

“Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú”



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**« EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE ESCALDADO EN LA
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE COCONA (*Solanum
Sessiliflorum* Dunal) Y CARAMBOLA (*Averrhoa Carambola* L.) »**

TESISTAS: Bach. ADAN ARAPA PUMA

Bach. DELIA CAHUANA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUERTO MALDONADO – PERÚ

– 2015 –

“Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú”



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**« EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE ESCALDADO EN LA
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE COCONA (*Solanum
Sessiliflorum* Dunal) Y CARAMBOLA (*Averrhoa Carambola* L.) »**

TESISTAS: Bach. ADAN ARAPA PUMA

Bach. DELIA CAHUANA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUERTO MALDONADO – PERÚ

– 2015 –

DEDICATORIA

Con mucho cariño a nuestros padres: Agustín y Lorenza, Casiano y Sabina que nos dieron la vida y han estado en todo momento. Gracias por todo, por darnos una carrera para nuestro futuro y por creer en nosotros, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándonos y brindándonos todo su amor, por todo esto les agradecemos de todo corazón el que estén a nuestro lado.

A nuestros hermanos: Eloy, Elver y Nelson, Percy y Roxana, gracias por estar con nosotros y apoyándonos siempre, los queremos mucho.

Adan y Delia.

AGRADECIMIENTO

Nuestro Agradecimiento especial al Dr. Rosel Quispe Herrera y a su esposa la Dra. Yolanda Paredes Valverde, por su asesoramiento, orientación, exigencia, paciencia, motivación y rigurosidad en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los jurados de la tesis por el tiempo brindado en el desarrollo de la investigación.

Al Mgt. Quím. Leoncio Solís Quispe, Quím. Ciro Tomaylla Cruz, Quím. Jaqueline Aragón Alencastre, por el apoyo brindado en la ciudad del Cusco y a la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco por brindar sus laboratorios que ha permitido el desarrollo de la presente tesis.

A nuestros tíos, quienes no solo han sido mi ejemplo de vida, sino un apoyo decisivo en cada momento.

A nuestros abuelitos, Francisco y Victoria.

A nuestros amigos, en especial a Milagros y Dante por ser incondicionales.

A los señores Bernabe Trinidad Duran y Alberta Nazar Flores, del centro poblado santa rosa por las facilidades para la recolección de los frutos de cocona.

A todos nuestros docentes de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial por haber contribuido en nuestra formación.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, por las facilidades brindadas que hicieron posible el desarrollo de la investigación.

PRESENTACIÓN

La presencia de antioxidantes naturales en los alimentos es importante, no solo porque estos compuestos contribuyen a definir las características organolépticas y a preservar la calidad nutricional de los productos que los contiene, sino además, porque al ser ingeridos, ayuda a preservar en forma considerable la salud de los individuos que los consumen.

En efecto la recomendación de aumentar la ingesta de alimentos ricos en antioxidantes naturales es, en la actualidad, considerada una de las formas más efectivas de reducir el riesgo de desarrollo de aquellas enfermedades coránicas que más limitan la calidad de vida de la población.

Dentro del procesamiento tecnológico, el tratamiento térmico es una de las principales causas del cambio en el contenido de antioxidantes naturales en los alimentos. Diferentes métodos de conservación de alimentos pueden ser responsables de un aumento o disminución de la acción antioxidante, y depende de varios factores, tales como estructura química, potencial de óxido-reducción, ubicación en la matriz y posibles interacciones con otros componentes de los alimentos.

Mediante este estudio se pretendió conocer el efecto de la temperatura y tiempo de escaldado en la capacidad antioxidante de la pulpa de cocona (*Solanum Sessiliflorum* Dunal) y carambola (*Averrhoa Carambola* L.) siendo que el trabajo de investigación propuesto, se centró en los siguientes aspectos:

CAPÍTULO I: que consta del marco teórico en la que se describe los antecedentes de la investigación y la parte teórica que dan sustento al trabajo. CAPITULO II: los métodos y materiales que describe la obtención de la muestra y la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación. CAPITULO III: constituido por los resultados obtenidos y finalmente las conclusiones y recomendaciones a los que se llegó después de la investigación.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. COCONA (<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal).....	8
1.2.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA	8
1.2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	9
1.2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	9
1.2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA	10
1.3. CARAMBOLA (<i>Averrhoa carambola</i> L.)	10
1.3.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA	11
1.3.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.....	11
1.3.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	11
1.3.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA	12
1.4. ANTIOXIDANTES	12
1.4.1. CAROTENOIDES	15
1.4.2. VITAMINA C	15
1.4.3. COMPUESTOS FENÓLICOS	16
1.5. ESTRÉS OXIDATIVO Y DEFENSA ANTIOXIDANTE	20
1.6. RADICALES LIBRES	21
1.7. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL	21
1.8. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	22
1.9. PULPA DE FRUTA	23
1.9.1. PROCESO DE OBTENCIÓN DE PULPA DE FRUTA.....	25
1.10. ANÁLISIS SENSORIAL.....	30
1.11. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	30
CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS	32
2.1. MATERIALES	32
2.1.1. MATERIA VEGETAL.....	32
2.1.2. INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	32
2.2. METODOLOGÍA.....	34
2.2.1. IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA	34
2.2.2. TOMA DE MUESTRA	34

2.2.3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.....	35
2.2.4. OBTENCIÓN DE LA PULPA	36
2.2.5. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.....	40
2.2.6. ANÁLISIS FITOQUÍMICO CUALITATIVO	40
2.2.7. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	40
2.2.8. REALIZACIÓN DE ANÁLISIS SENSORIAL DE LA PULPA OBTENIDA, MEDIANTE PRUEBAS DE MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN.....	43
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
3.1. DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	44
3.2. DEL ANÁLISIS FITOQUÍMICO	44
3.3. DE LA DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	45
3.3.1. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA FRUTA	45
3.3.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE COCONA.....	46
3.3.3. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE CARAMBOLA	50
3.4. VARIACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRUTO Y PULPA OBTENIDA.....	54
3.5. DEL ANÁLISIS SENSORIAL.....	57
3.5.1. PULPA DE COCONA.....	58
3.5.2. PULPA DE CARAMBOLA	60
CAPITULO IV: CONCLUSIONES	63
CAPITULO V: RECOMENDACIONES	64
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 01.	Composición química de la cocona en 100 g de pulpa.....	10
Tabla 02.	Composición de la carambola en base a 100 g de la parte comestible....	12
Tabla 03.	Concentración relativa de compuestos fenólicos en tejidos vegetales....	17
Tabla 04.	Propiedades organolépticas atribuidas a los compuestos fenólicos.....	17
Tabla 05.	Estructura química de ácidos fenólicos.....	18
Tabla 06.	Operaciones generales en la obtención de pulpas.....	24
Tabla 07.	Procedimiento para obtener la curva patrón.....	41
Tabla 08.	Procedimiento para determinar la capacidad antioxidante de los frutos y pulpas obtenidas de cocona.....	42
Tabla 09.	Procedimiento para determinar la capacidad antioxidante de los frutos y pulpas obtenidas de carambola.....	42
Tabla 10.	Humedad de las muestras frescas.....	44
Tabla 11.	Análisis fitoquímico cualitativo de los frutos y pulpa obtenida.....	44
Tabla 12.	Capacidad antioxidante de las frutas.....	45
Tabla 13.	Datos de la capacidad antioxidante (mg equivalentes de Ácido ascórbico/100 g) de la pulpa de cocona.....	46
Tabla 14.	Pruebas de normalidad para las temperaturas de escaldado.....	47
Tabla 15.	Análisis de varianza de dos factores, de los efectos en la capacidad antioxidante de la cocona.....	47
Tabla 16.	Matriz de comparaciones por pares de la pulpa de cocona.....	49
Tabla 17.	Medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.....	50
Tabla 18.	Datos de la capacidad antioxidante (mg equivalentes de Ácido ascórbico/100 g) de la pulpa de carambola.....	50
Tabla 19.	Pruebas de normalidad para las temperaturas.....	51
Tabla 20.	ANOVA de los efectos en la capacidad antioxidante de la carambola.....	51
Tabla 21.	Matriz de comparaciones por pares de la pulpa de carambola.....	53
Tabla 22.	Medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.....	54
Tabla 23.	Puntajes de escala hedónica para la pulpa de cocona.....	58
Tabla 24.	ANOVA de la evaluación sensorial de la pulpa de cocona.....	58
Tabla 25.	Valor crítico de la prueba de Duncan para la pulpa de cocona.....	59
Tabla 26.	Matriz comparación de medias de los tratamientos.....	59
Tabla 27.	Medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.....	60
Tabla 28.	Puntajes de escala hedónica para la pulpa de cocona.....	60

Tabla 29.	ANOVA de la evaluación sensorial de la pulpa de carambola.....	61
Tabla 30.	Valor crítico de la prueba de Duncan para la pulpa de carambola.....	62
Tabla 31.	Matriz comparación de medias de los tratamientos.....	62
Tabla 32.	Medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01. Planta y fruto de cocona.....	08
Figura 02. Planta y fruto de la carambola.....	10
Figura 03. Estructura general de los flavonoides.....	19
Figura 04. Estructura química de los flavonoides.....	20
Figura 05. Diagrama del proceso obtención de pulpa de fruta.....	25
Figura 06. Diagrama de flujo de la obtención de pulpa de cocona.....	36
Figura 07. Diagrama de flujo de la obtención de pulpa de carambola.....	38
Figura 08. Medias estimadas de capacidad antioxidante de pulpa de cocona.....	48
Figura 09. Medias estimadas de capacidad antioxidante de pulpa de carambola....	52
Figura 10. Variación de la capacidad antioxidante de la fruta y pulpa obtenida de cocona.....	54
Figura 11. Variación de la capacidad antioxidante de la fruta y pulpa obtenida de carambola.....	56
Figura 12. Certificado de identificación botánica.....	74
Figura 13. Valores críticos (Valores Q) de la nueva prueba de Amplitud Múltiple de Duncan al nivel de significancia de 5%.....	79
Figura 14. Muestreo de frutos de cocona.....	80
Figura 15. Recolección de frutos de carambola.....	80
Figura 16. Lavado y desinfección de utensilios.....	81
Figura 17. Utensilios desinfectados.....	81
Figura 18. Selección y pesado de frutos de cocona.....	82
Figura 19. Selección y pesado de frutos de carambola.....	82
Figura 20. Lavado y desinfección de frutos de cocona.....	83
Figura 21. Lavado y desinfección de frutos de carambola.....	83
Figura 22. Escaldado de los frutos de cocona.....	84
Figura 23. Escaldado de los frutos de carambola.....	84
Figura 24. Pulpeado de la cocona.....	85
Figura 25. Pulpeado de la carambola.....	85
Figura 26. Refinado de la pulpa de cocona.....	86
Figura 27. Refinado de la pulpa de carambola.....	86
Figura 28. Pulpa de cocona.....	87
Figura 29. Pulpa de carambola.....	87
Figura 30. Pesado de la muestra.....	88

Figura 31. Muestras diluidas.....	88
Figura 32. Calentado de las muestras.....	89
Figura 33. Muestras para determinación de antioxidantes.....	89
Figura 34. Muestras para determinación de antioxidantes.....	90
Figura 35. Curva patrón.....	90
Figura 36. Determinación de fitoquímicos.....	91
Figura 37. Prueba de preferencia a refrigerios del mercado tres de mayo.....	91

RESUMEN

Las tecnologías térmicas son las que más se utilizan para adquirir alimentos con valor nutritivo y funcional; sin embargo, estas disminuyen su contenido de vitaminas y otros nutrientes. La duración del escaldado varía según el método empleado, la especie, dimensiones, madurez y la temperatura a que se realice el mismo, sirviendo de base para la realización de la presente investigación, dada la importancia que tienen los antioxidantes de las frutas como alimentos nutritivos y funcionales, este estudio evaluó el efecto de la temperatura y tiempo de escaldado sobre la capacidad antioxidante de pulpa de la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y carambola (*Averrhoa carambola* L.) El desarrollo experimental consistió en trabajar a temperaturas de: 85, 90 y 95 °C y tiempos: 15, 20 y 25 min., para la obtención de la pulpa de cocona y a temperaturas de: 80, 85 y 90 °C; y tiempos de: 5, 10 y 15 min. para la obtención de pulpa de carambola evaluados estadísticamente mediante el diseño factorial de dos factores con 3 repeticiones. El cálculo estadístico del ANOVA y TUKEY se realizó con el software SPSS 20. El análisis fitoquímico cualitativo de las frutas y pulpas, se realizó aplicando las reacciones generales de caracterización, descritas por (Valencia, 1995) y (Lock, 1988). De los cuales se evidencio mayor variedad de metabolitos secundarios como compuestos fenólicos, alcaloides y taninos en la cocona que en la carambola. En las pulpas obtenidas se verifica la variación de los compuestos fenólicos. El método empleado para determinar la capacidad antioxidante consistió en la formación del complejo azul del Fósforo-Molibdeno (V), de los cuales la fruta de la carambola presentó 268.0 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g mayor que la cocona 112.5 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g. Sin embargo el escaldado incrementó la capacidad antioxidante en la pulpa de cocona mientras que en la pulpa de carambola disminuyo. Del estudio a un nivel de confianza del 99% y 95%, existe diferencias significativas entre los tratamientos, por tanto, los factores temperatura y tiempo de escaldado producen efectos sobre la capacidad antioxidante de las pulpas de cocona y carambola. La evaluación sensorial atributo sabor, tanto al 99% y 95%, existe diferencias significativas entre las muestras de pulpa de cocona y carambola.

