T8	6,20	5	1,10	7,00		
Textura visual	T9	6,20	5	1,10	7,00		
Textura visual	T10	8,20	5	1,10	9,00		
Textura visual	T11	6,20	5	1,10	7,00		
Textura visual	T12	6,60	5	1,79	5,00		

Prob >0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob <0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA.

4.4.4. Evaluación de desarrollo de la putrefacción

Mediante el análisis de la (Tabla 22), se puede observar que los frutos conservados con biopolímeros de los tratamientos del 8 al 11 no presentan un mayor desarrollo de putrefacción obteniendo mayor puntaje de aceptación

que representa al tratamiento 10 la que posee mejores características mecánicas.

Tabla 22. *Evaluación de Desarrollo de putrefacción***.**

PRUEBA DE KRUSKALL WALLIS							
variable	**Tratamientos**	**Medias**	**n**	**D.E**	**Medianas**	**H**	**P**
D. de putrefacción	T1	2,60	5	1,67	3,00	34,8	0,0001
D. de putrefacción	T2	2,60	5	1,67	3,00		
D. de putrefacción	T3	3,40	5	0,89	3,00		
D. de putrefacción	T4	5,40	5	0,89	5,00		
D. de putrefacción	T5	4,60	5	0,89	5,00		
D. de putrefacción	T6	4,20	5	1,10	5,00		
D. de putrefacción	T7	5,00	5	1,63	5,00		
D. de putrefacción	T8	6,60	5	0,89	7,00		
D. de putrefacción	T9	6,20	5	1,10	7,00		
D. de putrefacción	T10	8,00	5	1,15	8,00		
D. de putrefacción	T11	6,20	5	1,10	7,00		
D. de putrefacción	T12	5,80	5	1,10	5,00		

Prob >0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob <0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- Se evaluó las características físico-químicos del almidón de achira en cuanto a pH, temperatura de gelatinización, viscosidad y su contenido obteniendo resultados favorables, concluyendo así que el almidón de achira en comparación con otros almidones posee las características físico-químicas deseadas para la elaboración de biopolímeros.

- Una vez realizado los análisis previos, las concentraciones óptimas de almidón fueron de 4 a 7 % en la cual obtuvieron las características deseadas, a más de 7% la solución se forma una pasta que no permite verter en los moldes, la concentración de plastificante tuvo un rango de 2, 4 y 6%, que al estudiarlos los biopolímeros que contienen 2% de plastificante aportaron mejores propiedades que los que contienen mayor porcentaje.

- Las pruebas mecánicas de los biopolímeros como espesor, resistencia, elongación y temperatura de fusión, según el ADEVA, los tratamientos que poseen las mejores características antes mencionadas son los que poseen un alto % de almidón (6-7%) y menor (2-4 %) de plastificante, mencionando que el tratamiento 10 (7/2) fue el mejor tratamiento.

- Con la utilización de los biopolímeros como recubrimientos estos actúan como barrera de gases, permitiendo conservar los frutos por un prolongado periodo de tiempo, en este caso obtuvieron mejores resultados en cuanto a las características bromatológicas y organolépticas, los frutos

conservados con el biopolímero que tiene mejores características mecánicas T10 (7-2) que se mantuvo durante 5 días, permitiendo seguir su proceso bioquímico como la maduración muy lentamente, que a diferencia de los frutos expuestos a la intemperie, esta tuvo mejores resultados permitiendo conservar mejor el fruto.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Elaborar los biopolímeros con otros compuestos que hacen más resistentes a la misma, además de adicionar compuestos antibacterianos que permitan al fruto durar por más tiempo evitando el crecimiento de hongos.

- Diseñar un método diferente de conservación de los frutos con el biopolímero, disminuyendo el uso de envases derivados del petróleo.

- Realizar otros estudios de los biopolímeros elaborados de almidón de achira con relación a la resistencia al agua (Hidrofobicidad), baja permeabilidad de los gases (polaridad hidrofilicidad) y degradación controlada de la misma.

CAPÍTULO VII

7. RESUMEN

El presente estudio se fundamenta en la elaboración de un biopolímero con la utilización de almidón de achira, y plastificante, con la finalidad de presentar una alternativa para la conservación de los frutos de arazá, un fruto climatérico con una alta tasa de respiración, y considerado altamente perecible, usando éstas como empaque ante barrera de masa y gases formando un tipo de atmósfera modificada, conservando el fruto por un prolongado periodo de tiempo, manteniendo las características químicas y organolépticas del fruto.

El Factor que se estudió para la formación de biopolímeros fue la concentración de almidón y de plastificante, para este fin se utilizó el Diseño completamente Al azar (DCA), con arreglo factorial de 4x3 con tres repeticiones por tratamiento, una vez obtenido los biopolímeros se estudiaron las características mecánicas, los análisis estadísticos que se utilizaron fueron, la prueba de Tukey al 0.05 % de probabilidad, para los análisis mecánicos y las variables bromatológicas de los frutos de arazá, para los análisis fisicoquímicos del almidón y las variables organolépticas de los frutos se realizaron con la Prueba no Paramétrica de Kruskall Wallis.

Se prepararon mezclas con 4 niveles de almidón y tres niveles de glicerina, en agua, adicionando también vinagre, donde se obtuvieron buenos resultados en cuanto a propiedades mecánicas los biopolímeros que tenían más concentración de almidón y menor cantidad de glicerina (7% de almidón y 2% glicerina), siendo los mismos que al cubrirlos en un envase como empaque, conservaron mejor el fruto de arazá manteniendo las

características organolépticas y bromatológicas, no siendo así con los frutos expuestos a la intemperie.

Palabras clave: Biopolímeros, achira, almidón, conservación, arazá, concentración, propiedades mecánicas.

CAPÍTULO VIII

8. SUMARY

This study is based on the elaboration of a biopolymer using achira starch and plasticizer, aiming to present an alternative for the conservation of the arazá fruit, a climacteric fruit with a high rate of breathing, and considered highly perishable, using these as a package before mass barrier and gases forming a type of modified atmosphere preserving the fruit for a long period of time, maintaining the chemical and organoleptic characteristics of the fruit.

The Factor that was studied for the formation of biopolymers was the concentration of starch and plasticizer, for this purpose the design completely at random (DCA), in accordance with 4 x 3 factorial with three replications per treatment was used, retrieved once biopolymers studied mechanical characteristics, statistical analyses used were, the Tukey test at the 0.05% probability for the mechanical analysis and bromatological variables of the arazá fruit, starch physicochemical analyses and organoleptic variables of the fruits were made with non-parametric of Kruskall Wallis test.

Prepared mixes with 4 levels of starch and three levels of Glycerin, water, also adding vinegar, where obtained good results in terms of mechanical properties of biopolymers which had more concentration of starch and less amount of Glycerin (7% starch and 2% glycerin), being that by covering them in a container like packaging, better preserved fruit arazá maintaining the organoleptic and bromatological properties even along with the fruits exposed to weather.

Keywords: Biopolymers, achira, starch, conservation, arazá, concentration, mechanical properties.

CAPÍTULO IX

9. BIBLIOGRAFÍA

Achira., A. D. (10 de Junio de 2010). *Buenas Tareas*. Recuperado el 5 de Mayode 2013, de http://www.buenastareas.com/ensayos/Almid%C3%B3n-De-Achira/942058.html

Aguilar Méndez, M. Á. (2005). *Instituto Politecnico Nacional.* Obtenido de http://azul.bnct.ipn.mx

Akamine, E. G. (1979). Respiration and ethylene production in fruits of species and cultivars of Psidium and species of Eugenia. J. Am. Soc. Hort. Sci. 98: 381-383.

Arevalo, K., Alemán, M., Rojas, G., & Morales, L. (2010). *Películas biodegradables a partir de residuos cítricos: propuesta de empaques activos.* Recuperado el Noviembre de 22 de 2013, de Instituto de EcologiaI NECOL: http://www3.inecol.edu.mx/solabiaa/ARCHIVOS/documentos/relbaa/arevalo_et_al_revlatinoambiotecnolambalgal_v1n2.pdf

Arvanitoyannis, I. (1998). Chitosan and gelatin based edible films: state diagrams, mechanical and permeation properties. Carbohydrate polymers.

