



ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA AGROINDUSTRIA

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y ADICIÓN DE ÁCIDO
ASCÓRBICO EN EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DE LA
PULPA DE MATE (*Crescentia cujete*)**

AUTORES:

**ELVYS ELÍAS BRAVO ALONZO
EVELYN LISBETH VÉLEZ PAZMIÑO**

TUTOR:

ING. ELY SACÓN VERA Mg. P.AI

CALCETA, JULIO 2016

DERECHOS DE AUTORÍA

Elvys Elías Bravo Alonzo y Evelyn Lisbeth Vélez Pazmiño, declaran bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....
ELVYS ELÍAS BRAVO ALONZO

.....
EVELYN LISBETH VÉLEZ PAZMIÑO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Ely Sacón Vera certifica haber tutelado la tesis **EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y ADICIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DE LA PULPA DE MATE (*Crescentia Cujete*)**, que ha sido desarrollada por Elvys Elías Bravo Alonzo y Evelyn Lisbeth Vélez Pazmiño, previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. ELY SACÓN VERA Mg. P.AI

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y ADICIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DE LA PULPA DE MATE (*Crescentia Cujete*)**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Elvys Elías Bravo Alonzo y Evelyn Lisbeth Vélez Pazmiño, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. ROY L. BARRE ZAMBRANO Mg.
MIEMBRO

.....
BLG. JHONNY M. NAVARRETE ÁLAVA
MIEMBRO

.....
ING. EDISON F. MACÍAS ANDRADE Mg.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos día a día;

A Dios, quien me otorgó el milagro de la vida, él que siempre me ha dado su respaldo, proveyéndome en cada instante de fortaleza para continuar ante cualquier adversidad.

A nuestros padres, quienes creyeron en nosotros dándonos la oportunidad de realizar nuestros sueños, logrando darnos el aliento suficiente para jamás desistir de cumplirlos, sin duda alguna todo lo que somos y seremos es por ellos.

A mi abuela que me guía a cada paso por el sendero del triunfo y la que me ha levantado y aliviado por cada tropiezo dado.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar” Thomas Chalmers.

Para nuestros padres, por su apoyo incondicional, comprensión, amor, por los recursos necesarios para poder emprender nuestra etapa universitaria, ellos quienes nos han dado todo, así como nos han forjado nuestros valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir nuestros objetivos.

A mi abuela dedico este triunfo por haber sido mi mentora y principal soporte en toda mi vida estudiantil.

A nuestros hermanos, quienes han velado cada uno de nuestros pasos, ellos que han tenido las palabras de apoyo exactas para levantarnos, creyendo en nosotros, confiando en que siempre lograremos alcanzar nuestros sueños.

A mi hija que ha sido mi mayor soporte emocional, la que me ha permitido resistir los obstáculos y tropiezos que se han presentado y por haberle dado otro sentido de valor a mi vida.

LOS AUTORES

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS	ix
RESUMEN	x
PALABRAS CLAVES	x
ABSTRACT	xi
KEY WORDS	xi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. MATE	5
2.1.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA	6
2.2. PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	7
2.2.1. REACCIÓN DE PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	10
2.2.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO 10	10
2.2.3. CONTROL DE LA REACCIÓN DE PARDEAMIENTO	11
2.3. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	14
2.3.1. TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN	14
2.3.2. TEMPERATURA DE COCCIÓN	14
2.4. AGENTES ANTIOXIDANTES	15
2.4.1. ÁCIDO ASCÓRBICO	17

2.5. ANÁLISIS COLORIMÉTRICO PARA COMPROBAR EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	17
2.6. MERMELADA COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN	18
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	19
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.2. FACTORES EN ESTUDIO.....	19
3.2.1. NIVELES	19
3.2.2. TRATAMIENTOS	19
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL	20
3.4.1. VARIABLE A MEDIR	21
3.5. TÉCNICAS	21
3.5.1. ESTADÍSTICAS.....	21
3.6. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
3.6.1. DIAGRAMA DE PROCESO PARA EL MANEJO DE LA INVESTIFACIÓN.....	23
3.6.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA EL MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA PULPA DE MATE.....	25
4.2. CONCENTRACIONES DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y TEMPERATURA ÓPTIMA DE CONSERVACIÓN.....	26
4.3. ANÁLISIS COLORIMÉTRICO DE LA PULPA DE MATE	26
4.3.1. LUMINOSIDAD.....	27
4.3.2. CROMA	27
4.3.3. TONO	27
4.4. ELABORACIÓN DE MERMELADA DE MATE CON EL MEJOR TRATAMIENTO	29
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
5.1. CONCLUSIONES.....	30
5.2. RECOMENDACIONES	30
BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXOS	37
Anexo 1: Equipos, materiales e insumos.	38
Anexo 2: Pelado y cortado de la materia prima (<i>Crescentia cujete</i>)	38

Anexo 7: Inmersión de la pulpa de mate en una solución de ácido ascórbico al 0,5% a 25°C.....	41
Anexo 8: Inmersión de la pulpa de mate en una solución de ácido ascórbico al 0,5% a 4°C.....	41
Anexo 9: Inmersión de la pulpa de mate en una solución de ácido ascórbico al 0,5% a 70°C.....	42
Anexo 10: Tratamientos antes de los análisis de colorimetría.....	42
Anexo 11: Tratamientos antes de los análisis de colorimetría.....	43
Anexo 12: Elaboración del producto con el mejor tratamiento.	43
Anexo 13: INEN. Conservas vegetales, mermelada de frutas. Requisitos.....	44
Anexo 14: Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos.	47
Anexo 15: Resultados bromatológicos de la pulpa de mate.	48
Anexo 16: Resultados de análisis colorimétrico de la pulpa de mate.....	48

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos	20
Cuadro 3.2. Esquema de ANOVA	20
Cuadro 3.3. Características de la unidad experimental	21
Cuadro 3.4. Propiedades Físico-Químicas de la Pulpa de Mate	22
Figura 3.1. Diagrama de proceso para el manejo de la investigación.	23
Cuadro 4.1. Resultados Físico-Químicos de la Pulpa de Mate	25
Cuadro 4.2. Supuesto de homogeneidad mediante la prueba de Levene.....	26
Cuadro 4.3. Anova para el criterio de Luminosidad.....	27
Cuadro 4.4. Anova para el criterio de Croma.....	27
Figura 4.1. ANOVA de Kruskal Wallis para el factor A.	28
Cuadro 4.5. Anova para el criterio de Croma.....	28
Cuadro 4.6. HSD de Tukey ^a	28

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el fin de evaluar el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate (*Crescentia Cujete L.*) mediante la aplicación de los factores: Temperatura (A) y Ácido ascórbico (B), se establecieron los niveles; $a_1=0,3\%$ ácido ascórbico/100ml de agua y $a_2=0,5\%$ ácido ascórbico/100ml de agua y $b_1=4^\circ\text{C}$, $b_2=25^\circ\text{C}$ y $b_3=70^\circ\text{C}$ respectivamente. Se empleó un Diseño Completamente al Azar en arreglo bifactorial AxB, con tres réplicas, se utilizó el Análisis de Varianza al 0,05% de significación. Se evaluó la variable de pardeamiento enzimático mediante los atributos de luminosidad, croma y tono por medio de la técnica de Colorimetría, se procedió a evaluar el mejor tratamiento con la elaboración de un producto (mermelada). Los resultados de los supuestos del ANOVA se analizaron por el procedimiento analítico de Shapiro Will, donde el criterio Tono (H) no cumplió con el supuesto de normalidad y se resolvió mediante una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, resultando el factor B significativo, procediendo a realizar la prueba de Tukey ($p<0,05$), donde el análisis demostró que el efecto principal del factor B influye en el pardeamiento enzimático, así como la interacción en el tratamiento T₂ (0,5% de ácido ascórbico y temperatura de 4°C), mientras que Luminosidad (L) y Croma (C) no tuvieron diferencia estadística significancia para ninguno de sus factores y su interacción, se concluye que el T₂ evita el pardeamiento enzimático, mientras que en la elaboración del producto al ser sometido a altas temperaturas acelera su actividad enzimática.

PALABRAS CLAVES

Oxidación enzimática, Temperaturas de conservación, Análisis colorimétrico, Antioxidantes.

ABSTRACT

This research was conducted in order to evaluate the enzymatic browning of calabash tree pulp (*Crescentia cujete* L.) by applying factors: Temperature (A) and ascorbic acid (B) levels were established; a1 = 0.3% ascorbic / 100ml water a2 = 0.5 acid and ascorbic% / 100ml of water and b1 = 4 ° C acid, b2 = 25 ° C and b3 = 70 ° C respectively. A design with two-factor, completely randomized arrangement AxB, with three replicates, and Variance Analysis of 0.05% significance level was used. Variable was assessed by enzymatic browning attributes (Luminosity, Chroma, and Hue) by colorimetry, we proceeded to evaluate the best treatment with the development of a product (jam). The results of the assumptions of ANOVA were analyzed by the analytical procedure Shapiro Will, where the criterion Tono (H) did not meet the assumption of normality and resolved by a nonparametric Kruskal Wallis, resulting in significant factor B, proceeding to perform the Tukey test ($p < 0.05$), where the analysis showed that the main effect of factor B influences enzymatic browning as well as the interaction in treating T2 (0.5% ascorbic acid and temperature 4 ° C), while Luminosity (L) and chroma (C) had no statistically significant difference for any of its factors and their interaction, it is concluded that the T2 prevents enzymatic browning, while making the product when subjected at high temperatures accelerates its enzymatic activity.

KEY WORDS

Enzymatic oxidation, storage temperatures, colorimetric analysis, Antioxidants.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El mate (*Crescentia cujete*) como lo indica Pinto (2011) es un árbol de hasta de 10 m de altura, las ramas usualmente torcidas, el fruto es leñoso y variable en forma: redondos y alargados con tamaño variado, contiene pulpa blanca que encierra numerosas semillas, se estiman producciones de 27 kilogramos de fruto por árbol/año, ya que, según Gómez (2011) este árbol produce frutos casi sin interrupción durante todo el año y por más de 100 años.

Cabrera (2005) menciona que es una especie semi-cultivada a todo lo largo de América tropical, en Ecuador se le conoce de las provincias de: Esmeraldas, Manabí, Guayas, Bolívar, Napo y Pastaza (Gentry, 1997 citado por Cabrera 2005).

En algunos sectores rurales de la región costera del Ecuador tomando como referencia la provincia de Manabí, esta fruta es poco aprovechada de manera industrial a pesar de su buen contenido de proteína y carbohidratos según Zamora *et al.*, (2001) citado por Flórez (2010), esto se ve reflejado en el Cantón Bolívar donde es comercializada de forma artesanal, elaborando a base de su cáscara utensilios de cocina, joyerías e instrumentos musicales, dejando sin uso su pulpa al no proporcionarle un valor agregado que impida el desperdicio de esta materia prima casi en su totalidad.

Indica Flórez (2010) el mate es un recurso natural, fuente de nutrientes de potencial artesanal e industrial que no ha recibido la atención necesaria para ser explotado, este cultivo bien aprovechado podría contribuir a solucionar la creciente demanda de alimentos para la población humana y la industria animal, sin embargo, esta fruta presenta un elevado índice de oxidación provocando según Gasull y Becerra (2006) reacciones que modifican las características organolépticas y nutricionales del alimento, depreciando su calidad, causando rechazo a los posibles productos elaborados que van dirigidos al consumo humano.

De las propiedades organolépticas, el color es una de las más afectadas por el pardeamiento enzimático, al procesar su pulpa ya sea en una mermelada, néctar o conserva, existe un pardeamiento enzimático casi de manera inmediata cuando es expuesta al ambiente sin el adecuado control de la temperatura, es decir, tornando de color oscura su pulpa una vez que entre en contacto con el oxígeno, lo que va a incidir de manera directa en la coloración del producto final.