Palabras clave: Cocona, Carambola, Capacidad antioxidante, Escaldado y Pulpa.

ABSTRACT

Thermal technologies are the ones that are used to buy food with nutritional and functional value; however, these decrease the content of vitamins and other nutrients. The duration of blanching varies the method, species, size, maturity and the temperature at which it is performed, providing a basis for conducting this investigation, given the importance of antioxidants from fruits and nutritious food and functional, this study evaluated the effect of temperature and time of blanching on the antioxidant capacity of pulp Peach tomato (*Solanum sessiliflorum* Dunal) and star fruit (*Averrhoa carambola* L.). Experimental development was to work at temperatures of 85, 90 and 95 ° C and times: 15, 20 and 25 min, for pulping peach tomato and temperatures: 80, 85 and 90 °C. and time: 5, 10 and 15 min. for pulping carom evaluated statistically by the factorial design of two factors with 3 replications. The statistical ANOVA and Tukey calculation was performed using SPSS software 20. The qualitative phytochemical analysis of fruit and pulps was performed by applying the general characterization reactions, described by (Valencia, 1995) and (Lock, 1988). Of which greater variety of secondary metabolites as phenolics, alkaloids and tannins are evident in the peach tomato in the carom. In pulps obtained variation of phenolic compounds is verified. The method used to determine the antioxidant capacity consisted blue complex formation Phosphorus-molybdenum (V), of which star fruit fruit provided 268.0 mg ascorbic acid / 100 g greater than peach tomato 112.5 mg ascorbic acid / 100 g . However it is blanching increased antioxidant capacity peach tomato pulp while the pulp was decreased star fruit. Study to a confidence level of 99% and 95%, there are significant differences between treatments, thus factors blanching temperature and time produce effects on the antioxidant capacity of the pulps peach tomato and star fruit. Flavor attribute sensory evaluation, both 99% and 95%, there are significant differences between samples peach tomato pulp and star fruit.

Keywords: Peach tomato, Star fruit, antioxidant capacity, Blanching and Pulp.

INTRODUCCIÓN

En la selva amazónica del Perú encontramos una gran cantidad de frutales nativos, dentro de ellos se encuentra cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), una Solanaceae conocida (Anteparra et al., 2012) que posee un aroma y sabor incomparable y sus características organolépticas hacen de ella un producto agroindustrial excepcional. Por su potencial de actividad biológica (Cardona, 2011), composición nutricional puede constituirse en una alternativa alimenticia para personas que sufren padecimientos como obesidad, diabetes y ciertos tipos de cáncer. Por su alto contenido de pectina, antioxidantes y carbohidratos y elevada productividad en su cultivo, es utilizada normalmente en la agroindustria para la elaboración de productos refrescos, bebidas energizantes, complementos vitamínicos, salsas y mermeladas, entre otros (Argote et al., 2013). La carambola (*Averrhoa carambola* L.) pertenece a la familia Oxalidaceae, y es un fruto considerado como exótico por su distintiva forma de estrella en la sección transversal, su particular sabor y color (Siller et al., 2004), contiene compuestos polifenólicos, como los taninos y vitamina C, haciendo que la fruta obtenga una alta capacidad antioxidante. Cuando esta fruta es consumida permite bloquear y eliminar los radicales libres del ser humano, evitando el infarto, colesterol, cáncer al colon, enfermedades hepáticas, problemas prostáticos y enfermedades de la piel (Martínez, 2011) Estas características le han proporcionado un mercado potencial considerable para combinarse en ensaladas y bebidas, además de su consumo como fruto fresco y procesado (Siller et al., 2004). Sin embargo uno de los grandes problemas al comercializar e industrializar ambas frutas, es el pardeamiento enzimático debido principalmente a la acción de la enzima polifenoloxidasas el cual confiere un aspecto indeseable para el consumidor y que es un problema de primera magnitud en la industria alimentaria y se reconoce como una de las principales causas de pérdida de calidad y valor comercial (Hernández, 2009). En la actualidad los tratamientos que reciben ciertos alimentos como las frutas, se enfocan principalmente en obtener productos con una mayor vida comercial, pero que ante todo sean seguros para los consumidores. Las tecnologías térmicas son las que más se han utilizado para conseguir estos fines; sin embargo, este tipo de tratamientos inciden negativamente sobre ciertos componentes del alimento, disminuyendo su

contenido de vitaminas y otros nutrientes, (Gavilánez, 2013). La duración del escaldado varía según el método empleado, la especie y variedad del producto, sus dimensiones, estado de madurez y principalmente la temperatura a que se realice el mismo (Fernández, 2008) Los planteamientos expuestos anteriormente, sirvieron de base para la realización de la presente investigación, dada la importancia que tienen las frutas como fuente de antioxidantes, este estudio evaluó el efecto de la temperatura y tiempo de escaldado sobre la capacidad antioxidante de pulpa de la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y carambola (*Averrhoa carambola* L.) Estableciendo como objetivo general: Determinar el efecto de la temperatura y tiempo de escaldado en la capacidad antioxidante de la pulpa de *Solanum sessiliflorum* Dunal y *Averrhoa carambola* L.

Y objetivos específicos:

- ✓ Realizar el análisis fitoquímico antes y después del proceso de obtención de pulpa.
- ✓ Determinar la capacidad antioxidante de los frutos.
- ✓ Determinar la capacidad antioxidante de la pulpa obtenida.
- ✓ Realizar un análisis sensorial para las pulpas obtenidas

La hipótesis planteada, fue: La temperatura y tiempo de escaldado tiene efecto sobre los compuestos como ácido ascórbico, carotenoides, compuestos fenólicos y flavonoides que presentan capacidad antioxidante de la pulpa de *Solanum sessiliflorum* Dunal y *Averrhoa carambola* L. Las variables estudiadas son: temperatura y tiempo de escaldado, Capacidad antioxidante. Los 10 kg de frutos de coconas fueron recolectados de una población de 2500 plantas aproximadamente con una producción de 3 kilos por planta traduciéndose a 7500 kg provenientes del Km 4 Puerto Trujillo del centro poblado Santa Rosa (Kilómetro 143-145 de la carretera interoceánica), distrito Inambari. Los 10 kg frutos de carambola fueron recolectados de una hectárea árboles de carambolas provenientes del sector centro pastora carretera a tres islas, distrito Tambopata, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios, frutos maduros y aparentemente sanos; mediante un muestreo no probabilístico e intencionado, se realizó por la mañana.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

Zaro M. (2014), en su trabajo de “Análisis de factores que afectan la acumulación, distribución y estabilidad de antioxidantes de naturaleza fenólica en berenjena (*Solanum melongena* L.)” ha reportado que los frutos de berenjenas sometidos a tratamientos térmicos por medio de diversas técnicas, conservan o aumentan su capacidad antioxidante y los hacen en mayor medida que una amplia gama de otros productos vegetales.

Morillas J. y Delgado J. (2012), en el estudio “Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales”, mencionan que la carambola (*Averrhoa carambola* L.), es otra fruta exótica que presentó una gran capacidad antioxidante basado en el uso del radical libre estable DPPH¹ (119.94 ± 0.04 mM TEAC²/g), siendo éste valor también inferior al reportado por Muñoz *et al.* (2007) quienes indican un valor de 890 mM TEAC/g fruta. Los fenoles contribuyen a la actividad antioxidante de manera determinante. Los compuestos Fenólicos Totales (Índice de Folin- Ciocalteu), en la carambola (*Averrhoa carambola* L.) (1140.26 ± 0.02 µg GA/g) se encuentran principalmente antioxidantes como el ácido ascórbico (alta concentración) y carotenos.

Bravo S. (2012), en su trabajo de investigación “Optimización del contenido y disponibilidad del licopeno y otros compuestos bioactivos en tomate y productos elaborados con tomate”. En este sentido, el tratamiento térmico de alimentos es uno de los factores que pueden afectar la biodisponibilidad del licopeno y por lo tanto favorecer su absorción. Este hecho está basado en parte en el proceso de isomerización que sufre el licopeno cuando es sometido a un tratamiento térmico, produciéndose la transición de las formas all-trans a los isómeros cis. Estos isómeros presentan mayor biodisponibilidad, además de mostrar mayor capacidad antioxidante.

¹**DPPH:** Método muy usado se basa en la estabilidad del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil, la cual se atribuye a la deslocalización del electrón desapareado

²**TEAC:** Capacidad antioxidante equivalente a Trolox.-mide la capacidad antioxidante de una sustancia dada, en comparación con el estándar de Trolox.

Aristizabal J. (2012), en el trabajo de tesis “Caracterización preliminar de la enzima polifenoloxidasa en la carambola (*Averrhoa carambola* L.) y su relación con el potencial antioxidante”, las pruebas fitoquímicas permitieron detectar la presencia de algunos metabolitos secundarios. Siendo que la actividad antioxidante parece no ser exclusiva de los compuestos de naturaleza fenólica sino más bien de algunas vitaminas, terpenos, ácidos grasos, esteroides etc., otorgando al vegetal posibilidades de uso en la industria farmacológica, sobresaliendo en este campo los frutos en el estadio verde.

Aristizabal J. et al. (2012) en el artículo de investigación “Composición química y cinética enzimática de la polifenoloxidasa de *Averrhoa carambola* L. en diferentes estados de maduración”, cuantificó algunos fitocompuestos del fruto en tres estadios de maduración. El contenido de fenoles (272,76 mg/g), flavonoides (53,73 mg/g) y taninos (12,2 mg/g) es más alto en los frutos verdes que en los maduros siendo el contenido de fenoles (61,33 mg/g), flavonoides (26,87 mg/g) y taninos (8,49 mg/g) respectivamente.

Rincón A. et al. (2011), determinaron la “Actividad antioxidante y contenido de polifenoles en frutos de tujíro (*Solanum sessiliflorum* Dunal) provenientes del Amazonas Venezolano”, de tres variedades denominadas «perita», «manzano» y «piquito». Donde evaluaron por separado, las pulpas contentivas de piel y las semillas de cada una de las tres variedades. Realizaron una extracción sólido-líquido con una mezcla de solventes para evaluar los polifenoles totales y la capacidad antioxidante. El contenido de polifenoles totales, evaluados por el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, de las semillas de las tres variedades estuvo en el orden de 557 a 788 mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de muestra seca y las pulpas entre 1031 a 1392 mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de muestra seca. Todos los extractos mostraron una buena capacidad antioxidante utilizando el método del radical DPPH. Los frutos, podrían constituir una fuente promisorio para obtención de alimentos funcionales, con beneficios terapéuticos en la prevención de enfermedades asociadas al estrés oxidativo.

Martínez B. (2011), en su proyecto “Análisis bromatológico del carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y determinación de su capacidad antioxidante”, menciona que la fruta contiene compuestos polifenólicos, como los taninos y vitamina C, haciendo que la fruta obtenga una alta capacidad antioxidante. Cuando esta fruta es consumida permite bloquear y eliminar los radicales libres del ser humano, evitando el infarto, colesterol, cáncer al colon, el envejecimiento prematuro, mal de Alzheimer, arteriosclerosis, enfermedades hepáticas, problemas prostáticos y enfermedades de la piel.