Avedaño, G. (2009). *Diseño y evaluación de las propiedades mecánicas y de barrera de un biopolímero obtenido a partir de almidón de papa para ser empleado en empaques para alimentos.* Recuperado el 20 de

Noviembre de . 2013, de SIWEV - Grupo de Investigación en Desarrollo del Centro Inteligente e Inteligencia Artificial: Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Abierta y A Distancia, Duitama. http://www.siwev.net/ebookswf/cadenas/disevapropmecbarrbiopolimero/files/publication.pdf

Bello, P., Contreras, S., Romero, R., & Solorza, J. A. (2002). *Propiedades Químicas y Funcionales de Almidón Modificado de Plátano(Var.Macho).* Recuperado el 2013 de Noviembre de 18, de Red de Revistas Científicas de América latina y el Caribe, España y Portugal: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30236204

Biopelículas comestibles. (2007). Recuperado el 17 de 2 de 2014, de http://www.sabermas.umich.mx/archivo/secciones-anteriores/articulos/47-numero-6/93-ibiopeliculas-comestibles.html

Braverman, J. (1980). Introduccion a la bioquimica de alimentos. En J. B. Braverman, *Introduccion a la bioquimica de alimentos.* El manual moderno.

Cáceres, I., Mulkay, T., Rodriguez, J., & Paumier, A. (S.A). *Conservación de Productos Hortofrutícolas.* Recuperado el 13 de Diciembre de 2013, de Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical: http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5012/cuf0127s.pdf

Calero, F. (Enero de 2006). *El envasado en atmosferas modificadas mejora la calidad de consumo de productos hortofrutícolas intactos y minimamente procesados en fresco.* Obtenido de Revista Iberoamericana de Poscosecha: http://www.redalyc.org/pdf/813/81370202.pdf

Carmona, V. (2001). Rol de la temperatura en el almacenamiento de los productos. Guía técnica postcosecha No. 5. *Consejo Nacional de Producción. (CNP). Costa Rica sp*.

Castro, A., & Gómez, J. (2012). Recuperado el 12 de Diciembre de 2014

Charley, H. (1989). *Tecnología de alimentos.* México: Acribia.

Chavez, A., & Mugridge, A. (1998). Empleo de peliculas Biodegradables y Biosintegrables en la Conservacion de Frutos. *Centro de Investigacion de Desarrollo en Criotecnologia de Alimentos.*

Chen, J., & Jane, J. (1994). Preparation of granular cold-water-solu-ble starches prepared by alcoholic-alkaline treatment.

CIAT. (1996). Valoracion de las amiláceas "no cereales" cultivadas en los paises andinos. Cali.

Clifford, M. 2. (2000). Review. Anthocyanins – nature, occurrence and.

FAO, Pro Tempore. (1999). Manual Técnico de arazá. Venezuela, Chile.

Garcia, A., & Martino, M. N. (2000). Microstructural characterization of plasticized starch-based films.Starch/Starke.

Gómez, D., & Silva, M. (2012). *Escuela Superior Politecnica del Litoral.* Recuperado el 28 de Febrero de 2014, de https://espol.edu.ec

Gómez, E. (2008). recubrimiento para frutas y hortalizas V curso internacional de tecnología postcosecha y procesado mínimo.

Gontard, N., Guilbert, S., & Cuq, J. L. (1993). Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *Journal of Food Science.*

Guarinoni, A. (2000). Efecto del estado de madurez de los frutos a la cosecha sobre su conservación.

Hawthorn., J. (1983). *Fundamentos de la Ciencia de Alimentos.* Zaragoza: Acribia.

Hernandez, M. S., Barrera, J. A., & Carrillo, M. (2006). Arazá. Instituto Amazonico de Investigaciones Científicas SINCHI.

Hernández, M. S., Barrera, j., & Luz, M. (s.a.). *Fisiologia Pst-cosecha.* Recuperado el 17 de 02 de 2014, de Repositorio digital Universidad Nacional de Colombia: http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11_Cap09.pdf

Hernández, M. S., Barrera, J., & Malgarejo, L. M. (16 de Diciembre de 2010). Fisilogía Poscosecha- Frutos Climatéricos. Bogotá, Bogotá, Colombia.

Hernández, M. y.-T., & ., M. S. (2004). *usna.usda.gov/hb66/029araza.pdf.* Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de Arazá fruit. Postharvest quality maintenance guidelines.

Herrero, A., & Guardia., J. (1992). Conservación de Frutos. . *Ed. Mundi Prensa, Madrid*, p.29-56.

Hortensteiner, S. (2006). Chlorophyll degradation during senescence. *Ann. Rev. Plant Biol.* , 57: 55-77.

http://www.sip.ipn.mx/Paginas/Principal.aspx. (s.f.). *Instituto Politécnico Nacional.* Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de Secretaria de investigacion y Posgrado: http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos_anexo/20060298_4000.pdf

INIAP. (12 de 12 de 2011). *El Productor.com.* Recuperado el 23 de 09 de 2013, de http://elproductor.com/2011/12/12/el-araza-un-frutal-alternativo-para-la-amazonia-ecuatoriana/

Kant, E., & Del Rio, A. (2012). Biopelículas Comestibles. *Saber Más*.

Lazaridou, C., & Biliaderis, G. (2003.). Molecular weight effects on solution rheology of pullulan and mechanical properties of its films Carbohydrate Polymer 52(2). *Biopolymers Naturals Used in Biodegradable*, 151-166.

Lee, K. Y., & Shim, J. a. (2004). Mechanical properties of gellan and gelatin composite films. Carbohydrate polymers. 56,251,254.

López, O. V. (2011). Desarrollo, caracterización y aplicación de envases biodegradables a partir de almidón. *Universidad Nacional de la Plata*.

Mali, S., Sakanaka, F., Yamashita, & Grossmann, E. (2005). . Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. Carbohydr. *Redalyc*, Mali, S., L. S. Sakanaka, F. Yamashita, and M. V. E. Grossmann.

Martínez Hernández, N. B., & Vásquez Escobar, M. (2009). *Universidad Veracruzana.* Obtenido de Repositorio digital: http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/938/1/Miriam%20Vazquez%20Escobar.pdf

Martínez, J. P. (26 de Septiembre de 2011). *Botanofilia*. Obtenido de http://botanofilia.blogspot.com/2011/09/eugenia-stipitata.html

Mercado-Silva, E. B.-B.-V. (1998). Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. *Postharvest Biol. Technol*, 13: 143-150.

Ospina, S., & Régulo, J. (2008). *Frutas y hortalizas, en: Envasado de los Alimentos en Atmósfera Modificada.* Recuperado el 2013 de Diciembre de 4, de Revista Lasallista de Investigación: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492008000200014&script=sci_arttext

Parra, D., C., T. C., & Ponce, P. a. (2004). Mechanical properties and vapor transmission in some blends of cassava starch edible films. Carbohydrate polymers. 58, 475, 481.

Peinado, S. (30 de Agosto de 2010). *Vetónica*. Recuperado el 17 de 12 de 2013, de http://www.vitonica.com/alimentos/la-importancia-del-calcio-en-nuestra-dieta

Pérez, B., & Baéz, R. (2003). Utilización de ceras comestibles en la conservacion de frutas, Alimentaria Julio, Agosto.

Pinedo, P., Ramírez., N., & Blasco., L. (1981). Preliminary notes concerning the arazá (Eugenia stipitata), native fruit of the Peruvian Amazonia. M.A.A./INIA/IICA. Misc.

Rodríguez, D. (2 de 09 de 2009). *Herbario Virtual.* Recuperado el 10 de 09 de 2013, de http://diego8695.blogspot.com/2009/09/eugenia-stipitata-clasificacion.html

Rodríguez, S. (2005). *Evaluación sensorial de vegetales frescos y minimamente procesados.* Recuperado el 21 de Septiembre de 2013, de Universidad Nacional de Cuyo. Artículo Científico: http://www.fcai.uncu.edu.ar/upload/29atc-rodriguez-unse.pdf

Rubio, M., & Guerrero, J. (2012). Polímeros Utilizados para la elaboracion de biopeliculas. *Temas Selectos de Ingenieria de alimentos*.

Ruiz Aviléz, G. (2006). Obtención y Caracterizacion de un polímero biodegradable a parir del almidón de yuca. *Ingenieria y Ciencia*.

Salas, J. C. (2007). Caracterización morfológica del granulo del almidon nativo; Apariencia, Tamaño, Forma y su distribucion. *Redalyg org*, 5-6.