Con estos antecedentes se plantea utilizar ácido ascórbico y controlar los diferentes grados de temperatura en la pulpa de mate para disminuir el pardeamiento enzimático, por tal motivo surge la siguiente formulación del problema:

¿Podrá ser posible controlar el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate con la adición de ácido ascórbico y el control de la temperatura?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El propósito de utilizar ácido ascórbico y controlar la temperatura de la pulpa de mate es para evitar la oxidación que se ocasiona de manera inmediata al contacto con el oxígeno evitando que la pulpa y el producto final obtengan un color agradable y no el característico color oscuro que esta adquiere con el pardeamiento, con el fin de cumplir con uno de los objetivos planteados en esta investigación, el cual es verificar mediante la elaboración de una mermelada la clarificación de la pulpa y del mismo modo se proporcionaría valor agregado a su pulpa además de mitigar la sobreproducción y el desperdicio de esta materia prima que por mucho tiempo se ha presentado en las zonas rurales de la provincia de Manabí.

En el marco legal esta investigación estará basada en las normas NTE INEN 2337 (Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos) y NTE INEN 419 (Mermelada de frutas, requisitos) que servirán para mejorar la confiabilidad del producto, en el ámbito ambiental no habrá ningún impacto negativo, más bien contribuirá al medio social, económico y cultural, del mismo modo conseguirá mitigar la sobreproducción de esta fruta logrando así

que sus desechos no afecten de forma visual los lugares donde se produce la misma.

Dentro del marco económico logrará contribuir a los beneficios monetarios de los agricultores que se interesen en cultivar o sembrar este potencial rubro agrícola que se sostiene bastante con el cambio de la matriz productiva, es decir, permitirá la industrialización de esta fruta mejorando la actividad agroindustrial del país, en el ámbito social no solo mejoraría la economía local, también, toda la zona costera del Ecuador donde se nota mayor crecimiento del mate, abriendo nuevas plazas de trabajo a futuros productores y a los que industrialicen y le den valor agregado a esta fruta.

Desde el punto de vista técnico de la ingeniería el evitar el pardeamiento enzimático, logrando inhibir las enzimas implicadas en este proceso como lo es la PolifenolOxidasa y la Peroxidasa que son quienes catalizan la oxidación de fenoles a quinonas, las cuales al reaccionar con proteínas y otros compuestos generan colores pardos y reducen las propiedades sensoriales de textura, color y sabor, disminuyendo la calidad nutricional del alimento (Martínez y Muñoz, 2001; Stewart *et al.*, 2001; Ortega *et al.*, 2010 citado por López *et al.*, 2014), se lograría utilizarla con fines agroindustriales, minimizando pérdidas económicas en la industria de la frutas y vegetales, al utilizar ácido ascórbico como antioxidante proporciona protección en la calidad nutricional y sensorial de los alimentos (Desai y Park 2004 citado por Pulido y Beristain 2010), además de ser un componente hidrosoluble lo que facilita la disolución en la pulpa de mate por su alto contenido de humedad.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la temperatura y la adición de ácido ascórbico en el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate (*Crescentia cujete*).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características físico-químicas de la pulpa de mate (*Crescentia cujete*).
- Determinar las concentraciones de ácido ascórbico necesarias para evitar el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate.
- Definir la temperatura óptima requerida para evitar el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate.
- Evaluar el color de la pulpa del mate con el fin de comprobar que se evitó el pardeamiento.
- Verificar mediante la elaboración de una mermelada la eficiencia del mejor tratamiento.

1.4. HIPÓTESIS

Mediante un adecuado control de la temperatura y la aplicación de ácido ascórbico se evitará el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. MATE

Árbol pequeño, de raíces profundas y aparentemente resistentes a condiciones de sequía y salinidad (Piña y Arboleda 2010). Según Pinto (2011) *Crescentia cujete* es conocida también como cujete, jícaro, mate, cutuco, calabazo, calabacero o huacal, originario de México y está disperso desde la Florida en Estados Unidos hasta Brasil y se extiende por Europa y Asia Tropical, indica Zamora *et al.*, (2001) citado por Ramírez (2014) que esta especie se reproduce por semillas y esquejes, produce a partir de aproximadamente el octavo año, un máximo de 27 kilogramos de fruto por árbol/año, el fruto demora en el árbol 5-7 meses antes de caer.

Crescentia cujete se encuentra ubicada dentro de la familia Bignoniaceae, es un árbol que mide hasta 10 m de alto y 30 cm de diámetro (dap), ramas generalmente torcidas, hojas de diferentes tamaños en cada fascículo, simples a obovadas, sin peciolo, el fruto se denomina pepo o calabaza, es esférico a ovoide-elíptico, y puede medir de 8–20 cm de diámetro hasta 30 cm de largo, con semillas delgadas y sin alas (Gentry 1982, citado por Ramírez 2014).

Los frutos frescos se emplean como alimento para el ganado y el fruto seco sirve como utensilio casero y para la confección de artesanía e instrumentos musicales, en la medicina popular se emplean sus frutos y hojas con fines diversos (Bernal y Correa 1989, Hoyos 1994 citado por Piña y Arboleda 2010).

C. cujete es considerada una especie de mucha importancia económica, en Centroamérica se registran el uso culinario de la semilla que se extrae del fruto para la preparación de una bebida llamada horchata o morro (Chízmar, 2009 citado por López *et al.*, 2014), en Honduras, la cáscara de la fruta se usa para aliviar la tos, el asma y el dolor de estómago; las semillas son usadas para la disentería (House, 1995 citado por López *et al.*, 2014).

Galino (2011) establece la clasificación taxonómica del mate de la siguiente manera:

Reino: *plantae*

Filo: *magnoliophyta*

Clase: *magnoliopsida* (Dic.)

Orden: *lamiales*

Familia: *bignoniaceae*

2.1.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Según Cáceres (1996) citado por Recalde (2015) la pulpa cruda del fruto de *C. cujete* contiene ácidos orgánicos (cianhídrico, clorogénico, cítrico, crescéntico, tánico, tartárico), asimismo manifiesta Espitia y Del Rosario (2011) que un tamizaje preliminar fitoquímico muestra de manera general la presencia, en el fruto, de alcaloides cuaternarios, de cromóforos lipófilos y de polifenoles, otros estudios revelan la presencia de lapachona, ácido gentísico, saponinas y 1,4-naftoquinonas (esta última con actividad citotóxica), las cuales podrían ser consideradas como recursos potenciales para el tratamiento del cáncer.

Luna (2007) muestra que las semillas contienen azúcares (2.6%), proteínas (8%) y aceite fijo (37%) parecido al aceite de oliva, que está constituido por ácidos oleico (59.4%), linoléico (19.3%) y saturados (19.7%), las hojas contienen ácido caféico, la madera contiene naftoquinonas, el análisis proximal de 100 g de semillas de *C. alata* contiene: 530 calorías, agua (3.4 g), proteína (30.2 g), grasa (39.7) g, carbohidratos totales (22.9 g), fibra (2.4 g), ceniza (3.8 g), calcio (50 mg), fósforo (968 g), hierro (9.4 mg), carotenos (20 µg), tiamina (0.73 mg), riboflavina (0.12 mg), niacina (0.9 g), mientras que el Laboratorio de la Universidad de Nariño (2011) citado por Santacruz *et al.*, (2013) expone que el fruto del mate posee; Materia seca (10,6%), Extracto etéreo (7,54%), Fibra cruda (16,3%), Proteína (10,5%).

Aquellos macronutrientes y micronutrientes al estar en contacto con el oxígeno reaccionan modificando las características organolépticas y nutricionales del alimento, es decir, se estimula el pardeamiento enzimático.

2.2. PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

El pardeamiento enzimático es una reacción de oxidación en la que interviene como sustrato el oxígeno molecular, las principales enzimas implicadas en este proceso son la polifenoloxidasa y la peroxidasa, catalizan la oxidación de fenoles a quinonas, las cuales al reaccionar con proteínas y otros compuestos generan colores pardos y reducen las propiedades sensoriales de textura, color y sabor, disminuyendo la calidad nutricional del alimento (Martínez y Muñoz, 2001; Stewart *et al.*, 2001; Ortega *et al.*, 2010 citado por López *et al.*, 2014).

Uno de los principales objetivos de la industria alimentaria es la prevención o inhibición de este pardeamiento, lo que implica la eliminación del medio de reacción de alguno de los componentes implicados en el proceso, la enzima o los sustratos (Soler *et al.*, 2005). En los tejidos ha sido atribuido a la actividad de la polifenol oxidasa (PFO), una cobreproteína que actúa en los compuestos fenólicos, causando su oxidación y polimerización con el consecuente desarrollo de un color café (Quinde *et al.*, 2004 citado por García 2006).

Alteración consistente en la aparición de compuestos pardos como consecuencia de una serie de reacciones enzimáticas en sus primeras etapas y no enzimáticas en fases posteriores. El resultado de las mismas es la conversión de los compuestos fenólicos (compuestos orgánicos que contienen, al menos, un grupo fenol, un anillo aromático unido a un grupo orgánico) de los alimentos en polímeros coloreados (ALIMENTAACCION, 2013).

El pardeamiento en estos alimentos tiene dos orígenes, la primera corresponde al enzimático, que implica inicialmente la oxidación enzimática de los derivados del anillo benceno y una oxidación ulterior no enzimática, seguida de ciertas transformaciones no oxidativas y de una polimerización final, en tanto que la segunda, correspondiente a la no enzimática, está justificada por tres

mecanismos: la reacción de Maillard o condensación de la melanoidina, la caramelización y el deterioro del ácido ascórbico, cuyas secuencias de ocurrencia son explicadas en literaturas especializadas (Breverman, 1978 citado por Manayay e Ibarz, 2010).

Revela Aromateca (2015) que se puede controlar a través del uso de métodos físicos y químicos, y, en la mayoría de los casos, se emplean ambos. Los métodos físicos incluyen la reducción de temperatura y/o oxígeno, uso de empaque en atmósferas modificadas o recubrimientos comestibles, tratamiento con irradiación gama o altas presiones. Los métodos químicos utilizan compuestos que inhiban la enzima, eliminen sus sustratos (oxígeno y fenoles) o funcionen como un sustrato preferido.

Según Friedman (1997) citado por Suarez y Andreu (2009) el pardeamiento enzimático es catalizado principalmente por la enzima polifenol oxidasa (PPO), menciona Denoya y Ardanaz (2012) que al pelar y/o cortar la fruta se rompen las células y, así, la enzima polifenoloxidasa (PPO) se pone en contacto con su sustrato (compuestos fenólicos) y provoca la oxidación, las cuales catalizan la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, con la consecuente transformación a pigmentos oscuros no deseables para la calidad industrial argumenta Denoya (2011).

La polifenol oxidasa (PPO por sus siglas en inglés) es una metaloenzima que actúa durante el procesamiento y la senescencia de frutas y vegetales, catalizando dos tipos de reacciones que usan oxígeno molecular como agente oxidante: la orto-hidroxilación de monofenoles para producir orto-difenoles y la posterior oxidación de orto-difenoles a ortoquinonas, estas especies producidas son altamente reactivas e inestables y pueden reaccionar con grupos amino y tiol de aminoácidos libres y proteínas mediante mecanismos no enzimáticos, o reaccionar covalentemente con otros compuestos fenólicos para formar diferentes pigmentos, ocasionando así el efecto conocido como pardeamiento enzimático, este fenómeno causa deterioro en las características organolépticas de los productos, disminuye su valor proteico y afecta las propiedades benéficas

asociadas a los compuestos fenólicos, causando grandes pérdidas económicas en la industria de frutas y vegetales (Bravo *et al.*, 2010).