Cardona J. (2011), en el estudio de “metabolitos fijos y volátiles en tres morfotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal)”, morfotipos ovalado (1), redondo pequeño (2) y redondo grande (3) determinó la presencia de compuestos fenólicos como el ácido p-cumárico y la naringenina. Y a partir del extracto etanólico del epicarpio del morfotipo ovalado de cocona se logró aislar y determinar un compuesto de tipo flavonona y otros compuestos fenólicos (ácidos hidroxicinámicos) haciendo uso de técnicas cromatográficas y espectroscópicas. Posteriormente haciendo uso de técnicas cromatográficas instrumentales se logró reconocer la presencia de los dos ácidos cinámicos y la flavanona determinada en el epicarpio de los tres morfotipos evaluados, además de la ausencia de este en los extractos de pulpa.

Torres V. (2010), en su investigación “Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba (*Psidium guajava* L.), cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y camu camu (*Myrciaria dubia* Vaugh)”. Quito, determina que la capacidad antioxidante obtenida al sumar los contenidos de vitamina C, polifenoles totales y carotenoides totales fue superior en la accesión 001 de cocona (finca de la Sra. María García) con 15,44 mg/100 g, la accesión 006 de guayaba (Granja San Carlos) con 125,23 mg/100 g. Para la accesión 001 de camu camu (Granja San Carlos y la propiedad del Sr. Leider Tinoco) el valor fue alto, muy superior al de otras frutas con 1733,24 mg/100 g, debido principalmente al gran contenido de vitamina C, que caracteriza a esta fruta, a pesar de que los contenidos de polifenoles y carotenoides son inferiores con relación a la cocona y la guayaba.

Palomo I. et al. (2010), en su investigación la “Actividad antioxidante, hipolipemiente y antiplaquetaria del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el efecto de su procesamiento y almacenaje”, mencionan que los efectos del procesamiento sobre la actividad antioxidante de los tomates (*Solanum lycopersicum* L.) en conserva, la etapa de extracción de la piel por escaldado provoca una disminución del contenido de licopeno, indicando que su presencia en la piel es importante. Sin embargo, luego se observa un aumento significativo en concentración de licopeno hasta la obtención del producto terminado, lo que indicaría que el tratamiento térmico (98 °C, 58 min.) actúa sobre las paredes celulares, liberando el carotenoide. El tomate en conserva presenta mejor absorción de licopeno que el fresco, cerca de cuatro veces más, mejorando así su capacidad antioxidante.

Prieto Z. et al. (2010), en la “Evaluación de la actividad antioxidante y el efecto antiinflamatorio del jugo de carambola (*Averrhoa carambola* L.)”, muestra que presentó actividad antioxidante al ser evaluado mediante la técnica del DPPH inhibiendo hasta en un 91% la formación de radicales libres, empleando una concentración de 30900 ppm del jugo. Los resultados comprobaron que la actividad antioxidante atribuida a esta fruta está en función de los componentes que presenta como son la vitamina C, los carotenoides y las proantocianidinas, entre otros.

Ordóñez A. et al. (2009), determinaron la estabilidad del carotenoide licopeno durante el proceso de elaboración de conservas de tomates peritas y evaluar la misma durante su almacenamiento como producto terminado. Se observó un aumento significativo en concentración de licopeno entre tomates escaldados y el producto terminado, lo que estaría confirmando que el tratamiento térmico (98°C, 58 min.) actúa sobre la estructura física de la materia prima, provocando una liberación del carotenoide al promover la ruptura de paredes celulares, lo que no ocurriría en la operación de escaldado (97°C, 40 s) por ser éste un tratamiento térmico muy corto.

Novillo G. (2009), en su trabajo “Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (*Averrhoa carambola* L.)”. De las frutas exóticas tropicales estudiadas, la carambola está en el segundo lugar en concentración de polifenoles, lo que nos indica que tiene un alto valor de capacidad antioxidante, siendo estos componentes responsables de proporcionar propiedades benéficas relacionadas con la salud y pueden jugar un rol importante en la modulación de detoxificación enzimática, estimulación del sistema inmune, disminución de la agregación plaquetaria y modulación del metabolismo hormonal.

Muñoz A. et al. (2009), en la “Evaluación de compuestos con actividad biológica en cáscara de camu camu (*Myrciaria dubia*), guinda (*Prunus serotina*), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) y carambola (*Averrhoa carambola* L) cultivadas en Perú”, determinaron polifenoles totales, como la actividad antioxidante utilizando la eficiencia antirradical de los polifenoles frente a DPPH radical, en cáscaras, donde el camu-camu presenta mayor contenido de polifenoles totales y mayor capacidad de inhibición del DPPH. El camu-camu, la carambola, tomate de árbol y la guinda contienen otros componentes tales como el ácido ascórbico y carotenoides que puede influir en su potencial antioxidante.

Quispe R. (2008), en su investigación “Flavonoides de *Viguiera procumbens* (Persoon) S.F. Blake y su efecto antioxidante”. Determino el efecto antioxidante de los flavonoides aislados y de los extractos crudos de la especie *Viguiera procumbens* (Persoon) S.F. Blake por colorimetría basada en la formación de un complejo azul del fósforo-molibdeno (V) que presentan efecto antioxidante.

Zuñiga M. y Torres V. (2005), en su trabajo de investigación “Evaluación de la actividad antioxidante de 50 plantas medicinales de la región Cusco”, con el método de azul de molibdeno, en donde las plantas medicinales muestran un resultado positivo; asumiendo así que todas las especies en estudio tienen capacidad antioxidante.

Jayaprakasha G. K. et al. (2003), en la determinación de la “Antibacterial activities of grape (*Vitisvinifera*) seedextracts”. Evaluó la capacidad antioxidante de extractos de semilla de uva por el método de formación de complejo fosfomolibdeno y por la medida de la capacidad de capturar radicales por el DPPH.

1.2. COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal)



Figura 01. Planta y fruto de cocona.

Fuente: Torres, (2010).

1.2.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

De acuerdo a Brako L. & Zarucchi J. (1993):

<i>Reino</i>	: Plantae
<i>División</i>	: Espermatofita
<i>Clase</i>	: Dicotiledónea
<i>Orden</i>	: Tubiflorales
<i>Familia</i>	: Solanáceae
<i>Género</i>	: <i>Solanum</i>
<i>Especie</i>	: <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal

Nombre común: “cocona”, “topiro” (Español), “cubui” (Portugués), “Peachtomato” (Inglés).

Sinónimo aceptado: *Solanum topiro*

1.2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La cocona se originó en el Amazonas Occidental, donde fue primitivamente cultivada por los amerindios precolombinos, más específicamente, que el origen de la cocona haya sido en el alto Río Orinoco.

La cocona era cultivada por los indios Kareneiris, en el alto Madre de Dios, en el Amazonas peruano. Actualmente, la cocona está distribuida en el Amazonas brasileño, Peruano, Ecuatoriano, Colombiano y Venezolano, como también en los andes del Ecuador y Colombia hasta 1000 msnm, en los valles interandinos en Colombia y en el litoral Pacífico del Ecuador y Colombia. (Fernandes, 1998).

1.2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Planta semi-leñosa de hasta 2 m de altura y ramificado, que puede vivir hasta tres años en condiciones muy favorables. Las raíces laterales de las plantas pueden extenderse hasta 1.4 m. del tronco. La corola es de forma estrellada con 5 pétalos de color verde claro ligeramente amarillento. El cáliz está constituido por 5 sépalos de color verde. Las 5 anteras son amarillas, cada una de 3 mm. de largo y 1 mm. de ancho. Las flores, tanto las hermafroditas como las estaminadas, no poseen diferencias morfológicas externas importantes. El fruto de la cocona puede pesar entre 20 a 450 g. y contener entre 200 a 500 semillas glabras, ovaladas y aplanadas (1000 semillas pesan entre 0.8 y 1.2 g.).

Los frutos de forma cilíndrica tienen, en general, 4 lóculos y los cordiformes, redondos y aplanados de 6 a 8, aunque puede haber variación en el número de lóculos en frutos de una misma planta. El fruto es verde cuando no está maduro, amarillo-anaranjado cuando está maduro y finalmente café-rojizo cuando ya no es apto para el consumo. Los frutos generalmente están cubiertos de pelos cortos y quebradizos que son fácilmente removidos al restregarlos con las manos. Su piel es resistente, de gusto amargo. La pulpa es amarilla clara a crema amarillenta, midiendo entre 0.2 a 2.5 cm. de espesor (Fernandes, 1998). La pulpa es de sabor ácido, aroma similar al del tomate de árbol y color claro amarillo cremoso; generalmente representa entre el 75 y 82 % del peso total del fruto (Hernández & Barrera, 2004).

1.2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de la cocona en 100 gramos de pulpa es el siguiente:

Tabla 01. Composición química de la cocona en 100g de pulpa.

Componente	Villachica	Pahlen	Andrade	Yuyama
Humedad (g)	89	91	93	90
Energía (kcal)	41	33	31	45
Proteína (g)	0.9	0.6	-	0.9
Lípidos (g)	-	1.4	-	1.9
Extracto libre de N (g)	-	5.7	-	4.7
Fibra (g)	0.2	0.4	-	1.6
Cenizas (g)	0.7	0.9	-	0.9
Azúcares totales (%)	-	-	4.6	-
Azúcares reductores (%)	-	-	3.9	1
Azúcares no reductores (%)	-	-	1.8	-
Sólidos Solubles (°Brix) %	-	5.0	8.0	-
Ácido Cítrico %	-	-	0.8	-
Brix/Acidez	-	-	5.93	-
Compuestos fenólicos (mg)	-	-	14.4	-
Tanino (mg)	-	-	142	-

Fuente: Fernandes, (1998).

1.3. CARAMBOLA (*Averrhoa carambola* L.)



Figura 02. Planta y fruto de la carambola.

Fuente: Mis recetas de cocina, (2013).

1.3.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

De acuerdo a Brako L. & Zarucchi J. (1993):

<i>Reino</i>	: Plantae
<i>División</i>	: Espermatofita
<i>Clase</i>	: Dicotiledónea
<i>Orden</i>	: Geraniales o Gruinales
<i>Familia</i>	: Oxalidaceae
<i>Género</i>	: <i>Averrhoa</i>
<i>Especie</i>	: <i>Averrhoa carambola</i> L.

Nombre común: carambolo(a) o fruto estrella.

1.3.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El carambolo es originario del sureste de Asia; en el sureste de China, en Taiwan y la India, Australia (Pérez & Valdivia, 2004). Algunas especies son cultivadas en el Caribe, Centroamérica, la parte tropical de Sudamérica (Colombia, Ecuador y Bolivia), en el este tropical de África y en el estado de la Florida (Estados Unidos) (Henríquez, 2012). Fue introducida al Brasil en 1817 por Paul Germain en Pernambuco. En el Perú fue introducida vía la Amazonía, por viajeros que hacían ruta por el Brasil, extendiéndose después a los departamentos de Huánuco, Madre de Dios y el Cusco (Tello et al., 2002).

1.3.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Es un árbol de tamaño mediano, crece a una altura de 7 a 9 m y tiene un tallo principal corto con muchas ramas espesas y amplias. Las hojas son compuestas, imparipinadas. Las flores son producidas en forma de panículas, o sea conjunto de flores en pequeños racimos de pedúnculos rojizos, lilas o púrpuras. El fruto es una baya vistosa, de forma ovalada o elipsoide, con cinco costillas longitudinales que corresponden cada una a un carpelo. La epidermis del fruto es de color amarillo pálido, amarillo brillante o amarillo naranja al madurar; la pulpa es jugosa, ligeramente amarilla y sin fibra. Los frutos, dependiendo de la variedad, tienen un olor muy pronunciado a ácido oxálico y el sabor varía desde agrio, dulce y muy dulce; los sólidos solubles totales varían de 5 a 14 °Brix y es una excelente fuente de vitamina C (Pérez & Valdivia, 2004).

1.3.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA

En la tabla 02, se muestra la composición de la carambola por cada 100 gramos de porción.

Tabla 02. Composición de la carambola en base a 100g de la parte comestible.