Salinas Hernández, R., Pirovani, M., Gardea, A., & González, G. (2010). *Cambios fisicoquimicos y sensoriales limitantes de la vida de anaquel de mango fresco cortado.* Recuperado el 9 de Enero de 2014, de Revista Fitotecnia Mexicana: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802010000300005&script=sci_arttext

Sancho, J., Bota, E., & De Castro, J. J. (2002). *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. Ed Alfaomega.* Sragoza, España.

Taylor, M., & Ramsay, G. (2005). Carotenoid biosynthesis in plant storage organs: recent advances and prospects for improving plant food quality. *Physiol*, 124:143-51.

Tharanathan, R. (2003). Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Food Science and Technology*, 14:71-78.

Toledo Romanieko, D. A. (Diciembre de 2009). *Determinación del valor nutritivo y funcional de tres clones seleccionados de arazá (Eugenia stipitata) y seis de borojó (Borojoa patinoi), y evaluación del proceso para la obtención de pulpas pasteurizadas y congeladas.* Recuperado el 10 de Enero de 2014, de Repositorio Escuela Politécnica: http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1682

Torres, E. (2012). *Liceo Ciencia y Tecnologia.* Recuperado el Febrero de 2014, de http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd

=1&cad=rja&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.liceociencia ytecnologia.com%2Fapp%2Fdownload%2F3654817952%2FGUIADE~ 1%2B%281%29.DOC.doc%3Ft%3D1311087214&ei=sDAVU_XnDpLH 0gGNg4HACg&usg=AFQjCNFOCXeh

Villada, H., Acosta, H., & Velasco, R. (11 de Enero de 2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *Biopolímeros*.

Villada, H., Acosta, H., & Velasco, R. (2008). Investigación de almidones termoplásticos, precursores de productos biodegradables. *Acielo*, 7.

Zamudio, P., Bello, L., Vargas, A., Hernández, J., & Uribe, C. (2007). Caracterización parcial de películas preparadas con almidón oxidado de plátano. *Redalyc Org*.

Zaruma, F. d., & Pazto, M. (2012). *http//: repositorio utn.edu.ec.* Recuperado el Enero de 2014, de www.ueb.edu.ec: http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/1550/1/0.49%20AI.pdf

CAPÍTULO X

10. ANEXOS

10.1. Anexo 1. Análisis proximales de almidón de achira

Propiedades fisicoquímicas del almidón			
Análisis	Réplicas		
	R1	R2	R3
Humedad (%)	11,6	8,44	9,02
Ceniza (%)	0,53	0,05	0,04
Fibra (%)	ND	ND	ND
Proteína (%)	0,23	0,8	0,48
Grasa (%)	0,64	0,55	0,8

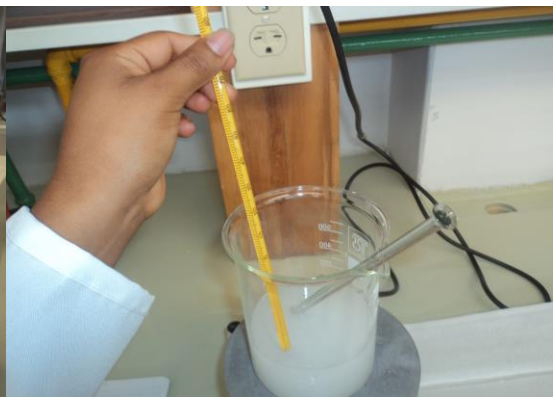
10.2. Anexo 2. Microscopia óptica

10.2.1. Tamaño de los gránulos de almidón

Tamaño		Almidones			
Campo	**Mediciones**	**Achira (µm)**	**Maíz (µm)**	**Yuca (µm)**	**Papa (µm)**
1	1	11,8	**10,9**	**18,7**	**42,8**
	2	15,3	**9,7**	**11,3**	**19,3**
	3	17	**13,1**	**17,8**	**15,7**
	4	14,8	**9,5**	**12**	**18,8**
2	1	10,9	**8,5**	**19,4**	**18,7**
	2	19,2	**10,5**	**14,1**	**24,3**
	3	12,3	**10,1**	**13,3**	**17,4**
	4	16,6	**13,8**	**17,1**	**44,7**
3	1	13,2	**10,5**	**17,3**	**44,9**
	2	14,2	**12,3**	**12,9**	**16,2**
	3	14,6	**14,6**	**18,2**	**15,7**
	4	12,6	**15,4**	**17,2**	**20,2**

10.3. Anexo 3. Elaboración del biopolímero

Materiales y aditivos



Gelatinización del almidón

Vaciado del biopolímero

Homogenización del biopolímero

Secado del biopolímero

Pesado del fruto

Conservación del fruto

Muestras para los análisis

10.4. Anexo 4. Análisis estadístico de las propiedades mecánicas biopolímeros.

H:\TABLA BIOPOLIMEROS.IDB2: 07/02/2014 - 21:07:19

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
ESPESOR	36	0,97	0,96	9,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8386,10	11	762,37	74,02	<0,0001
ALMIDÓN	8016,03	3	2672,01	259,42	<0,0001
GLICERINA	210,76	2	105,38	10,23	0,0006
ALMIDÓN*GLICERINA	159,31	6	26,55	2,58	0,0452
Error	247, 20	24	10, 30		
Total	8633, 30	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=9, 44807

Error: 10,3000 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.						
7	2	53,30	3	1,85	A					
7	6	52,87	3	1,85	A	B				
7	4	50,98	3	1,85	A	B				
6	6	43,77	3	1,85		B	C			
6	4	40,63	3	1,85			C	D		
6	2	35,77	3	1,85			C	D		
5	6	33,03	3	1,85				D		
5	2	23,20	3	1,85					E	
5	4	21,30	3	1,85					E	F
4	6	14,90	3	1,85					E	F
4	4	12,17	3	1,85						F
4	2	10,87	3	1,85						

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RESISTENCIA (N)	36	0,99	0,99	4,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1048,91	11	95,36	213,22	<0,0001
ALMIDÓN	1029,97	3	343,32	767,68	<0,0001
GLICERINA	3,56	2	1,78	3,98	0,0322
ALMIDÓN*GLICERINA	15,38	6	2,56	5,73	0,0008
Error	10, 73	24	0, 45		
Total	1059, 64	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=1, 96873

Error: 0,4472 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.						
7	2	20,90	3	0,39	A					
7	4	20,07	3	0,39	A	B				
7	6	19,43	3	0,39	A	B	C			
6	4	18,63	3	0,39		B	C	D		
6	6	17,70	3	0,39			C	D	E	
5	2	17,63	3	0,39			C	D	E	
6	2	16,67	3	0,39				D	E	F
5	4	15,83	3	0,39					E	F
5	6	15,30	3	0,39						F
4	4	6,53	3	0,39						
	G									
4	6	5,93	3	0,39						
	G									
4	2	5,80	3	0,39						
	G									

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
ELONGACIÓN (%)	36	0,72	0,59	3,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1267,42	11	115,22	5,58	0,0002
ALMIDÓN	730,08	3	243,36	11,79	0,0001
GLICERINA	334,50	2	167,25	8,10	0,0020
ALMIDÓN*GLICERINA	202,83	6	33,81	1,64	0,1801
Error	495, 33	24	20, 64		
Total	1762, 75	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=13, 37419

Error: 20,6389 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.			
7	6	146, 67	3	2, 62	A		
7	4	140, 33	3	2, 62	A	B	
5	4	137, 67	3	2, 62	A	B	
6	6	133, 67	3	2, 62	A	B	C
7	2	133, 00	3	2, 62		B	C
4	6	131, 33	3	2, 62		B	C
5	2	131, 00	3	2, 62		B	C
5	6	131, 00	3	2, 62		B	C
6	4	130, 33	3	2, 62		B	C
4	4	129, 33	3	2, 62		B	C
6	2	127, 67	3	2, 62		B	C
4	2	123,00	3	2,62			C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R²	R² Aj	CV
T° DE FUSIÓN (°C)	36	0,89	0,84	2,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2271,00	11	206,45	17,70	<0,0001
ALMIDÓN	727,22	3	242,41	20,78	<0,0001
GLICERINA	90,17	2	45,08	3,86	0,0351
ALMIDÓN*GLICERINA	1453,61	6	242,27	20,77	<0,0001
Error	280, 00	24	11, 67		
Total	2551, 00	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=10, 05536