Las frutas contienen sustancias naturales que son responsables de su color característico. Estos componentes pueden ser agrupados como carotenos y carotenoides, antocianinas, clorofila, y compuestos fenólicos (Alzamora *et al.*, 2004).

Operaciones tales como el pelado y la reducción de tamaño permiten que las enzimas (clorofilasa, peroxidasa, polifenoloxidasas) y los sustratos entren en contacto, principalmente en la superficie de los productos, originando reacciones enzimáticas relacionadas al deterioro de color. Los cambios de color más importantes son consecuencia del desarrollo enzimático y/o no enzimático de sustancias pigmentadas marrones. Los tejidos de frutas dañados expuestos al aire sufren un oscurecimiento rápido debido a la acción de las enzimas peroxidasa y polifenoloxidasas, las que catalizan la oxidación de compuestos fenólicos incoloros a o-quinonas que causan pigmentos marrones u oscuros por polimerización o reaccionan con las antocianinas. El pardeamiento no enzimático es producto de reacciones complejas que ocurren durante el almacenamiento y el procesamiento de frutas (condensación de Maillard, caramelización de azúcares, reacción oxidativa de ácido ascórbico) (Alzamora *et al.*, 2004).

Las polifenoloxidasas (PFO) que se encuentran en las plantas son las responsables de las reacciones de pardeamiento enzimático que ocurren durante el almacenamiento, manipulación y procesamiento de frutas y vegetales. Las polifenoloxidasas, también conocidas como tirosinasas, fenoloxidasas, monofenoloxidasas o cresolasas, catalizan la hidroxilación de monofenoles a ortodifenoles, posteriormente oxidados a ortoquinonas, las cuales se polimerizan dando lugar a pigmentos que presentan color marrón, rojo o negro, dependiendo de los componentes naturales presentes en los tejidos vegetales. Estas reacciones modifican las características organolépticas y nutricionales del alimento, depreciando su calidad (McEvily *et al.*, 1992 citado por Gasull y Becerra 2006).

La actividad de las enzimas polifenoloxidasas presentes en frutas y vegetales puede ser inhibida por calentamiento o por remoción de alguno de sus componentes necesarios: O_2 , enzima, Cu^{2+} o sustrato. Agentes reductores, antioxidantes e inhibidores enzimáticos previenen el pardeamiento reduciendo químicamente las ortoquinonas a difenoles coloreados, inhibiendo la actividad de la enzima por disminución del pH, o quelando el Cu^{2+} en el alimento (Guerrero *et al.*, 2005 citado por Gasull y Becerra 2006).

2.2.1. REACCIÓN DE PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

El pardeamiento enzimático es un conjunto completo de reacciones catalizadas en forma enzimática, la primera de ellas, cuando el sustrato presente es un monofenol, es su transformación en difenol, la segunda, la transformación del difenol en quinona, en el caso de la tirosina (monofenol) se forma primeramente la dopa (difenol) y luego la dopaquinona (quinona), a partir de la formación de la quinona, la reacción progresa de forma espontánea, las quinonas se pueden convertir en trifenoles por reacción en el agua y posteriormente oxidarse a hidroxiquinonas (Guerrero *et al.*, 2005 citado por Gasull y Becerra 2006).

El mismo autor menciona que todas estas sustancias son muy reactivas, dando lugar a polímeros y reaccionando con otras sustancias presentes en el alimento, especialmente proteínas, los productos finales, llamados melaninas, son de color muy oscuro, o negro e insolubles en el agua. Estos polímeros tienen propiedades antimicrobianas y podrían ser un mecanismo de defensa de los vegetales contra infecciones.

2.2.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

Manifiesta Orozco (2012) algunos factores que influyen en la reacción y pueden ser usados para prevenir el pardeamiento de frutas son:

- Los ácidos retardan o detienen, las frutas ácidas, con un pH bajo 5, como naranjas y limones, por tanto no se pardearan, por consiguiente el jugo de

limón, vinagre u otros ácidos, previenen el pardeamiento cuando son esparcidos sobre frutas frescas cortadas. Solo las frutas no ácidas con un pH entre 5 y 7 son sensitivas al pardeamiento.

- La reacción necesita oxígeno, remover el oxígeno a través de envasar las frutas frescas bajo atmósfera libre de oxígeno, o añadir vitamina C como un antioxidante, previene o retarda el pardeamiento.
- La enzima es sensible al calor, esto significa que escaldar o calentar su principal objetivo es llevar a cabo la inactivación de las enzimas previniendo el pardeamiento, sin embargo, el calentamiento como tal puede causar otros cambios en el aroma y textura de la fruta, del mismo modo la eliminación de aire ocluido, fijación de color y reblandecimiento del tejido.
- El enfriamiento retarda la reacción enzimática, las frutas frescas cortadas almacenadas en el refrigerador pardearán más lentamente que las que se encuentran a temperatura ambiente.

2.2.3. CONTROL DE LA REACCIÓN DE PARDEAMIENTO

Manifiesta Denoya y Ardanaz (2012) que las reacciones del pardeamiento enzimático puede controlarse mediante métodos físicos que incluyen la reducción de temperatura y/o de la disponibilidad del oxígeno molecular, el uso de atmósferas modificadas o recubrimientos comestibles y tratamientos con irradiación gamma o altas presiones hidrostáticas, por otro lado, puede utilizarse métodos químicos basados en la utilización de compuestos que inhiben la enzima, reducen la disponibilidad del sustrato y/o de los productos de la catálisis enzimática que evitan la formación de productos coloreados.

Según Villalobos (2011) el control natural de la actividad de la polifenoloxidasa se produce fundamentalmente mediante la compartimentalización de los sustratos, la enzima se encuentra en los plásticos y cloroplastos (vegetales superiores), y también en el citoplasma celular, mientras que los compuestos

fenólicos que pueden servir de sustratos se acumulan en vesículas. Cuando se rompe la compartimentalización por un daño mecánico, como el triturado, corte o congelación y descongelación, la reacción de pardeamiento se puede producir.

El mismo autor indica que también se produce la inhibición de la enzima por los productos de la reacción, además de mantenimiento la compartimentalización, la reacción de pardeamiento se puede frenar actuando sobre diferentes factores:

- Evitando el contacto del oxígeno con la superficie del corte.
- Bajando la temperatura.
- Reduciendo el pH.
- Desnaturalizando la enzima.
- Aplicando choques térmicos en el proceso de industrialización.

Mientras que Orozco (2012) indica que para controlar esta reacción se debe tomar en cuenta la inactivación de la enzima mediante calor, pues tiene la ventaja de que no se aplica aditivo alguno, pero presenta el inconveniente de que la aplicación de calor en frutas frescas produce cambios en la textura, dando sabor y aspecto a cocido, para evitar estos inconvenientes se regula el tiempo de calentamiento, acortándolo justo al mínimo capaz de inactivar la enzima por un escaldado inmediato, se puede controlar la inhibición enzimática por la prueba del catecol, la inhibición es lenta a 75°C, pero se hace rápida a 85°C.

El mismo autor manifiesta que el ácido ascórbico también controla esta reacción ya que, es un inhibidor muy eficaz al principio, al reconvertir las quinonas en fenoles, pero la inhibición es solamente temporal, al agotarse el ácido ascórbico con el transcurso de la reacción

Según una investigación titulada "Evaluación física y química para evitar la oxidación en la pasta de aguacate mínimamente procesada" del autor Villalobos (2011) se utilizaron materias primas seleccionadas, las muestras se sometieron en dos condiciones de almacenamiento: refrigeración (2-3°C), a temperatura Ambiente (23 ° C). Durante el procesamiento de las muestras se evaluaron los

cambios de los productos escaldados, para confirmar la hipótesis que el choque térmico, inhibe la actividad enzimática de la polifenoloxidasas y peroxidasas, también se utilizó un método químico; El aguacate es un fruto que se oscurece rápidamente, por lo que se aplicó un método químico que ayudara a retardar el deterioro enzimático y no enzimático a través de la aplicación de ácidos orgánicos, para ello se utilizaron dos ácidos orgánicos en diferentes concentraciones para conocer cuál de ellos y a qué concentración es el que evita que actúe la enzima en el oscurecimiento, a continuación se muestran las concentraciones de ácidos orgánicos a aplicar al puré de aguacate para extraer una muestra sin alteraciones sensoriales, la cual fue procesada y evaluada.

En otra investigación basada en la inactivación enzimática por acción del pH se utilizaron soluciones de ácido ascórbico a distintas concentraciones (0.5%, 1.0% y .5%) en 100ml de agua (Orozco, 2012).

De acuerdo a los resultados se estableció que la mejor forma de evitar el pardeamiento enzimático en las frutas es por medio de solución de ácido ascórbico al 1.5% el cual evito el pardeamiento manteniendo el color característico de la fruta en este % no altero sus características fisicoquímicas esto puede dar solución a problemas presentados en la industria agroindustrial y gastronómica dando así mejor presentación a los productos.

El pardeamiento enzimático también se ve influenciado además de otros factores, por la temperatura en el que se conserva el alimento lo que podría disminuir o aumentar dicha reacción dependiendo de la naturaleza del alimento y como se maneje la temperatura.

2.3. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

2.3.1. TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN

La refrigeración es de interés en la conservación de productos biológicos, en el confort de seres vivos y en la climatización de ambientes (Papadopoulos *et al.*, 2003 citado por Cabrera y Muñoz 2008).

Este método continúa siendo la técnica más económica y eficiente para la conservación prolongada de frutas frescas, siempre asociada a una buena calidad del producto, condiciones adecuadas de conservación, empaque, transporte y comercialización, durante el almacenamiento se recomienda conservar las frutas a temperaturas entre 0 y 5 °C y humedad relativa entre 85 y 90% (Kader, 1992 citado por Dussán-Sarria *et al.*, 2008).

Menciona Ospina y Cartagena (2008) que es uno de los factores más importantes por su influencia en el crecimiento de los microorganismos, determina el estado físico del agua en un determinado medio y, por tanto, su mayor o menor disponibilidad para el crecimiento de los microorganismos, la temperatura actúa además, sobre la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas.

Cabe mencionar que las bajas temperaturas por sí solas reducen los procesos metabólicos del producto, dando como resultado una mayor vida de anaquel.

2.3.2. TEMPERATURA DE COCCIÓN

La cocción por inmersión es un proceso de cocción húmeda, en el que la temperatura máxima del agua es 100° C a 1 atmósfera, o la correspondiente en otras condiciones de presión. En el proceso de cocción por inmersión se favorece la hidratación y gelificación del almidón, la desnaturalización de enzimas de pardeamiento, pero hay solubilización parcial de los minerales y deterioro de algunas vitaminas, dependiendo principalmente del tamaño del alimento y del tiempo de cocción. En este caso el alimento se encuentra inmerso en el agua

durante la preparación y se facilita la migración de nutrientes solubles hacia el agua de cocción que normalmente se elimina. (Aguilera 1997, citado por Moncada y Gualdrón 2006).

Según Moncada y Gualdrón (2006) las proteínas son compuestos sensibles a diferentes condiciones físicas, químicas y biológicas, generando modificaciones en su estructura o en su función biológica, fenómeno denominado desnaturalización, esta propiedad es utilizada para modificar de manera controlada la acción de proteínas de actividad catalítica que generan características indeseables como es el caso de las enzimas que causan el pardeamiento una vez el alimento ha sido sometido a pelado o corte, dando origen a una coloración oscura cuyo aspecto es inadecuado.