COMPONENTES MAYORES	(g)	MINERALES	(mg)	VITAMINAS	(mg)
Agua	90.0	Calcio	5.0	Caroteno (A)	90.00
Proteínas	0.5	Fósforo	18.0	Tiamina (B1)	0.04
Grasas	0.3	Hierro	0.4	Rivoflavina (B2)	0.02
Carbohidratos	9.0			Niacina (B5)	0.30
Fibra	0.6			Ac. ascórbico (C)	35.00
Ceniza	0.4				

Fuente: Tello, et al. (2002).

1.4. ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes son aquellas sustancias que impiden o retardan las oxidaciones catalíticas y enrañamientos naturales o provocados por la acción de la luz, aire y metales como el hierro, cobre, cobalto y manganeso (Madrid & Madrid, 2001) Las reacciones químicas de los radicales libres se dan constantemente en las células y son necesarias para la salud, pero el proceso debe ser controlado con una adecuada protección antioxidante (Charley, 2001).

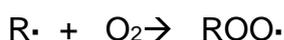
Los ácidos grasos, presentes en las membranas celulares, son fácilmente oxidados tanto por peroxidación enzimática como auto-oxidativa debido a las reacciones en cadena de los radicales libres. Estas reacciones de oxidación generalmente constan de las siguientes etapas:

Estas reacciones de oxidación generalmente constan de las siguientes etapas:

- Iniciación (I):



-Propagación (II):



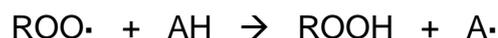
-Terminación (III):



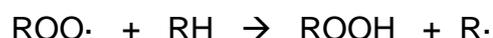
Esta peroxidación lípida tiene muchos efectos destructivos en la estructura de la membrana celular y en la función que cumple, puesto que le origina un desorden y genera varios compuestos altamente citotóxicos como aldehídos insaturados y lípidos hidroperoxidados. Estos compuestos pueden inactivar enzimas, modificar biomoléculas e iniciar la modificación de proteínas y la peroxidación lípida. La iniciación de la peroxidación lípida puede ser inducida por radicales libres (O_2^- , OH^-) y/o por el oxígeno singlete (1O_2) que se producen en sistemas biológicos.

Una sustancia retarda las acciones de oxidación cuando inhibe la formación de radicales libres en la etapa de iniciación (I) o cuando interrumpe la propagación (II) de la cadena de radicales libres. La peroxidación lípida puede ser prevenida durante la iniciación por medio de los inhibidores de los oxígenos singlete o los aceptores de radicales libres.

Sin embargo, como no se puede eliminar totalmente las trazas de los iniciadores, la mayoría de los estudios han concentrado su atención en la acción de los aceptores de radicales libres. Uno de los estudios más importantes sobre la acción de los antioxidantes postula que los antioxidantes inhiben la reacción en cadena actuando como donadores de hidrógeno o como aceptores de radicales libres, y concluye que el aceptor de radicales libres (AH) reacciona sobre todo con el $ROO\cdot$ y no con los radicales libres $R\cdot$ en una reacción denominada reacción de inhibición:



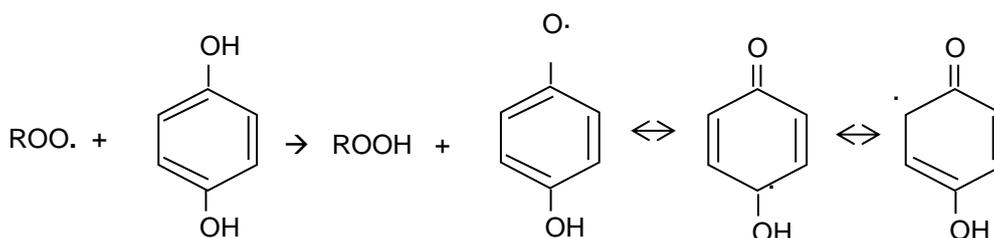
Este estudio además considera que el esqueleto básico del mecanismo puede visualizarse como una competición entre la reacción de inhibición y la reacción de propagación en cadena:



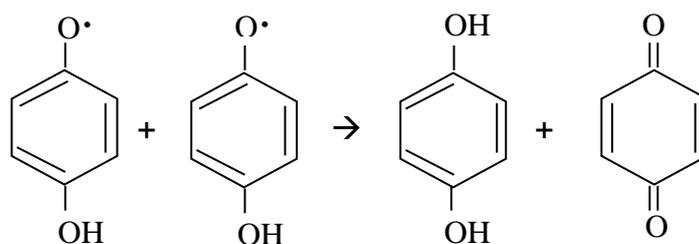
La eficacia de un antioxidante está relacionada con muchos factores, como la energía de activación, constante de velocidad, potencial de óxido-reducción, solubilidad del antioxidante, etc.

En las dos reacciones de competición mencionada, ambas exotérmicas, la energía de activación aumenta al elevar las energías de disociación de los enlaces A-H y R-H y, por tanto la eficacia del antioxidante (AH) aumenta al disminuir la fuerza de enlace AH. Sin embargo, idealmente, el radical libre antioxidante resultante no debe iniciar por sí mismo la formación de nuevos

radicales libres o ser sujeto de una rápida oxidación por una reacción en cadena (Chávez et al., 1996) Por eso es que los antioxidantes fenólicos ocupan una situación privilegiada, pues son excelentes donadores de electrones o de hidrógeno y además sus radicales intermedios son relativamente estables debido a la deslocalización por resonancia y a la falta de posiciones apropiadas para ser atacadas por el oxígeno molecular. Por ejemplo, las hidroquinonas reaccionan con los radicales hidropéroxidos dando lugar a híbridos resonantes estables de semiquinonas.



Los radicales intermedios de semiquinona pueden experimentar una gran variedad de reacciones dando lugar a productos más estables. Pueden formar un dimero, que al disputarse produce quinonas que forman de nuevo la molécula del inhibidor original.



Debemos señalar que el oxígeno no es el único agente destructivo para los tejidos vivos. La luz, que es esencial para las plantas, también causa efectos dañinos pues tiene fotones ultravioleta de longitud de onda corta los cuales causan interacciones destructivas con muchas moléculas, tales como aminoácidos de proteínas esenciales, ácidos nucleicos o lípidos de las membranas celulares (Chávez et al., 1996).

Además los oxidantes trabajan en diversas formas, dependiendo del sustrato y de las condiciones de los alrededores, agrupándose en cuatro categorías:

- 1) Donación del hidrógeno por el antioxidante.
- 2) Donación de electrones por el antioxidante.
- 3) Reacción de adición de lípidos a un antioxidante.
- 4) Formación del complejo lípido-antioxidante (Desrosier, 1999).

1.4.1. CAROTENOIDES

Los carotenoides o tetraterpenoides son una clase de pigmentos terpenoides con 40 átomos de carbono derivados biosintéticamente a partir de dos unidades de geranil-geranilpirofosfato, en su mayoría son solubles en solventes apolares y de coloraciones que oscilan entre el amarillo (por ejemplo el β -caroteno) y el rojo (por ejemplo el licopeno).

Los carotenoides debido a la alta conjugación de enlaces dobles presentes en sus moléculas se descomponen por efecto de: la luz favorece reacciones fotoquímicas que cambian la estructura original del carotenoide (por ejemplo isomerismo cis y trans) es un factor a considerar al momento de realizar su extracción. El calor también favorece reacciones térmicas de degradación. El aire debido al oxígeno favorece la oxigenación de los enlaces dobles a funciones epóxido, hidroxilos y peróxidos, entre otros (Martínez, 2003). Están presentes naturalmente en algunos alimentos, como zanahorias, tomates rojos, mantequilla, queso, aceite de palma, salmón rojo, pimentón y granos de maíz. Son carroñeros de radicales libres, previenen la peroxidación lipídica, y son precursores de la vitamina A (retinol), que también tiene propiedades antioxidantes (Cabaleiro, 2010).

1.4.2. VITAMINA C

El ácido ascórbico es un ácido con propiedades antioxidantes. El enantiómero L- del ácido ascórbico se conoce popularmente como vitamina C. El nombre "ascórbico" procede del prefijo a- (que significa "no") y de la palabra latina scorbuticus (escorbuto), una enfermedad causada por la deficiencia de vitamina C. El ácido ascórbico o su isómero, el ácido iso-ascórbico retarda el pardeamiento enzimático en virtud de su poder reductor (Hernández, 2009) Potente agente reductor y como se trata de una vitamina hidrosoluble, se le atribuyen las mejores propiedades antioxidantes del líquido extracelular, aunque también tiene efectos en el líquido intracelular (Hardisson, 2010). Las propiedades del ácido ascórbico

son variados y complejos referidos la mayoría de ellas al papel como antioxidante de las especies de oxígeno reactivos que se generan durante la respiración mitocondrial, que afecta irremediablemente al sistema inmunitario (Duran & Moreno, 2000) Las frutas y verduras maduras son su fuente más apropiada aun cuando también existe en los tubérculos en cantidades menores. Son excelentes fuentes de vitamina C las frutas cítricas, los tomates, las coles y los pimientos verdes. La vitamina C es muy sensible a diversas formas de degradación, como la temperatura, la concentración de sal y azúcar, el pH, el oxígeno, etc. Además, es la vitamina que se pierde con mayor facilidad durante la elaboración, almacenamiento y cocción de los alimentos. Para evitar pérdidas de vitamina C los alimentos que la contienen deben protegerse de la exposición al oxígeno (Merino, 2002) Ha sido reconocida como un nutriente importante en varios productos alimentarios. La acción de la vitamina C es suministrada por el ácido ascórbico (AA) y su forma oxidada, el ácido deshidroascórbico (DHAA) (Ledezma-Gairaud, S.f.).

1.4.3. COMPUESTOS FENÓLICOS

Son sustancias orgánicas ampliamente distribuidas en el reino vegetal. Se sintetizan como metabolitos secundarios con funciones de defensa, y son en gran medida responsables de las propiedades del color, la astringencia y el flavor (sabor y aroma) de los vegetales. Su estructura química es propicia para secuestrar radicales libres (Kuskoski et al., 2005). Los polifenoles comprenden un amplio rango de sustancias que poseen uno o más anillos aromáticos con por lo menos un grupo hidroxilo. Entre ellos podemos mencionar a los flavonoides, isoflavonoides, antraquinonas, antocianidinas y xantonas, a los ácidos fenólicos que se presentan como polifenoles polimerizados o en forma de pequeños monómeros (ej. ácido cafeínico y el ácido cumarínico), a los fenoles simples, a los ácidos hidroxicinámicos, a los fenilpropenos, a las ligninas (Calderón, 2011), y taninos. La mayoría de estos poseen una estructura de 3 anillos, dos aromáticos (anillos A y B) y uno heterociclo oxigenado (anillo C). Los CPF³ más sencillos poseen solo un anillo aromático y conforme aumenta el número de sustituyentes, se va incrementando la complejidad de la estructura (Mercado et al., 2013).

³CPF: Compuestos polifenolicos.

Tabla 03. Concentración relativa de compuestos fenólicos en tejidos vegetales.

Tejido	Concentraciones relativas
Fruto	Ácidos cinámicos >catequinas \cong Leucoantocianinas (flavan-3,4-dioles) >flavonoles
Hojas	Flavonoles \cong ácidos cinámicos > Catequinas \cong leucoantocianinas
Tronco	Catequinas \cong leucoantocianinas > flavanoles > Ácidos cinámicos
Corteza	Al igual que en el tronco pero en altas concentraciones

Fuente: (González, 2010).

Los fenoles se encuentran casi en todos los alimentos de origen vegetal. Son alimentos ricos en fenoles la cebolla, el té, el vino tinto, el cacao, el aceite de oliva virgen, etc. Estas sustancias influyen en la calidad, aceptabilidad y estabilidad de los alimentos, ya que actúan como colorantes, antioxidantes y proporcionan sabor.

Tabla 04. Propiedades organolépticas atribuidas a los compuestos fenólicos.