Error: 11,6667 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.					
6	2	173,67	3	1,97	A				
5	6	173,33	3	1,97	A				
6	4	166,33	3	1,97	A	B			
7	4	162,67	3	1,97		B	C		
5	4	162,33	3	1,97		B	C	D	
7	6	160,33	3	1,97		B	C	D	E
4	4	155,00	3	1,97			C	D	E
5	2	153,00	3	1,97			C	D	E
6	6	152,33	3	1,97				D	E
4	2	152,33	3	1,97				D	E
7	2	152,00	3	1,97					E
4	6	150,67	3	1,97					E

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

10.5. Anexo 5. Análisis estadístico de las variables bromatológicas del fruto de arazá.

H:\TABLA ARAZA.IDB2: 06/02/2014 - 19:27:09

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
HUMEDAD TOTAL (%)	36	1,00	0,99	0,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	289,30	11	26,30	567,16	<0,0001
ALMIDÓN	229,57	3	76,52	1650,19	<0,0001
GLICERINA	32,36	2	16,18	348,89	<0,0001
ALMIDÓN*GLICERINA	27,38	6	4,56	98,39	<0,0001
Error	1, 11	24	0, 05		
Total	290, 42	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 28002

Error: 0,0464 gl: 24

ALMIDÓN	Medias	n	E. E.				
7	90,74	9	0,07	A			
6	89,51	9	0,07		B		
5	88,75	9	0,07			C	
4	84,07	9	0,07				D

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 21956

Error: 0, 0464 gl: 24

GLICERINA	Media	n	E. E.			
2	89,30	12	0,06	A		
4	88,50	12	0,06		B	
6	87,01	12	0,06			C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 63395

Error: 0, 0464 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.							
5	2	91,58	3	0,12	A						
7	4	90,96	3	0,12	A	B					
7	2	90,76	3	0,12		B					
6	2	90,51	3	0,12		B					
7	6	90,50	3	0,12		B					
6	4	89,79	3	0,12			C				
6	6	88,23	3	0,12				D			
5	4	87,79	3	0,12				D			
5	6	86,89	3	0,12					E		
4	4	85,45	3	0,12						F	
4	2	84,34	3	0,12							G
4	6	82,42	3	0,12							H

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
MATERIA SECA (%)	36	1,00	0,99	1,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	289,30	11	26,30	567,16	<0,0001
ALMIDÓN	229,57	3	76,52	1650,19	<0,0001
GLICERINA	32,36	2	16,18	348,89	<0,0001
ALMIDÓN*GLICERINA	27,38	6	4,56	98,39	<0,0001
Error	1, 11	24	0, 05		
Total	290, 42	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 63395

Error: 0,0464 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.							
4	6	17,58	3	0,12	A						
4	2	15,66	3	0,12		B					
4	4	14,55	3	0,12			C				
5	6	13,11	3	0,12				D			
5	4	12,21	3	0,12					E		
6	6	11,77	3	0,12					E		
6	4	10,21	3	0,12						F	
7	6	9,50	3	0,12							G
6	2	9,49	3	0,12							G
7	2	9,24	3	0,12							G
7	4	9,04	3	0,12							G
5	2	8,42	3	0,12							
	H										

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
PROTEÍNA (%)	36	0,70	0,56	7,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,56	11	3,23	5,00	0,0005
ALMIDÓN	15,80	3	5,27	8,14	0,0007
GLICERINA	15,00	2	7,50	11,60	0,0003
ALMIDÓN*GLICERINA	4,76	6	0,79	1,23	0,3271
Error	15, 52	24	0, 65		
Total	51, 07	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=2, 36703

Error: 0,6465 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.		
6	2	12,65	3	0,46	A	
7	4	12,53	3	0,46	A	
6	4	12,41	3	0,46	A	
4	2	12,24	3	0,46	A	
7	2	11,85	3	0,46	A	B
6	6	11,37	3	0,46	A	B
5	2	11,23	3	0,46	A	B
7	6	10,87	3	0,46	A	B
5	4	10,54	3	0,46	A	B
4	4	10,50	3	0,46	A	B
4	6	9,78	3	0,46		B
5	6	9,75	3	0,46		B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R²	R² Aj	CV
FIBRA (%)	36	0,95	0,93	1,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,72	11	1,34	41,76	<0,0001
ALMIDÓN	2,53	3	0,84	26,36	<0,0001
GLICERINA	3,98	2	1,99	62,11	<0,0001
ALMIDÓN*GLICERINA	8,21	6	1,37	42,69	<0,0001
Error	0, 77	24	0, 03		
Total	15, 49	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 52701

Error: 0,0320 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.				
7	4	11, 83	3	0, 10	A			
7	2	11, 52	3	0, 10	A	B		
4	2	11, 31	3	0, 10	A	B		
6	6	11, 27	3	0, 10		B		
5	2	11, 22	3	0, 10		B		
4	4	10, 68	3	0, 10			C	
6	4	10, 51	3	0, 10			C	
5	4	10, 50	3	0, 10			C	
6	2	10,25	3	0,10			C	D
7	6	10,23	3	0,10			C	D
4	6	9,92	3	0,10				D
5	6	9,75	3	0,10				D

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R²	R² Aj	CV
GRASA (%)	36	0,96	0,95	2,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,43	11	2,86	57,46	<0,0001
ALMIDÓN	19,76	3	6,59	132,46	<0,0001
GLICERINA	10,42	2	5,21	104,78	<0,0001
ALMIDÓN*GLICERINA	1,25	6	0,21	4,19	0,0051
Error	1, 19	24	0, 05		
Total	32, 63	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 65652

Error: 0,0497 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.							
6	2	12,59	3	0,13	A						
6	4	12,19	3	0,13	A	B					
7	2	11,60	3	0,13		B	C				
6	6	11,25	3	0,13			C	D			
7	4	10,81	3	0,13				D	E		
5	2	10,64	3	0,13				D	E		
4	2	10,48	3	0,13					E		
5	4	10,41	3	0,13					E		
4	4	10,33	3	0,13					E	F	
4	6	9,72	3	0,13						F	G
7	6	9,61	3	0,13							G
5	6	9,59	3	0,13							G

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R²	R² Aj	CV
CENIZA (%)	36	0,73	0,61	8,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,20	11	0,20	5,92	0,0001
ALMIDÓN	0,45	3	0,15	4,43	0,0129
GLICERINA	0,68	2	0,34	10,06	0,0007
ALMIDÓN*GLICERINA	1,07	6	0,18	5,29	0,0013
Error	0, 81	24	0, 03		
Total	3, 01	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 54121

Error: 0,0338 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.				
4	2	2,70	3	0,11	A			
7	6	2,68	3	0,11	A			
7	2	2,45	3	0,11	A	B		
5	2	2,45	3	0,11	A	B		
4	4	2,35	3	0,11	A	B	C	
6	4	2,28	3	0,11	A	B	C	
6	2	2,28	3	0,11	A	B	C	
7	4	2,24	3	0,11	A	B	C	
5	4	2,22	3	0,11	A	B	C	
6	6	2,03	3	0,11		B	C	
4	6	1,95	3	0,11		B	C	
5	6	1,89	3	0,11			C	

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R²	R² Aj	CV
MATERIA ORGÁNICA (%)	36	0,76	0,65	0,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,29	11	0,21	6,92	<0,0001
ALMIDÓN	0,57	3	0,19	6,31	0,0026
GLICERINA	0,74	2	0,37	12,31	0,0002
ALMIDÓN*GLICERINA	0,98	6	0,16	5,43	0,0011
Error	0, 72	24	0, 03		
Total	3, 01	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 51073

Error: 0,0301 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.					
5	6	98,11	3	0,10	A				
4	6	98,05	3	0,10	A	B			
6	6	97,97	3	0,10	A	B	C		
6	4	97,84	3	0,10	A	B	C		
5	4	97,78	3	0,10	A	B	C		D
7	4	97,76	3	0,10	A	B	C		D
6	2	97,72	3	0,10	A	B	C		D
4	4	97, 65	3	0, 10	A	B	C		D
5	2	97, 55	3	0, 10		B	C		D
7	2	97, 51	3	0, 10			C		D
7	6	97, 32	3	0, 10					D
4	2	97,30	3	0,10					D

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R²	R² Aj	CV
CALCIO (%)	36	0,82	0,73	10,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	11	1,4E-03	9,71	<0,0001
ALMIDÓN	2,5E-03	3	8,5E-04	5,76	0,0041
GLICERINA	0,01	2	4,9E-03	32,96	<0,0001
ALMIDÓN*GLICERINA	3,5E-03	6	5,8E-04	3,93	0,0071
Error	3,5E-03	24	1,5E-04		
Total	0,02	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03572