El mismo autor indica que esta característica es crítica en los alimentos del estudio ya que el pardeamiento enzimático se inicia una vez retirada la corteza, en cualquiera de los procesos de preparación hay incremento de la temperatura con lo que se inactivan estas enzimas, mientras los minerales son estables frente al pH, la temperatura, la luz, y los oxidantes, en su mayoría se encuentran en los alimentos en forma de sales solubles que durante el proceso de preparación migran hacia el agua de cocción; fenómeno que puede controlarse con el volumen de fluido, el tamaño del alimento y el tiempo de proceso.

Como se ha demostrado en las investigaciones planteadas el mejor método para evitar o disminuir el pardeamiento es la utilización del ácido ascórbico, ya que, su función principal es actuar como antioxidante, evitando el oscurecimiento de los alimentos.

2.4. AGENTES ANTIOXIDANTES

Según Zamora (2007) los antioxidantes son sustancias químicas que se caracterizan por impedir o retrasar la oxidación de diversas sustancias principalmente de los ácidos grasos cuyas reacciones se producen tanto en los alimentos como en el organismo humano, indica O'Brien (2004) que

proporcionan una mayor estabilidad oxidativa y la vida útil más larga de grasas y aceites comestibles por retrasar el comienzo de la rancidez oxidativa.

Algunas vitaminas también participan en los mecanismos de defensa antioxidantes (DiMascio *et al.*, 1991, citado por Sikorski y Kolakowska. 2003). Los antioxidantes son agentes que restringen los efectos nocivos de las reacciones oxidantes. (Smolin y Grosvenor 1999, citado por Wildman 2001).

Un antioxidante es una de las muchas sustancias sintéticas o naturales ampliamente usadas añadida a un producto para prevenir o retrasar el deterioro por acción del oxígeno en el aire. (Halliwell y Gutteridge 1985, citado por Packer *et al.*, 2000.)

Los antioxidantes, sustancias naturales que existen como vitaminas, minerales, y otros compuestos en los alimentos, se clasifican en hidrófilo e hidrófobo. Los antioxidantes solubles en agua reaccionan con oxidantes en el citoplasma de la célula y el plasma de la sangre. Antioxidantes liposolubles protegen las membranas celulares de la peroxidación lipídica y los radicales libres (Ross, 2009).

Los antioxidantes presentes en los alimentos pueden ser definidos como cualquier sustancia que es capaz de retrasar, retardar o prevenir el desarrollo de la rancidez en los alimentos u otra alteración del sabor debido a la oxidación. Los antioxidantes pueden inhibir o retardar la oxidación de dos maneras: ya sea por barrido los radicales libres, en cuyo caso el compuesto se describe como un antioxidante primario, o por un mecanismo que no implica compactación directa de los radicales libres, en cuyo caso el compuesto es un antioxidante secundario (Pokorny *et al.*, 2001).

De la misma forma el autor anterior menciona que la oxidación es tratada generalmente como la forma más frecuente del deterioro de lípidos, lo que conduce al desarrollo de compuestos de rancidez, de mal sabor, de polimerización, de reversión, y otras reacciones que causan la reducción de la vida útil y el valor nutritivo del producto alimenticio.

Los antioxidantes son uno de los aditivos más utilizados en la industria alimentaria, presentándose con mayor frecuencia el ácido ascórbico por ser muy abundante en el mercado y por su alto poder antioxidante.

2.4.1. ÁCIDO ASCÓRBICO

Serra y Cafaro (2007) argumenta que la Vitamina C o ácido L-ascórbico (AA), es una vitamina esencial y un importante agente antioxidante hidrosoluble, que se sintetiza químicamente a partir de la glucosa, mediante una serie de reacciones enzimáticas. En la industria de los alimentos, el ácido ascórbico es utilizado por dos razones: como suplemento vitamínico y como antioxidante proporcionando protección en la calidad nutricional y sensorial de los alimentos (Desai y Park 2004 citado por Pulido y Beristain 2010).

Este ácido es el más recomendado para evitar o minimizar el pardeamiento enzimático, por su carácter vitamínico inofensivo, por sí mismo no es un inhibidor de la enzima: actúa sobre el sustrato, de modo que puede adicionarse después de haberse formado las quinonas; tiene la propiedad de oxidarse a ácido dehidroascórbico, reduciendo la quinona a fenol (Control de alimentos, 2009).

El mismo autor indica que los productos especialmente propensos a perecer por oxidación química, como manzanas, peras, duraznos, damascos, ciruelas y plátanos entre las frutas, pudiendo ser utilizadas para la elaboración de mermeladas y otro tipo de conservas; papas, espárragos, zanahorias entre las hortalizas, las que deben mantenerse inmediatamente después de cortadas o peladas en una solución de agua con adición de 0,1-0,2 % de ácido ascórbico y de 0,2% de ácido cítrico.

2.5. ANÁLISIS COLORIMÉTRICO PARA COMPROBAR EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

El color es un atributo de apariencia de los productos; su observación permite detectar ciertas anomalías y defectos (Abdullah *et al.*, 2004 citado por Delmoro *et al.*, 2010).

La medición de color comúnmente se hace con ayuda de un colorímetro, el cual posee diversas escalas, la más ampliamente usada en la determinación del color en alimentos es la escala CIELAB (Pedreschi, *et al.*, 2007 citado por Lucas *et al.*, 2012), este método se basa en un espacio tridimensional de modo que cada color es representado por un único punto en ese espacio y está definido por las coordenadas L^* a^* b^* , donde L^* representa la luminosidad en una escala de 0 (negro) a 100 (blanco); a^* representa una escala de tonalidades de rojo (0+a) a verde (0-a) (CIE, 1976 citado por Reis *et al.*, 2006) y b^* indica el ángulo (tono) en una escala de azul (0-b) a amarillo (0+b) (Beering, 1999; García y Calixto, 2000 citado por Von Atzingen y Machado 2005).

2.6. MERMELADA COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN

Según Vulcanotec (2010) se define a la mermelada de frutas como un producto de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por cocción y concentración de frutas sanas, adecuadamente preparadas, con adición de edulcorantes, con o sin adición de agua. La fruta puede ir entera, en trozos, tiras o partículas finas y deben estar dispersas uniformemente en todo el producto. La elaboración de mermeladas sigue siendo uno de los métodos más populares para la conservación de las frutas en general. La mermelada casera tiene un sabor excelente que es muy superior al de las procedentes de una producción masiva.

El mismo autor manifiesta que una verdadera mermelada debe presentar un color brillante y atractivo, reflejando el color propio de la fruta. Además debe aparecer bien gelificada sin demasiada rigidez, de forma tal que pueda extenderse perfectamente. Debe tener por supuesto un buen sabor afrutado.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de esta investigación se efectuó en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM-MFL en la Carrera de Agroindustria dentro del taller de frutas y vegetales, ubicada en el sitio el Limón en la ciudad de Calceta-Manabí-Ecuador.

3.2. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores que se manejaron para el estudio del pardeamiento enzimático fueron:

- Factor A: Solución de ácido ascórbico.
- Factor B: Temperatura.

3.2.1. NIVELES

Para el factor de solución de ácido ascórbico se utilizaron los siguientes niveles:

- $a_1 = 0,3 \%$ ácido ascórbico/ 100 ml de agua.
- $a_2 = 0,5 \%$ ácido ascórbico/ 100 ml de agua.

Para el factor temperatura de conservación se utilizaron los siguientes niveles:

- $b_1 = 4^\circ\text{C}$ (Temperatura de refrigeración).
- $b_2 = 25^\circ\text{C}$ (Temperatura ambiente promedio)
- $b_3 = 70^\circ\text{C}$ (Temperatura de cocción).

3.2.2. TRATAMIENTOS

De la combinación de los diferentes niveles de cada factor dio como resultado los siguientes tratamientos:

Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN	
		% ácido ascórbico	Temperatura
T ₁	a ₁ b ₁	0,3	T° de refrigeración
T ₂	a ₂ b ₁	0,5	T° de refrigeración
T ₃	a ₁ b ₂	0,3	T° ambiente promedio
T ₄	a ₂ b ₂	0,5	T° ambiente promedio
T ₅	a ₁ b ₃	0,3	T° de cocción
T ₆	a ₂ b ₃	0,5	T° de cocción

Fuente: los autores

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

En relación con el principio único o múltiple de los diseños, esta investigación de tipo experimental se sujetó a un Diseño Completamente al Azar (DCA) el mismo que será bifactorial AxB, para cada tratamiento se realizaron tres réplicas.

Cuadro 3.2. Esquema de ANOVA

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L
Total	17
Tratamiento	5
Cantidad de ácido ascórbico (a)	1
Temperatura (b)	2
Interacción (a x b)	2
Error	12

Fuente: los autores

3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL

De acuerdo a las características de la unidad experimental se obtuvo 1 Kg de pulpa de mate por cada tratamiento, realizando 3 réplicas, dando un total de 18 unidades experimentales, con 1 litro de solución de ácido ascórbico con las dos concentraciones diferentes cada una. Las características se detallan a continuación:

Cuadro 3.3. Características de la unidad experimental

Cantidad de pulpa de mate	18 kg	100%	
Cantidad de solución	18 Lts	100%	
N° muestras	18		
N° tratamientos	6		
N° réplicas	3		
Insumos	Cantidad	Materiales	Cantidad
Ácido ascórbico	72 g	Cocina	1
Azúcar	12 kg	Gas	1
Agua	30 lt	Ollas	4
Pectina	12 g	Cuchillos	2
		Mesa de trabajo	1
		Tablas de picar	2

Fuente: los autores

3.4.1. VARIABLE A MEDIR

- Pardeamiento enzimático.

3.5. TÉCNICAS

3.5.1. ESTADÍSTICAS

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizaron las siguientes pruebas arrojadas por el programa estadístico SPSS versión 21:

- Análisis de varianza (ANOVA): Supuestos de Normalidad, Independencia y Homocedasticidad. Se realizó para determinar la existencia de diferencia significativa estadística entre tratamientos.
- Prueba no Paramétrica de Kruskal Wallis.
- Prueba de Tukey: Permitted determinar la magnitud de las diferencias entre tratamientos. Se analizó al 5% de probabilidad, de acuerdo a los grados de libertad (GL) del error.

3.6. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la caracterización Físico-Química de la pulpa de mate se tomó una muestra que manifestara las características más apropiadas para la investigación, es decir, que presentara un estado de madurez bajo (tierno), la misma que fue enviada a los Laboratorios “AVVE” de Análisis de Alimentos S.A. situado en la ciudad de Guayaquil.

Debido a la falta de información técnica acerca de las propiedades de la pulpa de *Crescentia cujete* en estado de madurez bajo se planteó realizar la caracterización de dicha pulpa, haciendo énfasis en las principales propiedades físico-químicas, expresadas a continuación:

Cuadro 3.4. Propiedades Físico-Químicas de la Pulpa de Mate

Parámetros	Unidad	Método de Referencia
Humedad	%	AOAC 19TH 920. 151
Proteína	%	AOAC 19TH 920. 152
Carbohidratos	%	CÁLCULO
Grasa	%	
Grados Brix	%	AOAC 19TH 932. 14C
Ceniza	%	AOAC 19TH 940. 26
Fibra	%	INEN NTE 0542
Energía	Kcal/100g	MMQ-114
Ph	%	AOAC 19TH 981. 12
Acidez	%	AOAC 19TH 942. 15 ^a
Densidad	g/ml	AOAC 19TH 950. 28

Fuente: los autores

Una vez realizado todos los tratamientos (ver cuadro 3.1) se enviaron las muestras al INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria) ubicado en la ciudad de Quito donde se realizaron las muestras de colorimetría por medio del método de referencia CIELab.