Color
Como las antocianidinas, responsables de los tonos rojos, azules y violáceos de muchas frutas, hortalizas y derivados: fresas, ciruelas, uvas, berenjena, col lombarda, rábano, vino tinto, etc.
Sabor amargo
Como las flavanonas de los cítricos (naringina del pomelo, neohesperidina de la naranja) o la oleuropeína en las aceitunas
Astringencia
Como las proantocianidinas (taninos condensados) y los taninos hidrolizables, por ejemplo, en el vino
Aroma
Fenoles simples como el eugenol en los plátanos

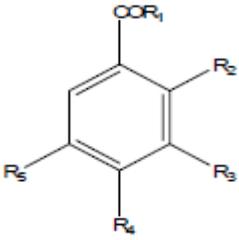
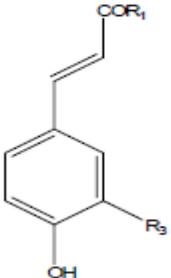
Fuente: (Gimeno, 2004).

Los mismos actúan generalmente como capturadores y estabilizadores de radicales libres, pudiendo producir quelación de metales aquellos que poseen en su estructura grupos carboxílicos (Calderón, 2011).

a. Ácidos fenólicos

La estructura química de este grupo de compuestos fenólicos consta de un anillo aromático y un grupo hidroxílico comunes a todos los compuestos fenólicos y de un grupo carboxílico. A diferencia del grupo anterior, dentro de éste se encuentran muchos compuestos con interés terapéutico, son los derivados del ácido benzoico (C6-C1) y del ácido cinámico (C6-C3) (Sánchez, 2008).

Tabla 05. Estructura química de ácidos fenólicos.

Ácidos Benzoicos; C6-C1	R1	R2	R3	R4	R5	
	OH	H	OH	OH	OH	Ácido gálico
	OH	OH	H	H	H	Ácido salicílico
	OH	H	OH	OH	H	Ácido protocatéquico
	OH	H	OCH ₃	OH	H	Ácido vanílico
	OH	H	OCH ₃	CH ₃	H	Ácido siríngico
	H	H	OCH ₃	OH	H	Vanillina
	H	H	H	OCH ₃	H	Anisaldehído
Ácidos Cinámicos; C6-C3	R1		R3			
	OH	OH	OH	OH	Ácido caféico	
	OH	H	OH	H	Ácido p-cumárico	
	OH	OCH ₃	OH	OCH ₃	Ácido ferúlico	
	Ácido tartárico	OH	OH	OH	Ácido cafeil-tartárico	
	Ácido quínico	OH	OH	OH	Ácido clorogénico	

Fuente: Sánchez, (2008).

b. Taninos

Son compuestos fenólicos hidrosolubles que contienen un gran número de grupos hidroxilo, entre otros grupos funcionales, siendo por tanto capaces de

unirse a proteínas y a otras macromoléculas. Pueden clasificarse en dos grupos: taninos hidrolizables (taninos del ácido elágico y del ácido gálico) y no hidrolizables o taninos condensados (proantocianidinas) (Calderón, 2009).

Los taninos se pueden encontrar en otros frutos y plantas como los presentes en pino, mimosa y conos de pino que evidencian una potente actividad antioxidante in vitro, así como una fuerte capacidad fotoprotectora y actividad inhibitoria contra la elastasa. Sin ninguna duda los taninos son sustancias primordiales para la industria, no solo alimentaria sino cosmética (Reyes et al., 2011).

c. Flavonoides

El grupo más importante de los compuestos fenólicos, los flavonoides tienen la estructura básica de los difenilpropanoides (C6 – C3 – C6) que consiste de dos (González, 2010) grupos fenilo (A y B) unidos por un puente de tres carbonos que forma un anillo heterocíclico oxigenado (anillo C).

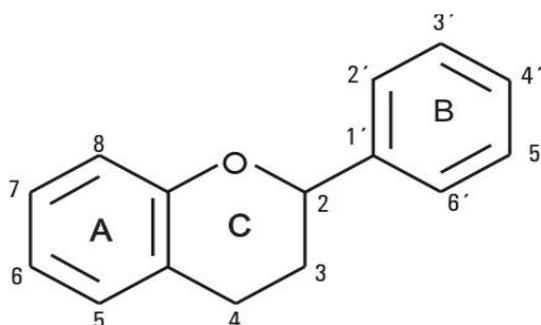


Figura 03. Estructura general de los flavonoides.

Fuente: Balasundram, et al. (2006).

El estado oxidativo de esta cadena de 3 carbonos, determinan las diferentes clases de flavonoides. Los flavonoides incluyen antocianinas (glucósidos ó acilglucósidos de las antocianidinas), flavanoles (catequinas), flavonoles, flavonas, isoflavonas, flavononoles y sus derivados (González, 2010). Los flavonoides poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antitrombóticas, antimicrobianas, antialérgicas, antitumorales, antiasmáticas e inhibidoras de enzimas como la transcriptasa reversa, proteína quinasa C, tirosina quinasa C, calmodulina, ornitinedecarboxilasa, hexoquinasa, aldosa reductasa, fosfolipasa C y topoisomerasa II, además de los beneficios a la salud los flavonoides se

emplean en diferentes industrias como la cosmética y alimenticia en la cual se utilizan como saborizantes, colorantes y conservadores y edulcorantes.

Presentes en una gran cantidad de frutas, verduras, flores y plantas como son la soya, las verduras de hojas como espinacas, lechuga, coles, las verduras verdes como judías, brócoli, las frutas maduras, sobre todo los cítricos aunque al pelarlos pierden grandes cantidades de flavonoides ya que estos se concentran en la piel (Reyes et al., 2011).

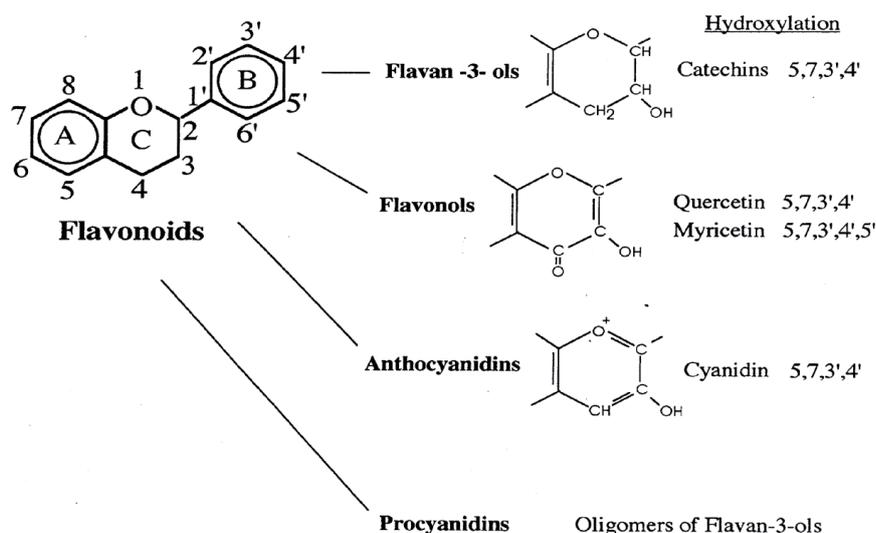


Figura 04. Estructura química de los flavonoides.

Fuente: Frankel, (2010).

1.5. ESTRÉS OXIDATIVO Y DEFENSA ANTIOXIDANTE

Cuando la defensa antioxidante no es eficiente al 100%, se incrementa la formación de radicales libres en el organismo; a esto se denomina estrés oxidativo. Se dice que ha ocurrido un daño oxidativo cuando el exceso de radicales libres causa daño celular. Muchas sustancias tóxicas son capaces de producir radicales libres y de disminuir nuestra defensa antioxidante, aumentando el estrés oxidativo. Ante el estrés oxidativo, el organismo debe responder con una defensa antioxidante extra, ya que el estrés oxidativo severo puede causar la muerte de la célula. En las frutas y las legumbres se encuentran muchas sustancias capaces de atrapar radicales libres, mejorando nuestra defensa antioxidante. Entre estas sustancias se encuentran los compuestos polifenólicos, el ácido ascórbico, los tocoferoles (vitamina E) y los carotenoides (Murillo, 2002).

1.6. RADICALES LIBRES

Son todas aquellas especies químicas, cargadas o no, que en su estructura atómica presentan un electrón desapareado o impar en el orbital externo, dándole una configuración espacial que genera gran inestabilidad, Poseen una estructura birradicálica, son muy reactivos, tienen una vida media corta, por lo que actúan cercano al sitio en que se forman.

Desde el punto de vista molecular son pequeñas moléculas ubicuitarias y difusibles que se producen por diferentes mecanismos entre los que se encuentran la cadena respiratoria mitocondrial, la cadena de transporte de electrones a nivel microsomal y en los cloroplastos, y las reacciones de oxidación, por lo que producen daño celular (oxidativo), al interactuar con las principales biomoléculas del organismo. Existe un término que incluye a los radicales libres y a otras especies no radicálicas, pero que pueden participar en reacciones que llevan a la elevación de los agentes prooxidantes y son las especies reactivas del oxígeno (EROS). Las principales especies reactivas del oxígeno o sustancias prooxidantes son:

- Radical hidroxilo (HO)[•]
- Peróxido de hidrógeno (H₂O₂)
- Anión superóxido (O₂^{•-})
- Oxígeno singlete ([•]O₂)
- Oxígeno nítrico (NO[•])
- Peróxido (ROO[•])
- Semiquinona (Q[•])
- Ozono (Venereo, 2002).

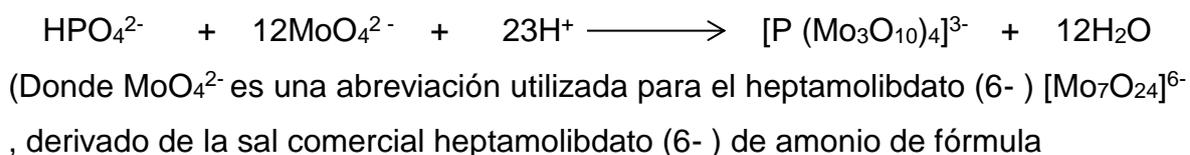
1.7. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL

Es el sistema amortiguador antioxidante, el cual es evaluado como capacidad antioxidante, Las técnicas desarrolladas para medir la capacidad antioxidante de muestras biológicas valoran la habilidad de los compuestos antioxidantes (donantes de un hidrógeno o un electrón) presentes en el fluido o célula, para reducir las especies oxidantes introducidas (iniciador) en el sistema de ensayo, por lo que son, en general, clasificados como métodos de inhibición directos o indirectos del poder oxidante de una molécula estándar determinada que es el iniciador (Quintanar & Calderón, 2009).

1.8. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Los métodos que se han desarrollado para determinar la capacidad antioxidante, son todos métodos de inhibición, donde se usa una especie generadora de radicales libre y una sustancia que detecta estas especies. La determinación del potencial antioxidante total (TRAP⁴) ha sido la técnica más ampliamente usada para determinar capacidad antioxidante de un fluido. Este ensayo usa un generador de radicales hidrofílicos y una sustancia que detecta estos radicales, la ficoeritrina (Pineda et al., 1999) Otro sistema usado para evaluar capacidad antioxidante es la determinación de malondialdehído (MDA), como medida del efecto protector de la sustancia probada, el cual usa un generador de radicales lipofílicos que reaccionan con el ácido linoleico.

La determinación de la actividad antioxidante mediante un método colorimétrico basado en la formación de un complejo azul del Fósforo-Molibdeno (V). Este complejo se forma a partir de la reacción de tetraoxofosfato ($^{3-}$) o formas protonadas del mismo (HPO_4^{2-} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$, H_3PO_4) con molibdato en solución ácida y reducción hasta la formación de un compuesto heteropolio azul. La reacción ocurre en dos etapas. En la primera etapa se forma el ácido 12-molibdofosfórico, abreviado 12-(MPA) y en la segunda etapa se reduce el ácido 12-molibdofosfórico al heteropolio azul. La estequiometría de esta reacción, se puede representar mediante la siguiente ecuación iónica:

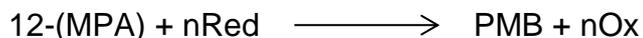


En medio fuertemente ácido, se forma el ácido 12-(MPA). Una ecuación simplificada podría ser,

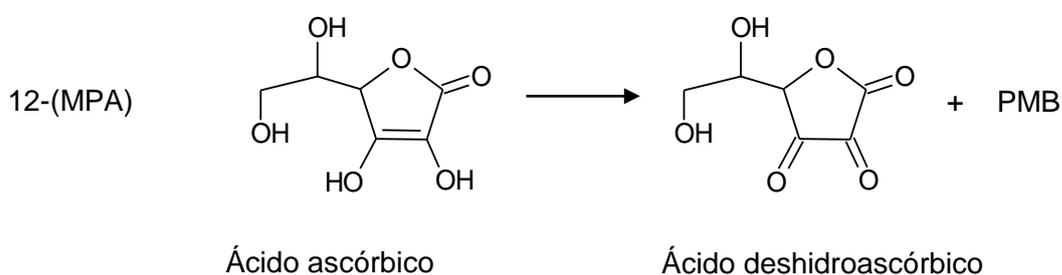


⁴TRAP: Potencial total de atrapamiento de radicales peróxido.