Error: 0,0001 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.				
7	2	0, 17	3	0, 01	A			
5	2	0, 14	3	0, 01	A	B		
6	2	0, 13	3	0, 01		B	C	
6	4	0, 12	3	0, 01		B	C	D
7	6	0, 12	3	0, 01		B	C	D
5	4	0, 12	3	0, 01		B	C	D
4	2	0, 12	3	0, 01		B	C	D
4	4	0, 11	3	0, 01			C	D
7	4	0, 10	3	0, 01			C	D
6	6	0,10	3	0,01			C	D
4	6	0,09	3	0,01			C	D
5	6	0,09	3	0,01				D

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R²	R² Aj	CV
FOSFORO (%)	36	0,78	0,68	10,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	11	1,7E-03	7,62	<0,0001
ALMIDÓN	0,01	3	1,9E-03	8,53	0,0005
GLICERINA	0,01	2	3,4E-03	14,98	0,0001
ALMIDÓN*GLICERINA	0,01	6	1,1E-03	4,72	0,0026
Error	0,01	24	2,3E-04		
Total	0, 02	35			

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 04443

Error: 0,0002 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.			
7	2	0, 19	3	0, 01	A		
7	6	0, 17	3	0, 01	A	B	
6	4	0, 16	3	0, 01	A	B	C
5	2	0, 16	3	0, 01	A	B	C
4	2	0, 15	3	0, 01	A	B	C
6	2	0, 15	3	0, 01		B	C
6	6	0, 13	3	0, 01		B	C
7	4	0,13	3	0,01		B	C
4	4	0,12	3	0,01			C
4	6	0,12	3	0,01			C
5	4	0,12	3	0,01			C
5	6	0,12	3	0,01			C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R²	R² Aj	CV
A. REDUCTORES (%)	36	0,73	0,60	11,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	11	0,01	5,84	0,0002
ALMIDÓN	0,01	3	1,7E-03	1,55	0,2273
GLICERINA	0,04	2	0,02	18,36	<0,0001
ALMIDÓN*GLICERINA	0,02	6	4,1E-03	3,80	0,0083
Error	0,03	24	1,1E-03		
Total	0,09	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09652

Error: 0,0011 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.			
7	2	0,37	3	0,02	A		
5	2	0,37	3	0,02	A		
6	2	0,34	3	0,02	A	B	
6	4	0,30	3	0,02	A	B	C
7	6	0,30	3	0,02	A	B	C
4	2	0,29	3	0,02	A	B	C
5	6	0,29	3	0,02	A	B	C
4	4	0,29	3	0,02	A	B	C
4	6	0,27	3	0,02		B	C
5	4	0,26	3	0,02		B	C
7	4	0,25	3	0,02		B	C
6	6	0,22	3	0,02			C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R²	R² Aj	CV
A. TOTALES (%)	36	0,79	0,70	8,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,18	11	0,02	8,42	<0,0001
ALMIDÓN	0,04	3	0,01	6,91	0,0016
GLICERINA	0,05	2	0,03	14,17	0,0001
ALMIDÓN*GLICERINA	0,08	6	0,01	7,27	0,0002
Error	0,05	24	1,9E-03		
Total	0,23	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12963

Error: 0,0019 gl: 24

ALMIDÓN	GLICERINA	Medias	n	E. E.				
7	2	0, 66	3	0, 03	A			
5	2	0, 60	3	0, 03	A	B		
7	6	0, 59	3	0, 03	A	B	C	
6	2	0, 56	3	0, 03	A	B	C	
4	4	0, 56	3	0, 03	A	B	C	
5	4	0, 54	3	0, 03	A	B	C	
6	4	0, 52	3	0, 03		B	C	
4	2	0, 49	3	0, 03		B	C	D
6	6	0, 49	3	0, 03		B	C	D
5	6	0, 47	3	0, 03		B	C	D
7	4	0, 46	3	0, 03			C	D
4	6	0,38	3	0,03				D

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

10.6. Anexo 6 Metodología de T° de gelatinización, pH, viscosidad

10.6.1. Temperatura de gelatinización

Técnica usada (Grace, 1977)

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría; cuando se calientan en solución a temperaturas altas alcanzan una temperatura específica en la cual se inicia el hinchamiento de los gránulos. Esta temperatura es llamada temperatura de gelatinización.

Preparación de la muestra

Cada cinco costales de 25 kg tomar muestras al azar, mezclar bien, cuartear, moler y tomar 100 g de almidón.

Materiales y equipos

- Balanza analítica con una precisión de 0,01 g
- Plancha de calentamiento
- Vasos de precipitado de vidrio de 100 y 250 ml
- Frascos volumétricos de 100 ml.
- Pinzas de acero inoxidable
- Termómetro con escala de 0-100 °C

Análisis

Pesar 10 g de almidón (bs) disolver en agua destilada y completar a 100 ml. Calentar agua en un vaso de precipitado de 250 ml a 85 °C. Tomar 50 ml. de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 ml. Introducir el vaso de precipitado con la muestra en el agua a 85 °C. Agitar con el termómetro constantemente la suspensión de almidón hasta que se forma una pasta y la temperatura permanezca estable por unos segundos. Leer la temperatura de gelatinización.

Cálculos e interpretación de los resultados

La temperatura de gelatinización se lee directamente en el termómetro.

Valores de referencia

El valor de la temperatura de gelatinización en almidones de yuca varía entre 57,5-70ºC.

10.6.2. Acidez titulable y pH

Técnica usada (ISI, 1999)

El valor de pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una muestra, mientras que la acidez titulable es una medida de la cantidad de ácido presente. El pH es medido con un medidor de pH y la acidez titulable es determinada por titulación con hidróxido de sodio en el cambio final con fenolftaleína y es calculado por la presencia de ácidos presentes como ácido láctico.

Preparación de la muestra

Cada cinco costales de 25 kg tomar muestras al azar, mezclar bien, cuartear y moler 100 g de almidón.

Materiales y equipos

- Balanza analítica con una precisión de 0,01 g
- Medidor de pH (rango de 0 a 14)
- Bureta de 25 ml.
- Erlenmeyer de vidrio de 250 ml
- Balones volumétricos de 100 y 200 ml.
- Probeta
- Agitador magnético
- Embudo
- Soluciones tampón de pH 4,0 y 7,0
- Hidróxido de sodio 0,1 M
- Fenolftaleína 1 por ciento (p/v en etanol)
- Etanol
- Agua destilada

Análisis

Medida del pH

Calibrar el medidor de pH con las soluciones tampón pH 4,0 y pH 7,0

Mezclar 20,0 g de almidón en base seca con 100 ml de agua destilada (previamente hervida para eliminar el CO2) durante 15 minutos filtrar a través de un papel filtro Whatman N°1 tomar una alícuota y medir el pH con una cifra decimal

Cálculos e interpretación de los resultados

El valor del pH y de la acidez titulable son buenas medidas del grado de fermentación del almidón. El pH disminuye a 4,0 cuando sucede una fermentación ácida. El crecimiento de hongos libera amoníaco e incrementa el valor del pH.

Valores de referencia

El valor del pH en un almidón nativo debe estar entre 6,0-6,5.

La acidez titulable debe estar entre 2,2 × 10-3 y 5 × 10-3 meq de ácido láctico/g de almidón.

10.6.3. Viscosidad brookfield

Técnica usada (ISI, 2002)

La viscosidad de un gel de almidón preparado por calentamiento indirecto es medida como una fuerza de torsión sobre una aguja rotante con temperatura y velocidad constante.

Preparación de la muestra

Cada cinco costales de 25 kg tomar muestras al azar, mezclar bien, cuartear, moler y tomar 100 g de almidón.

Materiales y equipos

- Balanza analítica con una precisión de 0,01g
- Viscosímetro Brookfield modelo DV-II (Lamina 41)
- Aguja para el Brookfield N° 21
- Baño de agua con temperatura constante
- Balón volumétrico de 500 ml
- Vaso de precipitado de vidrio de 1 000 ml
- Plancha con agitador
- Magneto
- Termómetro

Análisis

Pesar 25,0 g de almidón en base seca, disolver en agua destilada y completar a 500 ml. Colocar la suspensión en un vaso de precipitado de 1 000 ml. y calentar con agitación hasta ebullición (aproximadamente 15 minutos). Enfriar el gel hasta 25 °C y tomar una alícuota de 15 ml

Medir la viscosidad a 25 °C, con una velocidad de 10 RPM.