3.6.1. DIAGRAMA DE PROCESO PARA EL MANEJO DE LA INVESTIFACIÓN

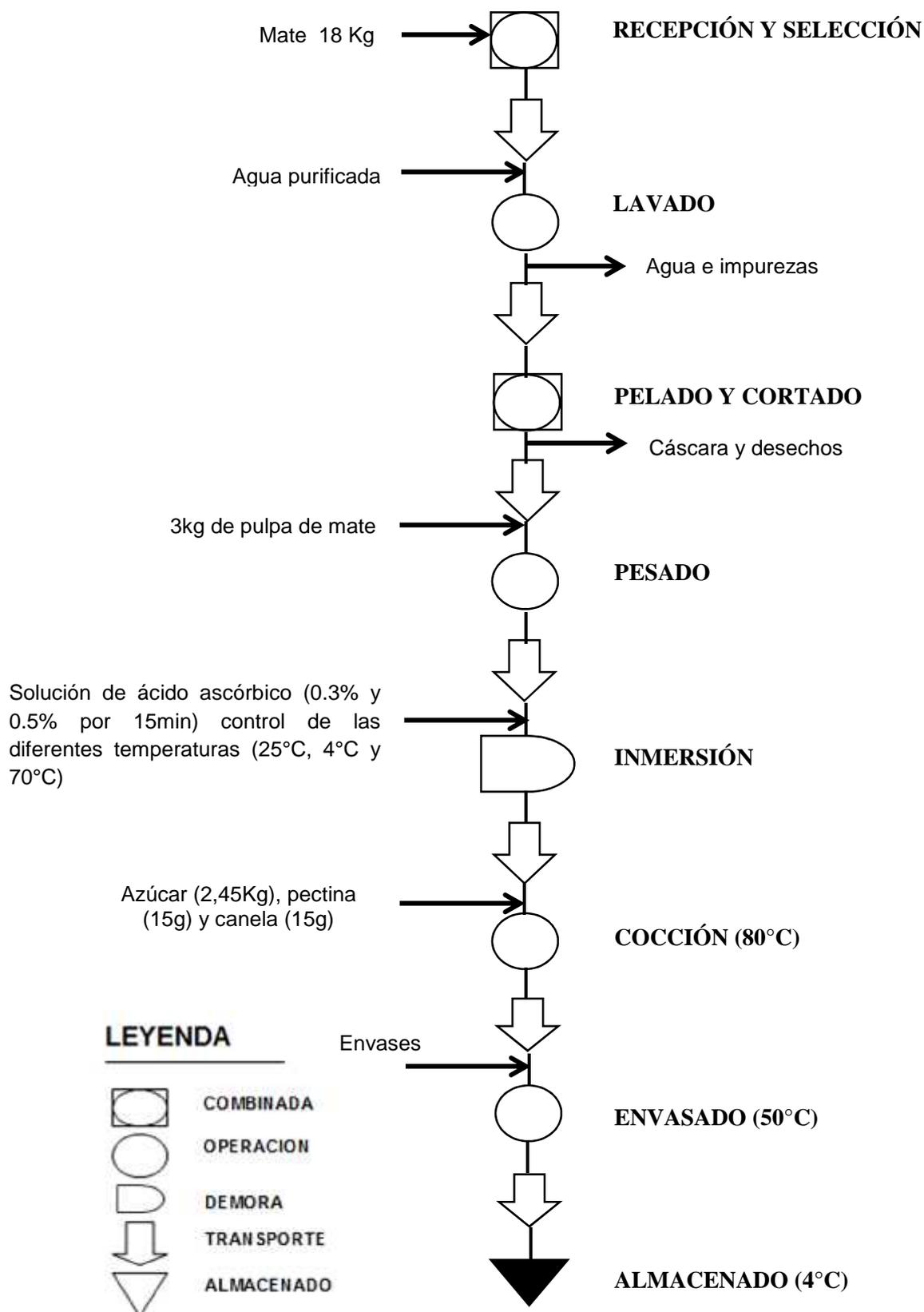


Figura 3.1. Diagrama de proceso para el manejo de la investigación.

3.6.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA EL MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

Recepción y selección: Se recibió la fruta (mate) que estuviese en estado tierno y de la misma se seleccionaron las que no presentaron ningún deterioro físico para evitar afectar el producto final.

Lavado: El lavado se realizó con agua purificada, para eliminar partículas extrañas, suciedad y restos de tierra que puedan afectar su calidad.

Pelado y cortado: Se peló y cortó en pequeños pedazos de dos a tres cm, de este modo al agregar a cocción fue más fácil su desintegración.

Pesado: Consistió en pesar la fruta picada (3Kg de mate), la cual presentó un pH de 3,5, según Orozco (2012) si se obtiene un pH menor a 5 evitará el pardeamiento y del mismo modo será adecuado para la elaboración de mermelada.

Inmersión: Consistió en sumergir la pulpa de mate en soluciones con diferentes porcentajes de ácido ascórbico (0,3% y 0.5% por 15min), al igual que a diferentes temperaturas (25°C, 4°C y 70°C).

Cocción: Se efectuó la cocción de la pulpa de mate (3kg), se agregó azúcar (1.84Kg), luego de diez minutos de ebullición se añadió el restante de azúcar (0.61Kg) junto con la pectina (15g) y la canela (15g), las cantidades estuvieron reflejadas en una relación de 45-55% (Azúcar-Fruta). Una vez que esta llegó a los 65 °Brix se retiró del fuego, este parámetro se midió con el refractómetro.

Envasado: Luego de la cocción se realizó el envasado mientras la mermelada se encontraba en un aproximado de 50°C.

Almacenado: El producto se almacenó en un lugar fresco y seco (bajo sombra) evitando la luz directa.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA PULPA DE MATE

Los análisis Físico-Químicos de la pulpa de mate en un estado de madurez inicial (tierno) expresados en el cuadro 4.1, demuestran una fruta con un alto contenido de humedad (92,59%), a pesar de ser un fruto con característica leñosa en su epicarpio y aspecto seco cuando se presenta madura, lo que contrasta con los datos expresados por Flórez (2012), que señala un 60,12%, esto es debido a la baja presencia de sólidos solubles presentes en la fruta como lo establece Lucas *et al.*, (2012), y tal como se detalla en el mismo cuadro con referencia a los °Brix.

Posee un índice bastante bajo de proteínas 0,71% en comparación con lo que indica Insuasty *et al.*, (2013) con un porcentaje del 10,5%, este incremento se debe al aumento en su madurez, como lo establece Manenoi *et al.*, (2007) citado por Petit *et al.*, (2010) en esta etapa ocurren cambios de color y síntesis de proteínas. El porcentaje de carbohidratos es de 6,31 representados mayormente por azúcares fermentables, acorde con lo que manifiesta Flórez (2012) con un 7,61% en la pulpa, presentando ausencia de grasa en la misma.

Cuadro 4.1. Resultados Físico-Químicos de la Pulpa de Mate

Parámetros	Unidad	Resultados
Humedad	%	92,59
Proteína	%	0,71
Carbohidratos	%	6,31
Grasa	%	—
Grados Brix	%	6,28
Ceniza	%	0,39
Fibra	%	0,44
Energía	Kcal/100g	28,08
pH	%	5
Acidez	%	0,14
Densidad	g/ml	0,9203

Fuente: los autores

4.2. CONCENTRACIONES DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y TEMPERATURA ÓPTIMA DE CONSERVACIÓN

En cuanto al proceso para determinar la dosis correcta de ácido ascórbico y temperatura óptima que evite el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate se obtuvo como resultado de la observación que la pulpa de mate sumergida en la solución del 0,5% de ácido ascórbico el cual según Calvo (1995) citado por Hernández (2009), es un ácido que retarda el pardeamiento enzimático en virtud de su poder reductor, además, se aplicó una temperatura de refrigeración de 4°C por 15min logrando evitar el pardeamiento enzimático en relación a las otras muestras, acorde con lo que manifiesta Pérez (2013) y Song (1967) citado por Hernández (2009) que las medidas normalmente usadas para controlar la actividad enzimática de productos frescos es el uso bajas temperaturas durante el manejo, el procesamiento y el almacenamiento de frutas y hortalizas.

4.3. ANÁLISIS COLORIMÉTRICO DE LA PULPA DE MATE

La variable colorimetría está constituida por los siguientes criterios: Luminosidad (L), Cromo (C) y Tono (H).

Los criterios de luminosidad (L) y croma (C) cumplieron el supuesto de normalidad (Shapiro-Wilk) y el de homogeneidad mediante la prueba de Levene, mientras que el criterio tono (H), no cumplió con los supuestos antes mencionados, y se procedió a efectuar a este último una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (ver cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Supuesto de homogeneidad mediante la prueba de Levene
Shapiro-Wilk

	gl	Estadístico	Sig.
Luminosidad	18	0,98	0,947
Croma	18	0,931	0,199
Tono	18	0,698	0,000

4.3.1. LUMINOSIDAD

Como se aprecia en el cuadro (4.3) tanto el factor A, B y su interacción no tuvieron diferencia estadística significativa, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula para el criterio de luminosidad.

Cuadro 4.3.Anova para el criterio de Luminosidad

Origen	Gl	Suma de cuadrados tipo III	Media cuadrática	F	Sig.
factor_A	1	14,706	14,706	0,217 ^{NS}	0,65
Factor_B	2	218,362	109,181	1,613 ^{NS}	0,24
A*B	2	156,195	78,097	1,154 ^{NS}	0,35
Error	12	812,012	67,668		
Total corregida	17	1201,274			

NS: no significativo

*significativo al 5%

** Altamente significativo al 1%

4.3.2. CROMA

El análisis de varianza para el criterio croma demostró que no existe diferencia estadística significativa para los factores A, B y su interacción (ver cuadro 4.4).

Cuadro 4.4.Anova para el criterio de Croma

Origen	Gl	Suma de cuadrados tipo III	Media cuadrática	F	Sig.
factor_A	1	16,646	16,646	1,393 ^{NS}	0,26
factor_B	2	11,301	5,651	0,473 ^{NS}	0,63
A*B	2	1,210	,605	0,051 ^{NS}	0,95
Error	12	143,361	11,947		
Total corregida	17	172,519			

NS: no significativo

*significativo al 5%

** Altamente significativo al 1%

4.3.3. TONO

El criterio tono al no cumplir con los supuestos del ANOVA de normalidad se lo resolvió por medio del ANOVA de Kruskal Wallis que es una prueba no paramétrica.

El factor A expresado en el ANOVA de Kruskal Wallis indica que no existe diferencia estadística significativa, (ver figura 4.1).

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Tono es la misma entre las categorías de factor_A.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,757	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Figura 4.1. ANOVA de Kruskal Wallis para el factor A.

Mientras el factor B muestra que existe diferencia estadística significativa para sus niveles (ver cuadro 4.5)

Cuadro 4.5. Anova para el criterio de Croma

Factor_B	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
b2	6	74,69 a	
b1	6	75,94 a	
b3	6		208,44 b
Sig.		0,997	1,000

Letras iguales en columnas no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05 de probabilidad de error.

Mediante la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad, se determinó que hay diferencia significativa para los tratamientos T₅ y T₆ (ver cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
t2	3	70,88 a	
t3	3	72,79 a	
t4	3	76,59 a	
t1	3	81,01 a	
t6	3		193,33 b
t5	3		223,55 b
Sig.		0,99	0,87

Letras iguales en columnas no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05 de probabilidad de error.

Así se puede decir que la muestra que presentó un menor pardeamiento fue T₂, es decir, el tratamiento sometido a refrigeración de 4°C y con 0,5% de ácido ascórbico mostró un mayor nivel de luminosidad o claridad, según Wong y Stanton (1993) citado por Reis et al., (2006) esta reacción ocurre lentamente a

la temperatura ambiente y al disminuir la temperatura según Kader (1986) y Saltveit (2004) citado por Castellanos *et al.*, (2011).