El complejo formado de 12-(MPA) es reducido al complejo azul PMB, mediante la siguiente reacción.



Donde “n” en la reacción anterior, es la cantidad de moles del agente reductor (Red), requerido para reducir un mol de 12-(MPA) a azul de fosfomolibdato, abreviado PMB de “fosfomolibdateblue”. Al usar ácido ascórbico como agente reductor la reacción es:



La fórmula del heteropolio PMB no es bien conocida, pero puede envolver al molibdeno en estados de oxidación de 3⁺ y 5⁺ (Murphy & Riley, 1962)

1.9. PULPA DE FRUTA

Según CODEX STAN 247-2005, La pulpa (puré) de fruta utilizada en la elaboración de zumos (jugos) y néctares de frutas se entiende el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante procedimientos idóneos, por ejemplo tamizando, triturando o desmenuzando la parte comestible de la fruta entera o pelada sin eliminar el zumo (jugo). La fruta deberá estar en buen estado, debidamente madura y fresca, o conservada por procedimientos físicos o por tratamientos aplicados de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius. El puré de fruta podrá contener componentes restablecidos, de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta. (Hernández & Barrera, 2004; Mancera, 2010) Definen como pulpa de frutas el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado obtenido por la

desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias.

(Ballesteros & Ruiz, 2013) La pulpa se diferencia del jugo solamente en su consistencia, las pulpas son más espesas. (Higuera & Villarreal, 2002), menciona que las pulpas de fruta son elaboradas con materias primas 100% naturales y bajo un estricto proceso de control de calidad presente en cada una de las etapas de procesamiento: selección de materia prima, escaldado, despulpado, pasteurización, empaque y almacenamiento. Ideales para la preparación de jugos a nivel doméstico e institucional, variando su presentación para la venta en cada caso. Las características y comportamientos de las pulpas de frutas están íntimamente relacionadas con la especie, variedad, grado de madurez y las condiciones ambientales durante el desarrollo de la fruta. Las frutas cuya parte comestible se denomina pulpa, en cuanto permanecen en el árbol son materiales vivos y sus paredes celulares están en equilibrio dinámico con el citoplasma. La pulpa se diferencia del jugo solamente en su consistencia, llamándose pulpas a las más espesas y jugos a los fluidos. La transformación de las frutas en pulpa es un proceso continuo desde el momento en que la fruta se cosecha. Las operaciones que se realizan desde la llegada de la fruta a la planta de procesamiento hasta el momento anterior a ser abiertas para la separación de las partes no comestibles se llaman operaciones de adecuación. Las operaciones posteriores se conocen como operaciones de reparación y conservación (Hernández & Barrera, 2004).

En la tabla 06, se presenta un esquema de las operaciones generales para la elaboración de pulpa de fruta:

Tabla 06. Operaciones generales en la obtención de pulpas.

Adecuación	Higiene en la planta, Recepción, Pesado, Selección, Clasificación, Limpieza y Lavado, Desinfección, Enjuague y Pesado.
Separación	Pelado, Cortado, Extracción, Molido, Despulpado, Pesado, Refinado, Homogeneizado, Desairado, Pesado y Control de calidad.
Conservación	Escaldado-Empacado-Congelado; Pasteurizado-Empacado; Adición de Conservantes-Empacado; Esterilizado-Empacado; Concentrado-Empacado; Deshidratado-Empacado.

Fuente: Mancera, (2010).

1.9.1. PROCESO DE OBTENCIÓN DE PULPA DE FRUTA

En la figura 05, se muestra el diagrama del proceso obtención de pulpa.

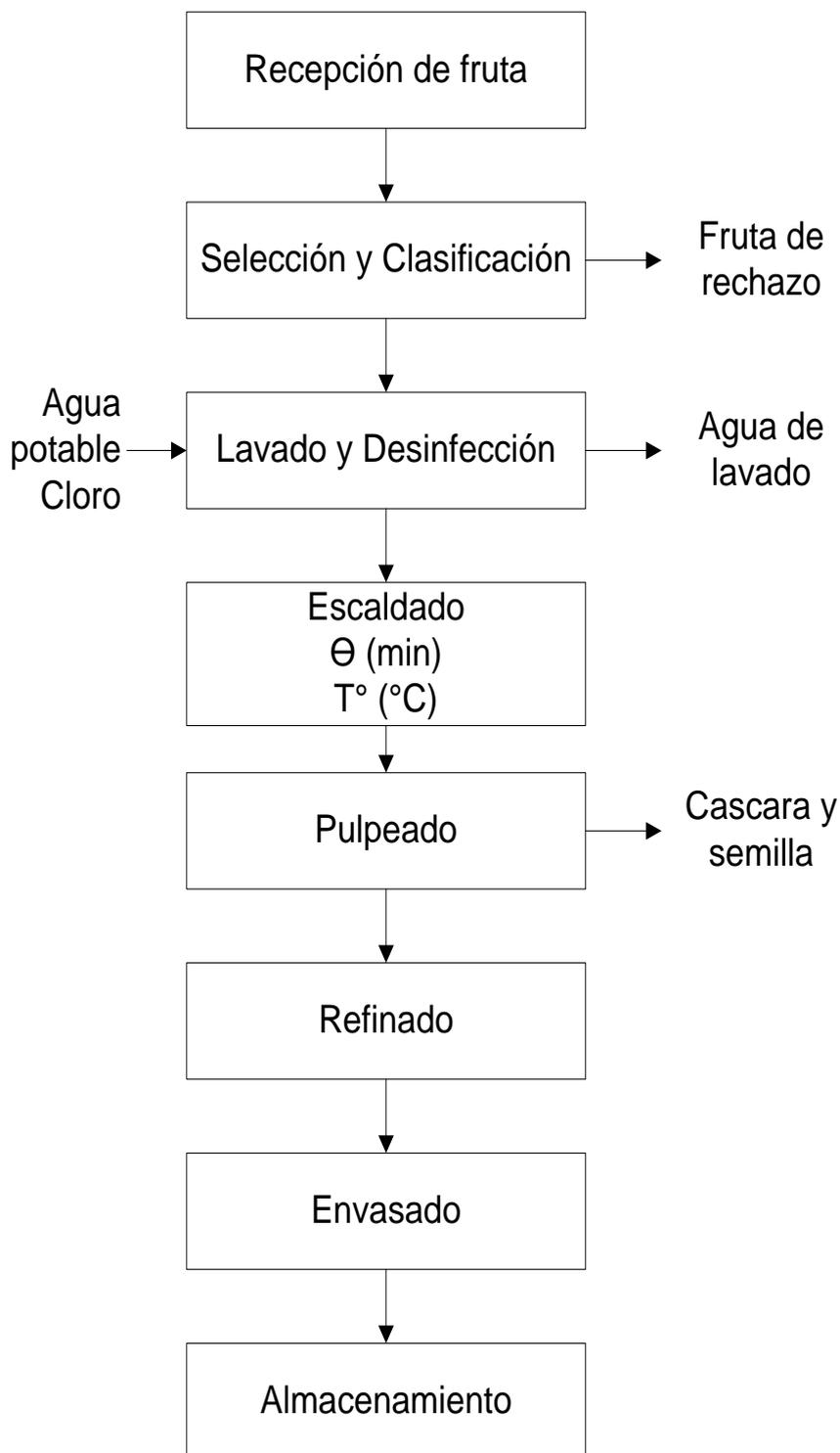


Figura 05. Diagrama del proceso obtención de pulpa de fruta.

Fuente: Higuera & Villarreal, (2002).

Recepción:

Para este proceso se establecieron normas internas. Entre ellas recibir la mínima cantidad de frutas verdes, los frutos no climatéricos después de cosechados no tienen la capacidad de continuar con los procesos fisiológicos de maduración; los cambios que se suceden son causados por degradación o efectos físicos como la deshidratación.

Los porcentajes de fruto que presenten maltrato o daño microbiológico no deben ser superiores al 5%. Esta práctica aunque difícil se verá recompensada con aumentos en los rendimientos y calidad de los productos envasados (Hernández & Barrera, 2004).

Selección y clasificación:

La selección determina la calidad de los productos. El objetivo es lograr la mayor uniformidad posible en el producto terminado, la estandarización y mejoramiento de los métodos de preparación, procesamiento y conservación. Los criterios para la clasificación de frutas son:

- Tamaño y forma.
- Color.
- Ausencia de defectos.
- Sabor.
- Olor.

Se deben seleccionar frutos simétricos en tamaño y forma, clasificarlos por color ya que este índice se constituye en un buen indicador de madurez, clasificar las unidades defectuosas por golpes, magulladuras, manchas en la epidermis, daños por insectos y por recolección inadecuada, y determinar las propiedades sensoriales de sabor y aroma característicos de la fruta cosechada y manipulada adecuadamente (Hernández & Barrera, 2004).

Lavado y desinfección:

Se entiende por limpieza la eliminación de residuos indeseables que contienen una alta carga de sustancias extrañas y de microorganismos. En la limpieza intervienen procesos físicos como el cepillado y enjuague, y procesos químicos o

fisicoquímicos como el arrastre mediante agua jabonosa o solución desinfectante. Las frutas se pueden lavar de dos formas diferentes:

Por inmersión: Este método no remueve la suciedad por sí mismo, pero es muy usado como tratamiento preliminar al lavado por aspersion. Se requieren entonces aproximadamente de 130 litros de agua por cada 45 Kg. de fruta fresca.

Por agitación: Si las frutas son agitadas en agua, la eficiencia de la inmersión se ve ampliamente favorecida.

La desinfección tiene como fin disminuir al máximo la contaminación de microorganismos que naturalmente trae la cáscara de la fruta. Para la desinfección se utiliza generalmente hipoclorito de sodio en solución, con una concentración de 50 ppm de cloro.

En las etapas de lavado y desinfección de la fruta es importante destacar la importancia del manejo óptimo del agua con el fin de minimizar los costos de operación por servicios; para tal fin es importante recircular el agua resultante en las etapas de desinfección (solución desinfectante) y aspersion, ya que el principal propósito de la etapa de prelavado es retirar la tierra y otros elementos indeseables que disminuyen la calidad de la fruta (Hernández & Barrera, 2004).

Escaldado:

Es un tratamiento térmico, común a distintos procesos de conservación de vegetales, y especialmente importante en el caso de la congelación por su influencia en la calidad. Este tratamiento consiste en someter el producto a un calentamiento, generalmente por inmersión en agua a 85-100°C o en vapor de agua a 100°C durante un tiempo breve (Fernández, 2008).

El escaldado convencional tradicionalmente se realiza por inmersión en agua entre 80-100°C o vapor a 100°C durante tiempos entre 20 segundos y 15 minutos dependiendo del medio, tamaño y forma del espécimen (Andersson et al., 1994).

El escaldado debe realizarse en el intervalo de 60°C a 100°C. Siendo típicos los procesos a temperaturas de 80°C durante unos minutos. La correcta determinación requiere de la realización de pruebas empíricas y de la evaluación del producto escaldado por paneles sensoriales, para la optimización del escaldado (Fernandez, 2004).