Cálculos e interpretación de los resultados

Reportar la viscosidad sin decimales en cent poises (cP), informar el método utilizado: la concentración de la suspensión de almidón, temperatura, velocidad y número de aguja utilizada.

Valores de referencia

En general el valor de la viscosidad en los geles de yuca con una concentración del cinco por ciento, a 25 °C, con una velocidad de 10 RPM, varía entre 840 -1 500 cP.

10.7. Anexo 7. Normas técnicas de análisis proximales

Norma Técnica Ecuatoriana	HARINA DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO	INEN 518 1980-12

OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de humedad y otras materias volátiles en las harinas de origen vegetal.

TERMINOLOGÍA

Pérdida por calentamiento. En harinas de origen vegetal y para efectos de esta norma, es la pérdida de una determinada cantidad de masa en las condiciones del presente método.

RESUMEN

El método se basa en calentar las harinas de origen vegetal a 130±3º C y pesar.

INSTRUMENTAL

Pesafiltro de vidrio, con tapa esmerilada.
Desecador, con cloruro de calcio u otro deshidratante adecuado.
Estufa, con regulador de temperatura.
Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras para el ensayo deben estar acondicionados en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente limpios para evitar que se formen espacios de aire.

La cantidad de la muestra de las harinas de origen vegetal y extraído dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.

Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces del recipiente que la contiene.

PROCEDIMIENTO

La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2 g de muestra preparada, transferida al pesafiltro y distribuirla uniformemente en su fondo.

Calentar el pesafiltro y su contenido durante una hora, en la estufa calentada a 130±3ºC sin la tapa.

Colocar la tapa con el pesafiltro antes de sacarlo y trasladarlo al desecador: tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, pesar.

Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesaje, hasta que la diferencia de masa entre los resultados de dos operaciones de pesajes sucesivas non excede de 0,1 mg.

CÁLCULOS

La pérdida por calentamiento en muestras de harina de origen vegetal se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$PC = \frac{\mathrm{m2} - \mathrm{m3}}{\mathrm{2m} - \mathrm{m1}} x100$$

Siendo:

Pc= pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa

M1= masa del pesafiltro vacío con tapa, en g.

M2= masa del pesafiltro y tapa, con la muestra sin secar, en g.

M3=masa del pesafiltro y tapa, con la muestra seca, en g.

ERRORES DE MÉTODO

La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,19%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

INFORME DE RESULTADOS

Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

En informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber incluido sobre el resultado.

Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

Norma Técnica Ecuatoriana	HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA	INEN 519 1980-12

OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de proteína en las harinas de origen vegetal.

TERMINOLOGÍA

Proteína. Es la cantidad de nitrógeno total, expresado convencionalmente como contenido de proteína y determinado mediante procedimientos normalizados.

RESUMEN

Se determina el contenido de proteína en harinas de origen vegetal mediante el método Kjeldahl y se multiplica el resultado por un factor para expresarlo como proteína.
El factor para convertir el contenido de nitrógeno a proteínas se indica en la tabla 1.

INSTRUMENTAL

Aparato Kjeldahl, para digestión y destilación.
Matraz Kjeldahl. De 650 a 800 cm^3
Matraz Erlenmeyer, de 500 cm^3
Bureta, de 50 cm^3
Probetas, de 50 y 200 cm^3.
Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.
Parafina o piedra pómez.

REACTIVOS

Ácido sulfúrico concentrado, con densidad 1,84g/cm^3 a 20ºC, exento de nitrógeno.
Solución 0,1 N de ácido sulfúrico, debidamente estandarizada.

Solución concentrada de hidróxido de sodio (Soda Kjeldahl), disolver 450 g de hidróxido de sodio sólido en agua destilada y diluir la solución hasta 1000 cm^3. La densidad relativa de la solución final debe ser mayor de 1,36 g/cm^3 a 25ºC.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras para el ensayo deben estar acondicionados en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente limpios para evitar que se formen espacios de aire.

La cantidad de la muestra de las harinas de origen vegetal y extraído dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.

Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces del recipiente que la contiene.

PROCEDIMIENTO

La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

Pesar, con aproximación al 0,1 mg, de 0,7 g a 2,2 g de la muestra y transferir al matraz Kjeldahl.

Agregar 15 g de la mezcla catalizadora sulfato de cobre, sulfato de potasio (o sulfato de sodio) anhidros. (Ver anexo A) y 25 cm^3 de ácido sulfúrico concentrado.

Agita cuidadosamente el matraz y colocarlo en la hornilla del aparato Kjeldahl. Calentar suavemente hasta que no se observe formación de espuma y luego aumentar el calentamiento, rotando el matraz frecuentemente durante la digestión, hasta el contenido del matraz se presenta cristalino e incoloro; continuar el calentamiento durante dos horas y dejar enfriar.

Agregar aproximadamente 200cm^3 de agua destilada, enfriar la mezcla hasta una temperatura inferior a 25ºC y añadir trocitos de parafina o granallas de zinc para evitar proyecciones durante la ebullición.

Inclinar el matraz con su contenido y verter cuidadosamente por sus paredes, para que se forme dos capas, 50 cm^3 de la solución concentrada de hidróxido de sodio (o mayor cantidad, si fuere necesario, para alcanzar un alto grado de alcalinidad).

Conectar el matraz Kjeldahl al condensado mediante la ampolla de destilación. El extremo de salida del condensador debe sumergirse en 50 cm^3 de solución 0,1 N de ácido sulfúrico contenido en el matraz Erlenmeyer de 500 cm^3, a la que se ha agregado unas gotas de solución alcohólica de rojo de metilo.

Agitar el matraz Kjeldahl hasta mezclar completamente su contenido y calentar.

Destilar hasta que todo el amoniaco haya pasado a la solución ácida contenida en el matraz Erlenmeyer, lo que se logra después de destilar por lo menos 150 cm^3.

Antes de retirar el matraz Erlenmeyer, lavar con agua destilada el extremo del condensador y titular el exceso de ácido contenido en el matraz Erlenmeyer con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito a partir de 7.3 para cada determinación o serie de determinaciones.

CÁLCULOS

$$P = (1{,}40)(\mathrm{F})\frac{(\mathrm{V1N1} - \mathrm{V2N2}) - (\mathrm{V3N1} - \mathrm{V4N2})}{\mathrm{m}(100 - \mathrm{H})}$$

Siendo:

P= contenido de proteínas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

V_1= volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico, empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm^3.

N_1= normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V_2= volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, empleado en la titulación, en cm^3.

N_2= normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V_3=volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm^3.

V_4= volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm^3.

M= masa de la muestra.

H= porcentaje de humedad de la muestra.

F= factor para convertir el contenido de nitrógeno a proteínas, cuyo valor para cada harina se indica en la Tabla 1.

Factor de conversión de nitrógeno a proteína

Harina de	Factor F
Trigo	5,7
Maíz	6,25
Soya	6,25
Avena	6,25
Centeno	6,25
Yuca	6,25
Cebada	6,25
Haba	6,25

ERRORES DE MÉTODO

La diferencia entre resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,10%; en caso contario debe repetirse la determinación.

INFORME DE RESULTADOS

Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra

Norma Técnica Ecuatoriana	HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACIÓN DE LA CENIZA	INEN 523 1980-12

OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de cenizas de origen vegetal

TERMINOLOGÍA

Ceniza. Es el residuo obtenido después de incinerar la muestra, dentro de las condiciones descritas en la presente norma.

RESUMEN

Incinerar la muestra a 550±15ºC y pesar el residuo que corresponde a las cenizas en las harinas de origen vegetal.

INSTRUMENTAL

Crisol de porcelana, o de otro material inalterable a las condiciones del ensayo.
Mufla, con regulador de temperatura, ajustado 550±15ºC.
Desecador, con cloruro de calcio u otro deshidratante adecuado.
Pinza, para cápsula.
Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras para el ensayo deben estar acondicionados en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio plástico u otro material inoxidable) y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

La cantidad de la muestra de harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.
Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que lo contiene.

PROCEDIMIENTO

La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla ajustada a 550±15ºC, durante 30 min. Enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.

Transferir el crisol a pesar y pesar, con aproximación al 0,1 mg, 5 g de la muestra.

Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerla allí durante pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material, lo que podrá ocurrir si el crisol se introduce directamente a la mufla.

Introducir el crisol en la mufla a 550±15ºC hasta obtener cenizas de un color gris claro. No deben fundirse las cenizas.