El criterio croma está directamente relacionado con la luminosidad, o sea, que mientras mayor sea la luminosidad del objeto mayor será su saturación o intensidad (croma), mostrando mayor pureza en el color, así tenemos que los tratamientos sometidos a cocción (T_5 , T_6) desarrollaron un menor índice de saturación lo que mostró colores más grises y oscuros, sin embargo el deterioro de color que puede experimentar un producto como lo indica Ibarz *et al.*, (2010) no se da tan sólo a condiciones de altas temperaturas, sino también por factores intrínsecos y extrínsecos en el alimento.

En cuanto al criterio tono quien posee mayor relevancia en la técnica de colorimetría determina el color específico de las muestras y por ende el índice de pardeamiento de cada una de ellas, este análisis demostró que el T_2 presentó un color amarillo con un tono suave y alta claridad, es decir, esta muestra se pardea menos en comparación con las demás.

4.4. ELABORACIÓN DE MERMELADA DE MATE CON EL MEJOR TRATAMIENTO

Para la elaboración de la mermelada de mate se utilizó el tratamiento que menos pardeamiento presentó acorde con los resultados obtenidos por el análisis colorimétrico (T_2), el cual al ser sometido al proceso de cocción anuló el efecto producido por el ácido ascórbico y la temperatura de refrigeración, acelerando su actividad enzimática, según Beveridge y Harrison (1984) citado por Ibarz *et al.*, (2010) este tipo de pardeamiento se ve favorecido por las altas temperaturas existentes en esta etapa, lo que mostró un producto final de color negro verdoso poco agradable.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La investigación propuesta demostró que el mejor método para evitar el pardeamiento enzimático fue la inmersión de la pulpa del mate en una solución de ácido ascórbico con una concentración del 0,5% y sometido a una temperatura de refrigeración de 4°C, (T_2), esto fue corroborado por los análisis de colorimetría mostrando mayor luminosidad, croma y tono suave para dicho tratamiento.
- La elaboración de la mermelada mostró un alto índice de pardeamiento comenzando desde la cocción, el cual se fue incrementando de manera paulatina hasta obtener un producto final totalmente oscuro, es decir, que los tratamientos antes señalados no favorecieron en nada para la prevención del pardeamiento al momento de que la pulpa se sometiera a cocción.

5.2. RECOMENDACIONES

- Cuando se procede al pelado de la fruta es indispensable realizarlo en el menor tiempo posible antes de ser sumergida en la solución de ácido ascórbico, ya que, esto contribuye a minimizar el oscurecimiento de la pulpa que se manifiesta de una manera muy acelerada por el alto poder oxidante del mate.
- Se debe sumergir la pulpa de mate completamente en la solución de ácido ascórbico para lograr impedir al máximo el pardeamiento enzimático que ocurre con mayor rapidez cuando la superficie de corte se mantiene expuesta en contacto directo con el oxígeno.
- Realizar nuevas investigaciones acerca de las reacciones que producen las altas temperaturas dentro del proceso de cocción en las frutas, de acuerdo al pardeamiento enzimático, para determinar nuevas medidas

que eviten o disminuyan dicha problemática, evitando así el deterioro del producto final y reduciendo pérdidas económicas para la industria.

BIBLIOGRAFÍA

- ALIMENTAACCIÓN. 2013. Alteración de los alimentos: Pardeamiento. (En línea).VE. Consultado, 23 de abr. 2015. Formato html. Disponible en <http://www.alimenta-accion.com/2013/07/alteracion-de-los-alimentos.html>
- Alzamora, S; Guerrero, S; Nieto, A; Vidales, S. 2004. Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. (En Línea). Consultado, 04 de agos. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-y5771s.pdf>
- Aromateca. 2015. Control de Pardeamiento Enzimático. (En línea). AR. Consultado, 23 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en http://aromateca.com/main/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=80
- Bravo, K. y Muñoz, K. 2010. Desarrollo de un todo para la extracción de polifenol oxidasa de uchuva (*physalis peruviana* L.) y aislamiento por sistemas bifásicos acuosos. CO. Revista Vitae. Vol. 18. p 124-132.
- Cabrera, G y Muñoz, D. 2008. Aspectos Básicos De Refrigeración Para La Agroindustria. Popayán-CO. Revista Biotecnología en el Sector Agrario Y Agroindustrial. Vol. 6. p 81.
- Cabrera, I. 2005. Las plantas y sus usos en las islas de Providencia y Santa Catalina. 1 ed. Colombia. Programa Editorial Universidad del Valle. p 81.
- Castellanos, D; Algecira, N; Villota, C. 2011. Aspectos relevantes en el almacenamiento de banano en empaques con atmósferas modificadas. ME. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Vol. 12. p 116.
- Colorado, M. 2001. Elaboración de mermelada. (En línea). Consultado, 21 de febr. 2013. Formato PDF. Disponible en <http://avdiaz.files.wordpress.com>
- Control de alimentos. 2009. Alimentos perecederos. (En línea). Consultado, 12 de dic. 2015. Formato html. <http://alimentoatps.blogspot.com/2009/07/pardiamiento-enzimatico-en-frutas.html>
- Delmoro, J; Muñoz, D; Nadal, V; Clementz, A; Pranzetti, V. 2010. El color en los alimentos: determinación de color en mieles. AR. Revista Invenio. Vol. 13. p 146
- Denoya, G. 2011. Vitamina C: aditivo nutritivo y conservante. AR. Revista de Investigación Agropecuaria. Vol. 40. p 49.
- Denoya, G. y Ardanaz, M. 2012. Efecto de la aplicación de tratamientos combinados de aditivos sobre la inhibición del pardeamiento enzimático en

manzanas cv. Granny Smith mínimamente procesadas. AR. Revista de Investigaciones Agropecuarias. Vol. 38. p 93.

- Dussán-Sarria S; Honório S; Matias M. 2008. Resistencia mecánica, tasa respiratoria y producción de etileno de caqui 'Fuyu' durante el almacenamiento. Campina Grande-BR. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Vol. 12. p 57.
- Espitia, J. y Del Rosario, H. 2011. Química y biología del extracto etanólico del epicarpio de *Crescentia cujete* L. (totumo). CO. Revista cubana de plantas medicinales. Vol. 16. p 339.
- Flórez, E. 2010. Evaluación de la pulpa ensilada de totumo (*Crescentia cujete* L) en dos estados de maduración (Totumo Verde y Totumo Amarillo) como alternativa en la alimentación bovina. CO. Revista Temas Agrarios. Vol. 17. p 45.
- Galino, T. 2011. *Crescentia cujete* linneo más allá de un ornamento. (En línea).VE. Consultado, 23 de abr. 2015. Formato html. Disponible en <http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=255737>
- García, C; Giraldo, G; Hurtado, H; Mendivil, C. 2006. Cinética enzimática de la polifenol oxidasa del banano gros michel en diferentes estados de maduración. CO. Revista Vitae. Vol. 13. p 121.
- Gasull, E. y Becerra, D. 2006. Caracterización de Polifenoloxidasa Extraída de Pera (cv. Packam's Triumph) y Manzana. (cv. Red Delicious). AR. Revista Industria Alimentaria. Vol. 17. p 70.
- Gómez, M. 2011. Explotación sistemática del Totumo (*Crescentia cujete* L y *Crescentia alata* K) en Silvopastoreo, producción de forraje, frutos para alimentación animal y farmacopea. (En línea). CO. Consultado, 23 de abr. 2015. Formato html. Disponible en <https://silvopastoreo.wordpress.com/2011/05/20/13/>
- Hernández, C. 2009. Acción y efectos de la Polifenol Oxidasa en alimentos. (En Línea). Consultado el 10 de feb. De 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32464/1/hernandezvaldez.pdf>
- Ibarz, R; Pagán, J; Garza, S; Ibarz, A. 2010. Pardeamiento de zumos clarificados de limón tratados a altas temperaturas. PE. Revista Scientia Agropecuaria. Vol. 1. p 8.
- Insuasty, E; Apráez, E; Gálvez, A. 2013. Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de bosque muy seco tropical. Bogota-CO. Revista Ciencia Animal. Vol. 6. p 114.
- López, E; Martínez, M; Colinas, M; Bautista, C; Martínez, J; Rodríguez, J. 2014. Actividad antioxidante y enzimática de albahaca "Nufar" (*Ocimum basilicum*

- L.) almacenada en refrigeración. CR. Revista Agronomía Mesoamericana. Vol. 25. p 256.
- López, T; López, L; Ferrufino, L. 2014. Anatomía de los órganos vegetativos y reproductivos de *Crescentia alata* y *Crescentia cujete* (Bignoniaceae). HN. Revista Latin America Journals. Vol. 6. p 29.
- Lucas, J; Quinteros, V; Vasco, J; Mosquera, J. 2012. Evaluación de los parámetros de calidad de chips en relación con diferentes variedades de plátano (*Musa paradisiaca* L.). CO. Revista Lasallista de Investigación. Vol. 9. p 66, 70 y 72.
- Luna, G. 2007. Análisis fisicoquímico y evaluación del rendimiento de extracción del aceite de semilla de morro (*Crescentia Alata* hbk) proveniente de las regiones de Estanzuela, Zacapa y San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. Tesis. Ing. Química. Guatemala. p 36.
- Manayay, D; Ibarz, A. 2010. Modelamiento de la cinética de reacciones del pardeamiento no enzimático y el comportamiento reológico, en el proceso térmico de jugos y pulpas de fruta. PE. Revista Scientia Agropecuaria. Vol. 1. p 156.
- Moncada, L y Gualdrón, L. 2006. Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos. Bogotá-CO. Revista de investigación. Vol. 6. p 180-181.
- NTE INEN 2337. 2008. Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos. (En línea). EC. Consultado, 03 de nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2337.2008.pdf>
- NTE INEN 419. 1988. Mermelada de frutas, requisitos. (En línea). EC. Consultado, 23 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0419.1988.pdf>
- O'Brien, R. 2004. Fats and Oils. Formulating and Processing for Applications. 2 ed. USA. CRC Press. p 70.
- Orozco, W. 2012. Pardeamiento enzimático. (En línea). CO. Consultado, 21 de ago. 2015. Formato html. Disponible en <http://ccfruers.blogspot.com/2009/07/pardeamiento-enzimatico.html>
- Ospina, S y Cartagena, J. 2008. La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. Caldas-CO. Revista Lasallista de investigación. Vol. 5. p 76.
- Packer, L; Rosed, P; Tritschler, H; Ring, G; Azzi, A. 2000. Antioxidants and Diabetes Management. New. ed. New York. Marcel Dekker.zz. p 85.