El escaldado puede realizarse en agua caliente, en agua en ebullición o en vapor de agua saturado. Este último método es preferible, ya que permite la retención de propiedades nutricionales (principalmente vitaminas solubles en agua) y sensoriales (principalmente textura) (Alzamora et al, 2004) la duración del escaldado varía según el método empleado, la especie y variedad del producto, sus dimensiones, estado de madurez y principalmente la temperatura a que se realice el mismo. Las oxidasas, peroxidasas, catalasas, lipoxigenasas son destruidas por el calor durante el escaldado y su eficacia es verificada controlando la actividad de la peroxidasa y catalasa dada su mayor termoresistencia (Fernández, 2008). El objetivo principal del escaldado es inactivar los sistemas enzimáticos responsables de las alteraciones de calidad sensorial (aparición de olores y sabores extraños) y nutricional (pérdidas de vitaminas) que se producen durante la conservación al estado congelado. Además, el escaldado tiene una serie de ventajas secundarias ya que destruye las formas vegetativas de los microorganismos existentes en la superficie de los productos completando la acción del lavado, elimina restos de plaguicidas, mejora el color de los vegetales verdes y elimina sabores extraños consecuencia de gases y otros productos volátiles formados durante el intervalo entre la recolección y el procesado (Fernández, 2008) y ablanda un poco la fruta para que el despulpado sea mejor y se obtenga un mayor rendimiento (Gómez & Velasco, 2010).

Los efectos negativos del escaldado, principalmente la modificación permanente de la estructura vegetal, la solubilización y destrucción de nutrientes y vitaminas en el medio de escaldado y las modificaciones de color debido a la transformación de clorofilas en feofitinas son tanto más intensos a medida que el escaldado es más largo y a más elevada temperatura. Por ello, ha recibido una amplia atención científica a fin de reducir, al menos parcialmente, sus inconvenientes, bien acortando el tratamiento térmico o atenuando sus efectos perjudiciales en la calidad sensorial (textura, sabor, color) mediante la aplicación de distintos procedimientos (Fernández, 2008).

La pared celular es el elemento estructural básico de los tejidos vegetales, y por lo tanto, juega un papel determinante en el mantenimiento de las características texturales. Por ello, los cambios que se pueden producir en dicha pared, tendrán una importancia fundamental en el ablandamiento de los tejidos vegetales.

El calentamiento de los tejidos a temperaturas de 60-70°C, provoca la ruptura de las membranas, la descompartmentación de los componentes celulares y la degradación de las pectinas de la lámina media y de la pared celular, siendo dichos fenómenos más acusados en frutas y hortalizas de baja acidez, contribuyendo más aun a la pérdida de su firmeza.

A pesar de la eficacia del tratamiento térmico, normalmente su utilización sólo se recomienda cuando se trata de inhibir el pardeamiento en frutas o vegetales que son destinadas a congelación y a producciones en conserva debido a los efectos de cocción, causantes de pérdidas de textura y al desarrollo de reacciones de pardeamiento no enzimático. El oxígeno disuelto afecta la conservación de la calidad nutricional, funcional y sensorial de los jugos de frutas. El oxígeno disuelto tiene un gran efecto en la degradación de la vitamina C y en el oscurecimiento del jugo de naranja. La disminución causada en la cantidad de oxígeno disuelto al aplicar el escaldado, se debe a que el aumento de temperatura provoca el desprendimiento de los gases ocluidos en el alimento, y esta desgasificación favorece las operaciones posteriores, disminuyendo principalmente la pérdida de los compuestos antioxidantes por la reacción con el oxígeno o por acción enzimática (Calderón, 2009) y al aumentar la concentración de CO₂ se inhibe la síntesis de metabolitos fenólicos (Hernández, 2009).

Despulpado y refinado:

Es el proceso de separación de la pulpa de fruta y de las semillas, pepas y demás residuos. Se realiza por medio de un equipo denominado despulpadora y realiza el despulpado por medio de una centrífuga y tamices los cuales determinan el grado de fineza de la pulpa (es la cantidad de semilla residual que se desea dejar en la pulpa para su consistencia y apariencia) (Higuera & Villarreal, 2002).

Envasado:

Esta operación consiste en verter la pulpa, obtenida de manera uniforme, en cantidades precisas, bien sea en peso o volumen, en recipientes adecuados por sus características y compatibilidad con el producto. La operación puede ser manual o automática; en este último, se obtiene un mayor rendimiento y menor costo por ahorro de mano de obra. Los equipos empleados deben ser versátiles

en cuanto a variaciones de volúmenes o pesos, presión de llenado y facilidad de limpieza de todas las partes en acero inoxidable que tengan contacto con la pulpa. Existen sistemas de llenado simples en el cual las operaciones de llenar el recipiente y cerrarlo son separadas (Hernández & Barrera, 2004).

Almacenamiento:

El producto terminado y empacado es adecuadamente almacenado. Las condiciones dependerán del método de conservación que se haya escogido. Las pulpas se conservan mejor bajo régimen de congelación, en el cual lo más importante es la estabilización de la baja temperatura y las condiciones de distribución de los envases y embalajes en el recinto, para garantizar las buenas condiciones del producto terminado que le ha de llegar al consumidor (Hernández & Barrera, 2004).

1.10. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Ramírez, 2012).

1.11. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Fruto: El fruto es el órgano vegetal que se origina por transformación de la pieza o piezas femeninas de la flor, los denominados carpelos, las estructuras que albergan en su interior (en el ovario) los rudimentos seminales que contienen el gametófito y gameto femenino (Invernón et al., 2012).

Fruta: Se entiende por “fruta” todas las frutas y hortalizas reconocidas como adecuadas que se usan para fabricar confituras, sean frescas, congeladas, en conserva, concentradas, deshidratadas (desecadas), o elaboradas y/o conservadas de algún modo, que son comestibles, están sanas y limpias, presentan un grado de madurez adecuado pero están exentas de deterioro y contienen todas sus características esenciales excepto que han sido recortadas, clasificadas y tratadas con algún otro método para eliminar cualquier maca

(mancha), magulladura, parte superior, restos, corazón, pepitas (hueso/carozo) y que pueden estar peladas o sin pelar (CODEX, 2009).

Pulpa de fruta: La parte comestible de la fruta entera, según corresponda, sin cáscara, piel, semillas, pepitas y partes similares, cortada en rodajas (rebanadas) o machacadas pero sin reducirla a un puré (CODEX, 2009).

Puré de fruta: La parte comestible de la fruta entera, según corresponda, sin cáscara, piel, semillas, pepitas, y partes similares, reducida a un puré por tamizado (cribado) u otros procesos (CODEX, 2009).

Métodos espectrométricos: Estudio de la energía radiante o flujo que es transmitido, absorbido o reflejado por una superficie, como una función de la longitud de onda.

Espectrofotometría Ultravioleta-Visible: Es un método óptico de análisis, que tiene como principio de medición la absorción y o transmisión de la energía radiante emitida por una fuente de luz, que atraviesa una sustancia (MetAs & Metrólogos, 2007).

CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS

2.1. MATERIALES

2.1.1. MATERIA VEGETAL

La recolección de los frutos se realizó durante la primera semana del mes de junio del 2014. La cocona en el Km 4 Puerto Trujillo localizado a los 272 msnm ($12^{\circ} 52' 48''$ S y $70^{\circ} 19' 12''$ W) del Centro poblado Santa Rosa (Kilómetro 143-145 de la carretera interoceánica), distrito Inambari y la carambola en el sector Centro Pastora carretera a Tres Islas, localizado a 228 msnm ($12^{\circ} 36' 36''$ S y $69^{\circ} 15' 36''$ W) distrito de Tambopata, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios para el caso de ambas muestras.

2.1.2. INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y REACTIVOS

Instrumentos

- Refractómetro
- Termómetro
- pH-metro

Materiales

- Enceres de cocina
- Bureta
- Bagueta
- Envases plásticos y vidrio
- Pipetas volumétricas de vidrio
- Pipetas de plástico
- Pipeta digital de 1mL
- Probetas
- Vasos de precipitado
- Tubos de ensayo
- Pera de succión
- Malla de asbesto
- Piseta
- Gradillas

Equipos:

- Balanza OHAUS.
- Balanza analítica METTLER TOLEDO
- Espectrofotómetro UV-Vis SPECTROPHOTOMETER EVOLUTION 300
- Cocina Industrial (Marca: Record; Material: planchas de Acero Inoxidable calidad AISI 304 2B Uso gastronómico; Quemadores: dos CF de hierro fundido de 7" de diámetro; Parrillas: 2 de hierro fundido; Válvulas: Dos posiciones máx./min; Perillas: Aluminio; Bandeja: deslizable de Acero Inoxidable bajo los quemadores, para limpieza de desperdicios; Pedestal: Acero Inoxidable)
- Licuadora Oster

Marca	:	OSTER
Modelo	:	6805
Motor	:	450 W
Jarra	:	De vidrio refractario con capacidad 1.25L.
Control	:	Giratorio de 12 velocidades.
- Centrifugadora CENTRIFUGE PLC SERIES

Capacidad del tubo	:	10 mL
Rotor	:	12 tubos A-1215 o A 1205
Revoluciones por min.	:	0 a 4000 rpm
Máximo RCF	:	2057 x g
Dimensión	:	270 x 270 x 250
Temporizador	:	60 minutos
Velocidad	:	De 4000 a 5000 rpm
Peso	:	8 Kg

Reactivos:

- Magnesio metálico
- Ácido clorhídrico concentrado y al 5%
- Tricloruro férrico al 1%
- Hidróxido de potasio al 10%

- Hidróxido de sodio al 5%
- Cloroformo Q.P
- Sulfato cúprico Q.P
- Citrato de sodio Q.P
- Carbonato Anhidro de Sodio
- Alcohol al 70%
- Molibdato de amonio Q.P
- Fosfato ácido de potasio Q.P
- Ácido ascórbico Q.P.

2.2. METODOLOGÍA

El procedimiento seguido durante el desarrollo de la investigación fue:

- Identificación botánica, muestreo, preparación de la muestra y determinación de humedad.
- Obtención de la pulpa.
- Análisis fitoquímico de la fruta y pulpa obtenida.
- Evaluación de la capacidad antioxidante de la fruta y pulpa obtenida.
- Realización del análisis sensorial de la pulpa obtenida.

2.2.1. IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA

La identificación botánica fue realizada por el Biólogo M. Cs. Blgo. Hugo Dueñas Linares, especialista en identificación taxonómica de especímenes y productos de flora y fauna silvestre.

De acuerdo a la descripción de sus características vegetativas y reproductivas, la cual está registrada en el catálogo de angiospermas y gimnospermas del Perú de Lois Brako and James L. Zarucchi (1993), el APG III (Angiosperm Phylogenetic Group, 2010) y (Taxonomic Name Resolution Service V3.0, 2014).

2.2.2. TOMA DE MUESTRA

La colecta de los frutos maduros y aparentemente sanos; mediante un muestreo no probabilístico e intencionado, se realizó por la mañana. Considerando homogeneidad en el tamaño, color, libres de daños por insectos, plagas o deformaciones.

Los frutos de cocona al momento de la cosecha registraron un color naranja marrón casi en la totalidad de la superficie que indica su punto ideal de maduración, Se retiraron los frutos de las ramas cortando sus pedúnculos con una tijera de podar. Después de retirar los frutos de la planta, fueron colocados en jaba cosechera en una cantidad de 10 kg de fruto de cocona. La temperatura fue un factor importante en la conservación de la calidad de los frutos cosechados. La cocona es un fruto que se conserva a temperatura ambiente (27 a 30 °C) a la sombra y con buena ventilación también son muy resistentes al transporte. Esta resistencia mecánica es otorgada por la pulpa adherida a la cáscara.

Los frutos de carambola también fueron colectados en una cantidad de 10kg manipulados cuidadosamente, ya que son muy susceptibles a daños por lo que estos fueron recolectados con una cosechadora de fruta artesanal que evita los posibles daños en la fruta, luego fueron colocados en jabas cosecheras en sombra y con buena ventilación. Los frutos fueron almacenados a temperatura de refrigeración (12 °C) para disminuir la velocidad de la mayoría de las reacciones bioquímicas.

2.2.3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Los frutos colectados fueron llevados al laboratorio de procesos – UNAMAD, donde:

Se seleccionó de acuerdo al tamaño, forma y peso de cada fruta.

Se clasificó según su grado de maduración y estado fitosanitario, se lavó. Y por medio de una licuadora se obtuvo una especie de puré o pasta de fruta, la cual fue sometida a los respectivos análisis: determinación de humedad, análisis fitoquímico y determinación de la capacidad antioxidante. Otra porción del material vegetal se sometió a la obtención de pulpa.