Sacar de la mufla el crisol con la muestra, dejar enfriar en secador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, con aproximación al 0,1 mg.

Repetir la incineración por periodo de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

CÁLCULOS

El contenido de cenizas en muestras de harinas de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente.

$$C = \frac{100(\mathrm{m3} - \mathrm{m1})}{(100 - \mathrm{H})(\mathrm{m2} - \mathrm{m1})}$$

Siendo:

C= contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

M_1= masa del crisol vacío, en g.

M_2= masa del crisol con la muestra, en g.

M_3= masa del crisol con las cenizas, en g.

H= porcentaje de humedad en la muestra.

ERRORES DE MÉTODO

La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,01% en caso contrario, debe repetirse la determinación.

INFORME DE RESULTADOS

Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

Norma técnica Ecuatoriana	HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACIÓN DE GRASA	INEN 523 1980-12

OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de grasa o extracto etéreo en harinas de origen vegetal.

RESUMEN

El contenido de materia grasa es extraído de una muestra de harina de origen vegetal mediante un solvente orgánico.

INSTRUMENTAL

Estufa con regulador de temperatura, ajustado a 100±5ºC.
Desecador, con cloruro de calcio anhidro u otro deshidratante adecuado.
Aparato de extracción soxhlet u otro similar.
Plancha eléctrica de calentamiento.
Pincel
Dedal de Soxhlet de porosidad adecuada.
Vaso de precipitación.
Espátula de acero inoxidable.
Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.

REACTIVOS

Éter Anhidro. Preparar lavando éter etílico comercial con dos o tres porciones de agua, agregar hidróxido de sodio o hidróxido de potasio sólidos y dejar en reposo hasta que toda el agua sea extraída del éter.

Transferir a un frasco que previamente ha sido limpiado con cuidado y agregar pequeños pedazos de sodio metálico; cuando ya no se observe desprendimiento de hidrógeno, guardar el éter deshidratado sobre sodio metálico en el mismo frasco, sin ajustar la tapa.

Arena purificada con ácido y calcinada, con un tamaño de grano entre 0,1 y 0,3 mm.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras para el ensayo deben estar acondicionados en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio plástico u otro material inoxidable) y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

La cantidad de la muestra de harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.

Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que lo contiene.

PROCEDIMIENTO

La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

Lavar el balón del aparato Soxhlet y secarlo en la estufa calentada a 100±5ºC, por el tiempo de una hora. Transferir al desecador y pesar, con aproximación al 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.

En el dedal de soxhlet, pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2,35 g de muestra de harina, 2 g de arena bien seca; mezclar íntimamente con la espátula, limpiando ésta con el pincel.

Colocar el dedal y su contenido en el aparato soxhlet, agregar suficiente cantidad de éter anhidro y extraer durante cuatro horas, si la velocidad de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo, o durante 16 h, si dicha velocidad es de 2 a 3 gotas por segundo.

Terminada la extracción, recuperar el disolvente por destilación en el mismo aparto y eliminar los restos de disolvente en baño María.

Colocar el balón que contiene la grasa, durante 30 min, enfriado y pesando, hasta que la diferencia entre los resultados de dos operaciones de pesajes sucesivas no exceda de 0,2 mg.

CÁLCULOS

El contenido de grasa en muestras de harina de origen vegetal, en porcentaje de masa sobre base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$\mathrm{G} = \frac{(\mathrm{m1} - \mathrm{m2})}{\mathrm{m}(100 - \mathrm{H})} x100$$

Siendo:

G = contenido de grasa en la harina de origen vegetal, en porcentaje de masa.
M = masa de la muestra, en g.
M1 = masa del balón vacío, en g.
M2 = masa de balón con grasa, en g.
H = porcentaje de humedad en la muestra.

ERRORES DE MÉTODO

La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,2%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

INFORME DE RESULTADOS

Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

10.8. Anexo 8. Análisis mecánico de biopolímeros

LABORATORIOS Y SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

RUC: 0991615844001

DATOS DEL CLIENTE			
Razón Social	Universidad Estatal Amazónica	R.U.C.	1660012180001
Nombre Representante	Ana Lucia Chafla	Nombre/Teléfono Contacto	Ileana Herrera M. (0987122817)
Dirección	Vía a napo km 2 1/2 paso lateral S/N	División	Laboratorio
Ciudad	Puyo	Recepción Muestra	25/11/2013
Teléfono	032889118	Fecha Envío	06/01/2014
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	BIOPOLIMEROS (T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T12)		
ANALISIS SOLICITADO	Espesor, Resistencia, Deformación, Temperatura de fusión		

RESULTADO ANALISIS N° 0483-13	R-CM-08

RP#1

MUESTRA	ESPESOR (µm)	RESISTENCIA (N)	ELONGACION (%)	T° FUSIÓN (°C)
T1	11,8	6,1	122	150
T2	12,6	7,5	137	155
T3	15,4	5,4	134	150
T4	24,1	18,5	137	154
T5	21,2	16	141	165
T6	35,1	15,3	129	180
T7	38,1	16,5	131	175
T8	43,5	19,5	128	165
T9	45,1	17,4	135	149
T10	58,7	21,5	133	150
T11	54,3	20,6	150	165
T12	57,4	19,8	155	158

Norma: ASTM D882-91

Ing. Ileana Herrera	Dr. Fernando Gualpa
RESPONSABLE TECNICO ANALISTA	VISTO BUENO

INIA REMEHUE Servicos Ecuador S.A. Clemente Ballén y Pichincha, Guayaquil-Ecuador

LABORATORIOS Y SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

RUC: 0991615844001

DATOS DEL CLIENTE			
Razón Social	Universidad Estatal Amazónica	R.U.C.	1660012180001
Nombre Representante	Ana Lucia Chafla	Nombre/Teléfono Contacto	Ileana Herrera M. (0987122817)
Dirección	Vía a napo km 2 1/2 paso lateral S/N	División	Laboratorio
Ciudad	Puyo	Recepción Muestra	25/11/2013
Teléfono	032889118	Fecha Envío	06/01/2014
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	BIOPOLIMEROS (T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T12)		
ANÁLISIS SOLICITADO	Espesor, Resistencia, Deformación, Temperatura de fusión		

RESULTADO ANALISIS N°0483-14	R-CM-08

RP#2

MUESTRA	ESPESOR (µm)	RESISTENCIA (N)	ELONGACION (%)	T° FUSIÓN (°C)
T1	10,6	5,2	124	152
T2	11,8	6,3	126	155
T3	15,7	6,1	131	150
T4	23,9	17,6	128	152
T5	21,9	15,8	137	163
T6	35,4	15,2	131	175
T7	37,5	16,3	128	178
T8	41,5	17,8	131	166
T9	44,4	16,9	133	151
T10	52,7	19,8	134	151
T11	51,2	19,7	137	163
T12	55,4	18,8	146	161

Norma: ASTM D882-91

Ing. Ileana Herrera	Dr. Fernando Gualpa
RESPONSABLE TECNICO ANALISTA	VISTO BUENO

INIA REMEHUE Servicos Ecuador S.A. Clemente Ballén y Pichincha, Guayaquil-Ecuador

LABORATORIOS Y SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

RUC: 0991615844001

DATOS DEL CLIENTE			
Razón Social	Universidad Estatal Amazónica	R.U.C.	1660012180001
Nombre Representante	Ana Lucia Chafla	Nombre/Teléfono Contacto	Ileana Herrera M. (0987122817)
Dirección	Vía a napo km 2 1/2 paso lateral S/N	División	Laboratorio
Ciudad	Puyo	Recepción Muestra	25/11/2013
Teléfono	032889118	Fecha Envío	06/01/2014
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	BIOPOLIMEROS (T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T12)		
ANALISIS SOLICITADO	Espesor, Resistencia, Deformación, Temperatura de fusión		

RESULTADO ANALISIS N° 0483-15	R-CM-08

RP#3

MUESTRA	ESPESOR (µm)	RESISTENCIA (N)	ELONGACION (%)	T° FUSIÓN (°C)
T1	10,2	6,1	123	155
T2	12,1	5,8	125	155
T3	13,6	6,3	129	152
T4	21,6	16,8	128	153
T5	20,8	15,7	135	159
T6	28,6	15,4	133	165
T7	31,7	17,2	124	168
T8	36,9	18,6	132	168
T9	41,8	18,8	133	157
T10	48,5	21,4	132	155
T11	47,3	19,9	134	160
T12	45,8	19,7	139	162