- Petit, D; Terán, Y; Rojas B; Salinas, R; García, J; Báez, R. 2010. Efecto de las ceras comestibles sobre la calidad en frutos de papaya. ME. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Vol. 11. p 38.
- Pinto, M. 2011. Fauna silvestre asociada a ganado vacuno doble propósito en sistema de Silvopastoreo. CO. Revista MVZ Córdoba. Vol. 16. p 2735.
- Piña, P. y Arboleda, M. 2010. Efecto de dos ambientes lumínicos en el crecimiento inicial y calidad de plantas de *Crescentia cujete*. VE. Revista Biagro. Vol. 22. p 61-62.
- Pokorny, J; Yanishlieva, N; Gordon, M. 2001. Antioxidants in food. Practical applications. 1 ed. Florida. USA. CRC Press. p 28.
- Pulido, A. y Beristain, C. 2010. Encapsulación de ácido ascórbico mediante secado por aspersión, utilizando quitosano como material de pared. ME. Revista Mexina de Ingeniería Química. Vol. 9. p 189-195.
- Ramírez, I. 2014. La jícara y sus usos tradicionales en Yucatán, una vasija hecha del fruto de *Crescentia cujete* L. (Bignoniaceae). ME. Revista Herbario Cicy. Vol. 2. p 116.
- Recalde, C. 2015. Evaluación de las características físicoquímicas de *Crescentia Cujete* (totumo) de diferentes zonas de la provincia de Los Ríos, con la finalidad de proponer su aprovechamiento agroindustrial. Tesis. Ing. Agroindustrial. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Los Ríos, EC. p 9 - 10.
- Reis, R; Ramos, A; Regazzi, A; Minim, V; Stringueta, P. 2006. Almacenamiento de mango secado: análisis físicoquímico, microbiológico, color y sensorial. ME. Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria. Vol. 5. p 215 y 217.
- Ross, R. 2009. Handbook of Nutrition in the Aged. 4 ed. Florida. USA. CRC Press. p 75.
- Santacruz, E; Guerrero, E; Cerón, A. 2013. Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de bosque muy seco tropical. Bogotá, CO. Revista Ciencianinal. Vol. 6. p 114.
- Serra, H. y Cafaro, T. 2007. Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo. AR. Revista Bioquímica Clínica Latinoamericana. Vol. 41. p 525.
- Sikorski, Z y Kolakowska, A. 2003. Chemical and Functional Properties of Food Lipids. 3 ed. USA. CRC Press. p 180.
- Soler, A; Abellán, C; Núñez, E; Serrano, M; Pérez, A; Fortea, M; López, J. 2005. Caracterización cinética de polifenol oxidasa de uva de mesa var. Dominga. Inhibición del pardeamiento. ES. Revista Nutrición Hospitalaria. Vol. 20. p 212.

- Suarez, P. y Andreu, A. 2009. Pardeamiento enzimático: caracterización fenotípica, bioquímica y molecular en variedades de papa nativas de la Argentina. (En línea). AR. Consultado, 23 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.papaslatinas.org/v15n1p66.pdf>
- Villalobos, D. 2011. Evaluación física y química para evitar la oxidación en la pasta de aguacate mínimamente procesada. (En línea). PE. Consultado, 21 de ago. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/AGI/ADVE0000826.pdf>
- Von Atzingen, M; Machado, M. 2005. Evaluación de la textura y color de almidones y harinas en preparaciones sin gluten. ME. Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria. Vol. 4. p 320.
- Vulcanotec (Vulcano Tecnología Aplicada E.I.R.L.). 2010. Mermelada de frutas. (En línea). PE. Consultado, 21 de ago. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.vulcanotec.com/fichas/mermelada%20de%20frutas.pdf>
- Wildman, R. 2001. Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. 1 ed. Florida. USA. CRC Press. p 140.
- Zamora, D. 2007. Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. Santiago-CR. Revista Chilena de Nutrición. Vol. 34. p 17.

ANEXOS



Anexo 1: Equipos, materiales e insumos.



Anexo 2: Pelado y cortado de la materia prima (*Crescentia cujete*)



Anexo 3: Soluciones con diferentes porcentajes de ácido ascórbico (0,3% y 0.5%)



Anexo 4: Inmersión de la pulpa de mate en una solución de ácido ascórbico al 0,3% a 25°C.



Anexo 5: Inmersión de la pulpa de mate en una solución de ácido ascórbico al 0,3% a 4°C.



Anexo 6: Inmersión de la pulpa de mate en una solución de ácido ascórbico al 0,3% a 70°C.



Anexo 7: Inmersión de la pulpa de mate en una solución de ácido ascórbico al 0,5% a 25°C.



Anexo 8: Inmersión de la pulpa de mate en una solución de ácido ascórbico al 0,5% a 4°C.



Anexo 9: Inmersión de la pulpa de mate en una solución de ácido ascórbico al 0,5% a 70°C.



Anexo 10: Tratamientos antes de los análisis de colorimetría.



Anexo 11: Tratamientos antes de los análisis de colorimetría



Anexo 12: Elaboración del producto con el mejor tratamiento.

Anexo 13: INEN. Conservas vegetales, mermelada de frutas. Requisitos.

 COD: 994.894.152		AL 02/03-420
Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	CONSERVAS VEGETALES MERMELADA DE FRUTAS REQUISITOS	NTE INEN 419 Primera revisión 1988-05
1. OBJETO		
<p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las mermeladas de frutas.</p>		
2. TERMINOLOGIA		
<p>2.1 Mermelada de frutas. Es el producto obtenido por la cocción del ingrediente de fruta, como se define en el numeral 2.2, mezclado con azúcares, otros ingredientes permitidos y concentrado hasta obtener la consistencia adecuada.</p>		
<p>2.2 Ingrediente de fruta. Es el producto preparado a partir de:</p>		
<p>a) Fruta fresca, fruta entera, trozos de fruta, pulpa o puré de fruta, congelada, concentrada y/o diluida o conservada por algún otro método permitido.</p>		
<p>b) Fruta sana, comestible, de madurez adecuada y limpia, no privada de ninguno de sus componentes principales, con excepción de que esté cortada, clasificada o tratada por algún otro método para eliminar defectos tales como magullamientos, pedúnculos, partes superiores, restos, corazonas, hueso (pepitas) y que puede estar pelada o sin pelar.</p>		
<p>c) Que contenga todos los sólidos solubles naturales (extractivos) excepto los que se pierden durante la preparación de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.</p>		
<p>2.3 Consistencia adecuada. Es la que debe presentar la mermelada cuando:</p>		
<p>a) La textura sea firme, untosa, sin llegar a ser dura;</p>		
<p>b) en caso de usar trozos de fruta, éstos deben estar uniformemente dispersos en toda su masa.</p>		
<p>2.4 Otras materias vegetales extrañas. Porciones o partículas extrañas de materias vegetales extrañas inofensivas y que midan como máximo 5 mm en cualquier dimensión.</p>		
<p>2.5 Fruta dañada o manchada. Es la fruta o pedazos de la misma, cuya apariencia o calidad comestible están deterioradas por magulladuras, partículas oscuras, daños causados por insectos, hongos, bacterias, y áreas endurecidas.</p>		
<p>2.6 Cáscara y ojos. Cualquier trozo de epidermis incluyendo los "ojos" o partes de los mismos, que se eliminan normalmente cuando se prepara la fruta para la elaboración de la mermelada.</p>		
(Continúa)		

- 2.7 Semillas. Son aquellas semillas provenientes de la fruta que están o no completamente desarrolladas.
- 2.8 Cáscara manchada. Son pedazos de cáscara con manchas oscuras superficiales apreciables a simple vista.
- 2.9 Carozo. Es el hueso entero del durazno que se elimina en la preparación de la fruta para la elaboración de la mermelada.
- 2.10 Fragmentos de carozo. Pieza de hueso menor del equivalente de la mitad de un hueso y que pese por lo menos 5 miligramos.
- 2.11 Cáscara o piel. Cualquier trozo de epidermis que se elimina normalmente cuando se prepara la fruta para la elaboración de la mermelada.
- 2.12 Hojas. Cualquier partícula de hoja o bráctea que mida más de 5 mm en cualquier dimensión.

3. DISPOSICIONES GENERALES

- 3.1 El producto, así como la materia prima usada para elaborarlo, cumplirá con lo especificado en la Norma INEN 405.
- 3.2 Otras definiciones empleadas en esta norma constan en la Norma INEN 377.
- 3.3 La materia prima utilizada para elaborar la mermelada debe corresponder a las variedades comerciales para conserva que respondan a las características del fruto de:

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO
Mora	Rubus spp.
Frutilla	Fragaria sp
Piña	Anana sativa o comosa
Naranja	Citrus citensis o aurantium
Durazno	Prunus périca
Guayaba	Psidium guayaba L.
Membrillo	Cydonia vulgaris

- 3.4 La mermelada debe ser elaborada con 45 partes, en masa, del ingrediente de fruta original por cada 55 partes de los edulcorantes mencionados en el numeral 4.3.5.

4. REQUISITOS

- 4.1 La materia seca total de la mermelada debe ser, por lo menos \geq la más elevada que los azúcares totales como sacarosa ensayada de acuerdo con la norma ecuatoriana correspondiente (ver INEN 382).

(Continúa)

4.2 El producto estará exento de sustancias colorantes, saborizantes y aromatizantes artificiales y naturales extraños a la fruta.

4.3 Se podrán añadir al producto las siguientes sustancias:

4.3.1 Pectina, en la proporción necesaria de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.

4.3.2 Ácido cítrico, L-tartárico o málico, solos o combinados, en las cantidades necesarias para ayudar a la formación del gel, de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.

4.3.3 Conservantes: benzoato sódico, ácido sórbico o sorbato potásico solos o combinados, sin exceder del límite indicado en la Tabla 1.

4.3.4 Antioxidante: Ácido ascórbico en la proporción indicada en la Tabla 1.

4.3.5 Edulcorantes: Azúcar refinado, azúcar invertido, dextrosa o jarabe de glucosa. No se permite el uso de edulcorantes, artificiales.

4.3.6 Antiespumantes permitidos. No más de la cantidad necesaria para inhibir la formación de espuma, de acuerdo a las prácticas correctas de fabricación.

4.4 La mermelada presentará un color característico de la variedad o variedades de fruta empleada, distribuido uniformemente en toda su masa y libre de coloraciones extrañas por oxidación, elaboración defectuosa, enfriamiento inadecuado y otras causas.

4.5 El olor y sabor serán los característicos del producto, con ausencia de olores y sabores extraños.

4.6 El límite máximo de materias vegetales extrañas inocuas permitidas en la mermelada, será el indicado en el cuadro 1.

4.6.1 Cuando la unidad de tolerancia sea mayor que el contenido neto en gramos de los envases individuales, se sumará la masa de varios envases para llegar a la cantidad requerida de mermelada. Por ejemplo: en un lote que consista de envases de aproximadamente 500 g de masa, y con un cierto defecto permitido en 3 000 g, tal defecto estará permitido en un total de no más de 6 envases.

4.7 El producto debe estar exento de almidones, féculas y otros gelificantes que no sea la pectina.

4.8 La mermelada cumplirá, además, con lo especificado en la Tabla 1.

(Continúa)

Anexo 14: Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos.

COU: 6638 ICS: 67.280.20		CIR:3113 AL: 01.03-485
Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS.	NTE INEN 2 337:2008 2008-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los productos procesados que se expenden para consumo directo; no se aplica a los concentrados que son utilizados como materia prima en las industrias.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Jugo (zumo) de fruta.- Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.</p> <p>3.2 Pulpa (puré) de fruta.- Es el producto caroso y comestible de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.</p> <p>3.3 Jugo (zumo) concentrado de fruta.- Es el producto obtenido a partir de jugo de fruta (definido en 3.1), al que se le ha eliminado físicamente una parte del agua en una cantidad suficiente para elevar los sólidos solubles (° Brix) en, al menos, un 50% más que el valor Brix establecido para el jugo de la fruta.</p> <p>3.4 Pulpa (puré) concentrada de fruta.- Es el producto (definido en 3.2) obtenido mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la pulpa.</p> <p>3.5 Jugo y pulpa concentrado edulcorado.- Es el producto definido en 3.3 y 3.4 al que se le ha adicionado edulcorantes para ser reconstituido a un néctar o bebida, el grado de concentración dependerá de los volúmenes de agua a ser adicionados para su reconstitución y que cumpla con los requisitos de la tabla 1, ó el numeral 5.4.1</p> <p>3.6 Néctar de fruta.- Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no.</p> <p>3.7 Bebida de fruta.- Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</p> <p>4.1 El jugo y la pulpa debe ser extraído bajo condiciones sanitarias apropiadas, de frutas maduras, sanas, lavadas y sanitizadas, aplicando los Principios de Buenas Prácticas de Manufactura.</p> <p>4.2 La concentración de plaguicidas no deben superar los límites máximos establecidos en el Codex Alimentario (Volumen 2) y el FDA (Part. 193).</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		
DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.		

- 4.3 Los principios de buenas prácticas de manufactura deben propender reducir al mínimo la presencia de fragmentos de cáscara, de semillas, de partículas gruesas o duras propias de la fruta.
- 4.4 Los productos deben estar libres de insectos o sus restos, larvas o huevos de los mismos.
- 4.5 Los productos pueden llevar en suspensión parte de la pulpa del fruto finamente dividida.
- 4.6 No se permite la adición de colorantes artificiales y aromatizantes (con excepción de lo indicado en 4.7 y 4.9), ni de otras sustancias que disminuyan la calidad del producto, modifiquen su naturaleza o den mayor valor que el real.
- 4.7 Únicamente a las bebidas de fruta se pueden adicionar colorantes, aromatizantes, saborizantes y otros aditivos tecnológicamente necesarios para su elaboración establecidos en la NTE INEN 2 074.
- 4.8 Como acidificante podrá adicionarse jugo de limón o de lima o ambos hasta un equivalente de 3 g/l como ácido cítrico anhidro.
- 4.9 Se permite la restitución de los componentes volátiles naturales, perdidos durante los procesos de extracción, concentración y tratamientos térmicos de conservación, con aromas naturales.
- 4.10 Se permite utilizar ácido ascórbico como antioxidante en límites máximos de 400 mg/kg.
- 4.11 Se puede adicionar enzimas y otros aditivos tecnológicamente necesarios para el procesamiento de los productos, aprobados en la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, o FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.12 Se permite la adición de los edulcorantes aprobados por la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, y FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.13 Sólo a los néctares de fruta pueden añadirse miel de abeja y/o azúcares derivados de frutas.
- 4.14 Se pueden adicionar vitaminas y minerales de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1 334-2 y en las otras disposiciones legales vigentes.
- 4.15 La conservación del producto por medios físicos puede realizarse por procesos térmicos: pasteurización, esterilización, refrigeración, congelación y otros métodos adecuados para ese fin; se excluye la radiación ionizante.
- 4.16 La conservación de los productos por medios químicos puede realizarse mediante la adición de las sustancias indicadas en la tabla 15 de la NTE INEN 2 074.
- 4.17 Los productos conservados por medios químicos deben ser sometidos a procesos térmicos.
- 4.18 Se permite la mezcla de una o más variedades de frutas, para elaborar estos productos y el contenido de sólidos solubles ("Brix"), será ponderado al aporte de cada fruta presente.
- 4.19 Puede añadirse jugo obtenido de la mandarina *Citrus reticulata* y/o híbridos al jugo de naranja en una cantidad que no exceda del 10% de sólidos solubles respecto del total de sólidos solubles del jugo de naranja.
- 4.20 Puede añadirse jugo de limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f. *Citrus limonum* Rissa) o jugo de lima (*Citrus aurantifolia* (Christm.), o ambos, al jugo de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a jugos no endulzados.
- 4.21 Puede añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, hasta 5 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro a néctares de frutas.
- 4.22 Puede añadirse al jugo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L) sal y especias así como hierbas aromáticas (y sus extractos naturales).

(Continúa)

4.23 Se permite la adición de dióxido de carbono, mayor a 2 g/kg, para que al producto se lo considere como gasificado.

4.24 A las bebidas de frutas cuando se les adicione gas carbónico se las considerará bebidas gaseosas y deberán cumplir los requisitos de la NTE INEN 1 101.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos para los jugos y pulpas de frutas

5.1.1 El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.2 La pulpa debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.3 El jugo y la pulpa debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.1.4 Requisitos físico-químico

5.1.4.1 Los jugos y las pulpas ensayados de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

5.2 Requisitos específicos para los néctares de frutas

5.2.1 El néctar puede ser turbio o claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta o frutas de las que procede.

5.2.2 El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.2.3 Requisitos físico-químicos

5.2.3.1 El néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389).

5.2.3.2 El contenido mínimo de sólidos solubles ("Brix) presentes en el néctar debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa, referido en la tabla 2 de la presente norma.

(Continúa)



LABORATORIOS
ave
Servicios en alimentos



INFORME DE ENSAYOS

Fecha de informe:	04/12/2015	Orden:	9586	N° de Informe:	0610-15	Página:	1/2
-------------------	------------	--------	------	----------------	---------	---------	-----

INFORMACIÓN DEL CLIENTE:							
Nombre:	EVELYN LIBERTY VEJES PABRINC						
Dirección:	CALCETA - MANABI - VIA CHONE - VIA CARUTO						
Teléfono:	05 - 2732704	Fax:	-	E-Mail:			

DATOS DE LA MUESTRA:							
Tipo de Muestra: Pulpa y Urcados							
Nombre: PULPA DE MATE							
Descripción: Fruta							
Lote:	-	Fecha de Fab.	-	Fecha de Exp.	-		
Contenido Declarado:	-	Cantidad Recibida:	1 de 1.502 g (3 U)	Condición:	Normal, Fenda plástica		
Fecha de Recepción:	26/11/2015	Cod. de Laboratorio:	PD-C-303-26-11-15	Forma de conservación:	Ambiente		
				Muestra:	Realizado por el cliente		

RESULTADOS						
ANÁLISIS QUÍMICOS						
Fecha de Análisis:	27/11/2015	Página:	8 de 8.3.0:	11173		
Condiciones Ambientales:		Temperatura:		22°C - 23°C	Humedad relativa:	24% - 62%

Parámetro	Unidad	Resultado	Incertidumbre	Requisitos	Método de Referencia
Humedad ¹⁾	g%	62,89	-	-	AOAC 1978.02B.15.1
Cenizas ²⁾	g%	0,39	-	-	AOAC 1978.04C.26
Proteínas (N x 6,25) ³⁾	g%	0,71	± 0,03	-	AOAC 1978.02B.15.1
Ácidos org. Ác. Clóricos ⁴⁾	g%	0,14	± 0,01	-	AOAC 1978.04C.13.A
Grados Bréa a 20°C/20°C ⁵⁾	°B	6,28	-	-	AOAC 1978.03C.14.C
pH a 25°C/25°C ⁶⁾	-	3,09	-	-	AOAC 1978.09B.12
Densidad ⁷⁾	g/ml	0,9203	-	-	AOAC 1978.05D.28
Fibra ⁸⁾	g%	3,44	-	-	INER NTE 05+2
Carbohidratos por diferencia ⁹⁾	g%	6,31	-	-	CALCULO
Energía Alimenticia ¹⁰⁾	kcal/100g de muestra	20,08	-	-	MMQ-114

Los ensayos realizados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del IAD

(a) Este parámetro no se encuentra dentro del alcance de acreditación A2/A

Anexo 15: Resultados bromatológicos de la pulpa de mate.



INFORME DE ENSAYO No: 16-027
INSTITUCIÓN: ESTATO EXPERIMENTAL SANTA CATARINA
ATENCIÓN: Sr. Evelyn Véliz
FECHA DE RECEPCIÓN: 14 de febrero del 2016
HORA DE RECEPCIÓN: 09:00
ANÁLISIS SOLICITADO: Color

ANÁLISIS	COLOR	IDENTIFICACIÓN
METODO REF.	REFLAB	
UNIDAD		
16-0171	Color verde, tono 68,78, claridad 24, saturación 4,72	Pulpa de Mate T1 R1
16-0172	Color verde, tono 68,17, claridad 24,11, saturación 3,07	Pulpa de Mate T1 R2
16-0173	Color amarillo, tono 72,70, claridad 24,44, saturación 7,83	Pulpa de Mate T2 R1
16-0174	Color azul-verde, tono 69,18, claridad 30,4, saturación 0,90	Pulpa de Mate T2 R2
16-0175	Color amarillo, tono 70,75, claridad 32,95, saturación 10,18	Pulpa de Mate T2 R3
16-0176	Color amarillo, tono 70,87, claridad 27,45, saturación 0,65	Pulpa de Mate T3 R1
16-0177	Color amarillo, tono 67,21, claridad 30,7, saturación 8,36	Pulpa de Mate T3 R2
16-0178	Color amarillo, tono 70,09, claridad 38,52, saturación 10,37	Pulpa de Mate T4 R3
16-0179	Color verde amarillo, tono 219,2, claridad 34,80, saturación 3,03	Pulpa de Mate T5 R1
16-0180	Color verde amarillo, tono 216,83, claridad 27,97, saturación 7,08	Pulpa de Mate T5 R3
16-0181	Color verde amarillo, tono 226,6, claridad 24,35, saturación 7,08	Pulpa de Mate T6 R1
16-0182	Color verde amarillo, tono 103,84, claridad 37,37, saturación 7,08	Pulpa de Mate T6 R3

Los ensayos marcados con **Q** se reportarán en bases de datos.
OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

[Firma]
RESPONSABLE DE CALIDAD



[Firma]
Dr. María Antonia Román
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento es propiedad de INIAP y su contenido no debe ser divulgado sin la autorización expresa del laboratorio. Los resultados serán válidos solo cuando se realicen con el equipo de ensayo. NOTA 20: De acuerdo a las especificaciones técnicas de cada ensayo, se deberá utilizar el equipo de ensayo correspondiente. La validez de los resultados dependerá de la calibración y mantenimiento de los equipos de ensayo. La validez de los resultados será válida por un periodo de 30 días hábiles.

Activar Ina Con

Código (LSAIA)	Id. Cliente	(Luminosidad o claridad) L	(Croma) C	(Tono o matiz) H	INTERPRETACIÓN
160171	T1R1	24,22±1,88	4,72±0,75	68,78±7,22	Color verde, tono 68,78, claridad 24, saturación 4,72
160172	T1R2	24,11±6,78	3,07±3,07	68,17±9,01	Color verde, tono 68,17, claridad 24,11, saturación 3,07
160173	T2R1	24,44±3,16	7,83±1,12	72,70±2,23	Color amarillo, tono 72,70, claridad 24,44, saturación 7,83
160174	T2R2	30,4±2,25	0,90±0,90	69,18±1,47	Color azul-verde, tono 69,18, claridad 30,4, saturación 0,90
160175	T2R3	32,95±3,89	10,178±0,35	70,752±3,19	Color amarillo, tono 70,75, claridad 32,95, saturación 10,18
160176	T3R1	27,45±1,17	0,65±0,65	70,87±2,33	Color amarillo, tono 70,87, claridad 27,45, saturación 0,65
160177	T3R2	30,7±3,89	8,36±0,35	67,2175±3,19	Color amarillo, tono 67,21, claridad 30,7, saturación 8,36
160178	T4R3	38,52±0,99	10,37±0,98	70,09±2,03	Color amarillo, tono 70,09, claridad 38,52, saturación 10,37
160179	T5R1	34,80±0,30	3,03±0,31	219,2±2,14	Color verde amarillo, tono 219,2, claridad 34,80, saturación 3,03
160180	T5R3	27,97±1,09	7,08±0,45	216,83±1,68	Color verde amarillo, tono 216,83, claridad 27,97, saturación 7,08
160181	T6R1	24,35±1,45	7,08±0,64	226,6±4,13	Color verde amarillo, tono 226,6, claridad 24,35, saturación 7,08
160182	T6R3	37,37±0,53	7,08±0,43	103,84±4,73	Color verde amarillo, tono 103,84, claridad 37,37, saturación 7,08

Anexo 16: Resultados de análisis colorimétrico de la pulpa de mate.