Norma: ASTM D882-91

Ing. Ileana Herrera	Dr. Fernando Gualpa
RESPONSABLE TECNICO ANALISTA	VISTO BUENO

INIA REMEHUE Servicos Ecuador S.A. Clemente Ballén y Pichincha, Guayaquil-Ecuador

10.9. Anexo 9. Análisis bromatológicos de arazá

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

REPORTE DE RESULTADOS

CODIGO DE MUESTRA Nº 0320

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address* — **Teléfonos** / *Telephones*

Puyo km 21/2 vía a Napo — **032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T1

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T1R1	T1R2	T1R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	84,26	84,14	84,63	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	15,74	15,86	15,37	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	10,56	10,78	11,05	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	11,43	11,12	11,38	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	10,18	10,64	10,63	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,81	2,75	2,54	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,19	97,25	97,46	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,11	0,13	0,11	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,15	0,15	0,16	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,28	0,30	0,30	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,50	0,45	0,52	AOAC/ Volumetrico

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica y Laboratorios Agropecuarios
Calle Piana 38 - E8 y Jaime [illegible]
032866-764

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address*	**Teléfonos** / *Telephones*
Puyo km 21/2 vía a Napo	**032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T2

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T2R1	T2R2	T2R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	85,15	85,44	85,75	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	14,85	14,56	14,25	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	10,30	10,46	10,75	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	10,80	10,87	10,38	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	10,24	10,30	10,46	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,60	2,15	2,31	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,40	97,85	97,69	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,10	0,12	0,10	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,12	0,12	0,13	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,28	0,30	0,28	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,56	0,54	0,58	AOAC/ Volumetrico

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Ing. Lucia Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Calle Piura 26 - 58 y Jaime Roldós
032 266 766

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address* — **Teléfonos** / *Telephones*

Puyo km 21/2 vía a Napo — **032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T3

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T3R1	T3R2	T3R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	82,15	82,65	82,46	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	17,85	17,35	17,54	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	9,65	9,86	9,84	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	10,12	9,85	9,78	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	9,76	9,75	9,65	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	1,89	1,90	2,05	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	98,11	98,10	97,95	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,09	0,10	0,09	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,14	0,11	0,11	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,25	0,28	0,28	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,36	0,38	0,41	AOAC/ Volumetrico

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Gelo Pinza 28 - 88 y Jaime Roldós
032260-764

REPORTE DE RESULTADOS

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address* — **Teléfonos** / *Telephones*

Puyo km 21/2 vía a Napo — **032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T4

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T4R1	T4R2	T4R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	91,45	91,82	91,47	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	8,55	8,18	8,53	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	11,15	11,21	11,32	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	11,13	11,15	11,65	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	10,86	10,52	10,55	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,15	2,64	2,56	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,85	97,36	97,44	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,15	0,13	0,15	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,16	0,16	0,15	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,38	0,35	0,37	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,60	0,59	0,60	AOAC/ Volumetrico

Ing. Lucia Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Colón Pinos 38 - EE y Jaime Roldós
032266 744

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

REPORTE DE RESULTADOS

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address*	**Teléfonos** / *Telephones*
Puyo km 21/2 vía a Napo	**032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T5

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T5R1	T5R2	T5R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	87,75	87,80	87,83	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	12,25	12,20	12,17	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	10,73	10,55	10,35	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	10,21	10,63	10,65	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	10,76	10,32	10,15	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,10	2,05	2,51	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,90	97,95	97,49	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,11	0,13	0,11	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,12	0,12	0,12	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,27	0,25	0,27	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,53	0,55	0,53	AOAC/ Volumetrico

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Ing. Lucia Silva Deley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Calle Piedad 38 - 88 y Jaime Roldós
032246-744

REPORTE DE RESULTADOS

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address* — **Teléfonos** / *Telephones*

Puyo km 21/2 vía a Napo — **032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T6

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T6R1	T6R2	T6R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	86,54	87,10	87,03	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	13,46	12,90	12,97	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	9,85	9,87	9,52	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	9,76	9,83	9,67	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	9,28	9,64	9,86	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	1,85	1,87	1,94	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	98,15	98,13	98,06	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,10	0,09	0,08	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,15	0,11	0,10	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,31	0,28	0,28	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,59	0,48	0,45	AOAC/ Volumetrico

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Ing. Lucía Silva Delgado
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Calle Piana 28 - 82 y Jaime Roldós
032266 766

REPORTE DE RESULTADOS

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address* — **Teléfonos** / *Telephones*

Puyo km 21/2 vía a Napo — **032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T7

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T7R1	T7R2	T7R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	90,38	90,55	90,61	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	9,62	9,45	9,39	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	12,53	12,68	12,75	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	10,15	10,28	10,31	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	12,64	12,58	12,54	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,25	2,44	2,16	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,75	97,56	97,84	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,13	0,13	0,12	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,15	0,16	0,13	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,35	0,35	0,32	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,58	0,54	0,56	AOAC/ Volumetrico

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Ing. Lucia Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
[illegible]

REPORTE DE RESULTADOS

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address* — **Teléfonos** / *Telephones*

Puyo km 21/2 vía a Napo — **032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T8

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T8R1	T8R2	T8R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	89,76	89,75	89,86	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	10,24	10,25	10,14	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	12,23	12,56	12,43	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	10,35	10,54	10,64	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	12,14	12,28	12,14	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,15	2,16	2,16	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,85	97,84	97,84	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,11	0,13	0,11	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,17	0,15	0,16	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,31	0,30	0,30	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,56	0,50	0,50	AOAC/ Volumetrico

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Ing. Lucía Silva Deley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Gaio Plana 38 - 88 y Jaime Roldós
032266 944

REPORTE DE RESULTADOS

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address* — **Teléfonos** / *Telephones*

Puyo km 21/2 vía a Napo — **032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T9

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T9R1	T9R2	T9R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	88,21	88,15	88,32	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	11,79	11,85	11,68	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	11,34	11,26	11,51	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	11,38	11,01	11,42	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	11,04	11,41	11,29	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,01	2,06	2,02	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,99	97,94	97,98	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,10	0,10	0,09	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,12	0,12	0,14	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,21	0,21	0,23	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,50	0,48	0,48	AOAC/ Volumetrico

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Colón Pinza 28 - 88 y Jaime Roldós
032360 Ved

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address*	**Teléfonos** / *Telephones*
Puyo km 21/2 vía a Napo	**032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T10

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T10R1	T10R2	T10R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	90,73	90,69	90,85	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	9,27	9,31	9,15	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	11,78	11,86	11,91	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	11,36	11,43	11,76	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	11,42	11,67	11,70	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,28	2,50	2,68	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,72	97,50	97,32	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,17	0,19	0,14	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,18	0,21	0,19	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,38	0,37	0,37	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,64	0,67	0,68	AOAC/ Volumetrico

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
[illegible]

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

REPORTE DE SULTADOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address* — **Teléfonos** / *Telephones*

Puyo km 21/2 vía a Napo — **032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T11

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T11R1	T11R2	T11R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	91,15	90,87	90,85	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	8,85	9,13	9,15	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	12,21	12,63	12,74	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	11,87	11,95	11,68	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	10,86	10,87	10,70	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,12	2,43	2,18	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,88	97,57	97,82	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,11	0,09	0,11	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,10	0,13	0,15	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,31	0,28	0,17	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,45	0,46	0,48	AOAC/ Volumetrico

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Ing. Lucia Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Colón Pinos 26 - 55 y Jaime Roldós
032888 766

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA DRA. ANA CHAFLA

Domicilio / *Address* — **Teléfonos** / *Telephones*

Puyo km 21/2 vía a Napo — **032888118**

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

ARAZÁ T12

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característo

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	T12R1	T12R2	T12R3	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	90,45	90,16	90,90	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	9,55	9,84	9,1	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA (%)	10,53	11,13	10,96	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	10,43	10,09	10,16	AOAC/Gravimétrico
GRASA (%)	9,98	9,09	9,75	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,78	2,41	2,86	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,22	97,59	97,14	AOAC/Gravimétrico
CALCIO, %	0,11	0,13	0,11	AOAC/Colorimétrico
FÓSFORO,%	0,15	0,18	0,18	AOAC/Colorimétrico
AZUCARES REDUCTORES	0,39	0,25	0,27	AOAC/Volumetrico
AZUCARES TOTALES	0,56	0,52	0,58	AOAC/ Volumetrico

Emitido en: Riobamba, el 18 de Diciembre de 2013

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Gabo Pinza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366 764

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"