Dentro de las Buenas Prácticas de Manufactura, como etapas preliminares para la obtención de la pulpa se realizó el lavado con solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 100 ppm de los equipos, materiales y áreas de trabajo, esta etapa es esencial para la obtención de un producto inocuo.

2.2.4. OBTENCIÓN DE LA PULPA

2.2.4.1. Obtención de la pulpa de cocona

En la figura 06, se muestra el diagrama de bloques del proceso de obtención de pulpa de cocona.

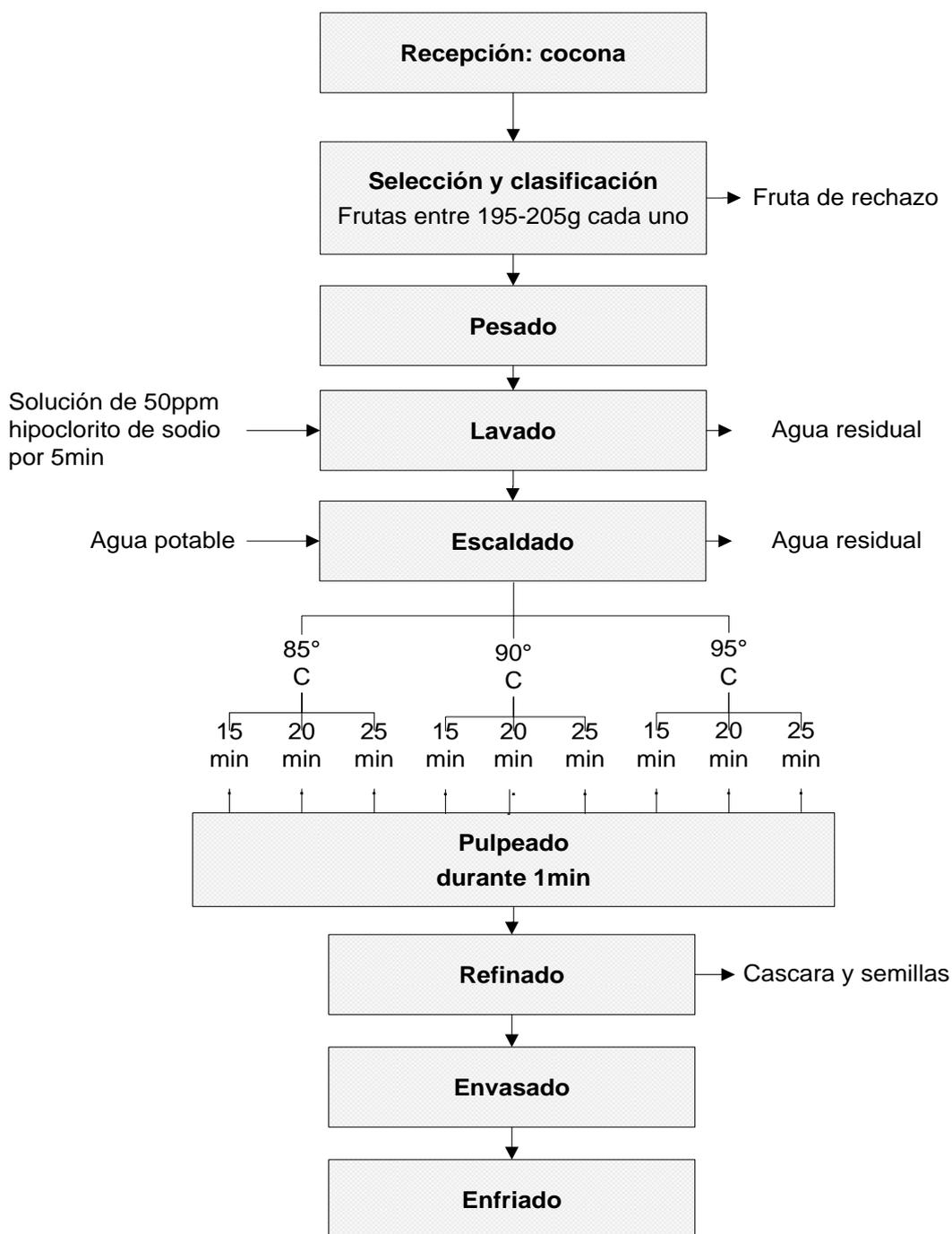


Figura 06. Diagrama de flujo de la obtención de pulpa de cocona.

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Descripción del diagrama de proceso de obtención de pulpa de cocona

Recepción:

Los frutos de la cocona se recibieron en jaba plástica y se pesó una vez ingresada al área de procesamiento.

Selección y clasificación:

Se realizó de acuerdo al tamaño, forma, color, aspecto y peso de cada fruta se clasificaron 2 unidades para cada tratamiento, de 195 a 205 g cada fruta, en forma manual valiéndose para ello de los sentidos de la vista, tacto y una balanza electrónica para el peso, haciendo un total de 18 unidades.

Lavado:

De la selección se obtuvo 18 unidades de coconas óptimas para procesar se sometieron a un lavado previo para eliminar sólidos que se encuentran en la superficie de la fruta. Posteriormente se realizó una desinfección por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 50 ppm por 5 min y finalmente se enjuago.

Escaldado:

Se realizó por inmersión en 5 litros de agua a temperaturas de: 85, 90 y 95 °C y tiempos: 15, 20 y 25 min. con el objeto de ablandar la fruta, reducir la carga microbiana e inactivar enzimas.

Despulpado:

Se realizó en una licuadora donde se colocaron las dos unidades de coconas provenientes de cada tratamiento, es decir, muestras tratadas a los diferentes tiempos y temperaturas. Esta operación se realizó durante 1 min.

Refinado:

Para el refinado se usó un colador de plástico. Con el cual se obtuvo la pulpa de carambola libre de cáscaras y semillas.

Envasado:

Se envaso en caliente para evitar la recontaminación de la pulpa. Se utilizó envases de vidrio de 212 mL procurando que no queden burbujas de aire atrapadas al momento de sellar el envase.

Enfriamiento:

La pulpa envasada se sometió a un enfriamiento con agua a baja temperatura para crear un choque térmico en la pulpa y eliminar de esta forma los microorganismos termoresistentes residuales.

2.2.4.2. Obtención de la pulpa de carambola

En la figura 07, se muestra el diagrama de bloques del proceso de obtención de pulpa de carambola, utilizado para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

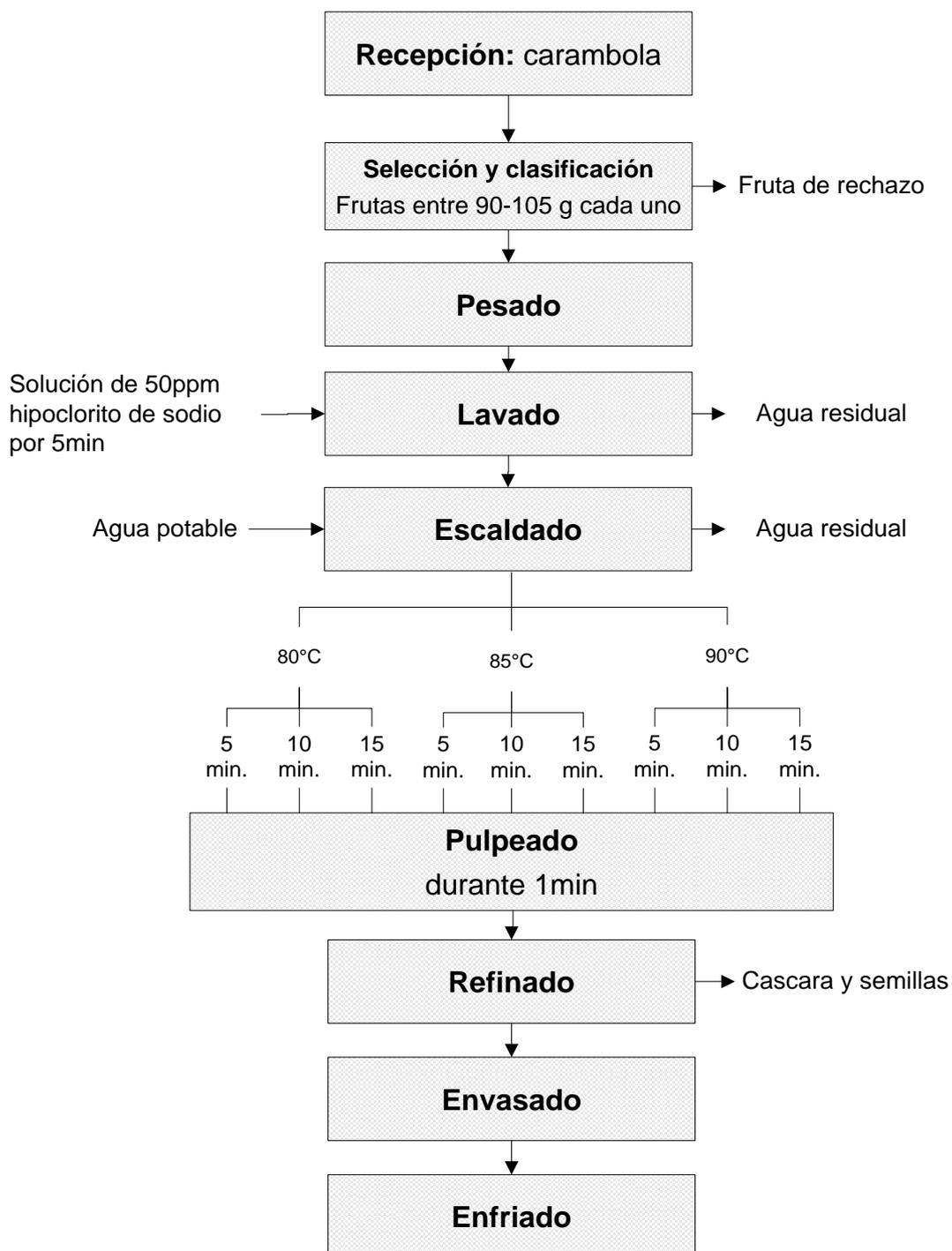


Figura 07. Diagrama de flujo de la obtención de pulpa de carambola.

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Descripción del diagrama de proceso de obtención de pulpa de carambola

Recepción:

Los frutos de la carambola se recepcionó en una jaba plástica y se pesó una vez ingresada al área de procesamiento.

Selección y clasificación:

Se realizó de acuerdo al tamaño, grado de madurez, forma y peso de cada fruta. Se clasificaron 2 unidades para cada tratamiento, de 90 a 105 g cada fruta. Las operaciones se realizaron de forma manual valiéndose para ello de los sentidos de la vista, tacto y una balanza electrónica.

Lavado:

De la selección se tuvo 18 unidades de carambola óptimas para procesar, se sometieron a un lavado previo (inmersión) para eliminar sólidos que se encontraban en la superficie de la fruta. Posteriormente se realizó una desinfección por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 50 ppm por 5 min para eliminar en gran medida la carga microbiana propia de la fruta y finalmente se enjuago con abundante agua potable.

Escaldado:

Se realizó por inmersión en 5 litros de agua a temperaturas de: 80, 85 y 90 °C; y tiempos de: 5, 10 y 15 min. para ablandar la fruta, reducir la carga microbiana, inactivar enzimas.

Despulpado:

Se realizó con el uso de una licuadora donde se colocaron las dos unidades de carambola provenientes de cada tratamiento. Esta operación se realizó durante 1 min. a 300 rpm.

Refinado:

Para el refinado se usó un colador de plástico de malla 30. Con el cual se obtuvo la pulpa homogénea de carambola libre de cáscaras y semillas.

Envasado:

Se envasó en caliente para evitar la recontaminación de la pulpa. Se utilizó envases de vidrio de 212 mL procurando que no queden burbujas de aire atrapadas al momento de sellar el envase.

Enfriamiento:

La pulpa envasada se sometió a un enfriamiento con agua a una temperatura de 10 °C para crear un choque térmico en la pulpa y eliminar de esta forma los microorganismos termoresistentes o residuales.

2.2.5. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

La determinación de la humedad se realizó por el método gravimétrico, por triplicado de los respectivos frutos.

En placas petri previamente taradas, se pesó aproximadamente 5 g de muestra fresca, las que fueron secadas en una estufa hasta peso constante a una temperatura de 75 °C, una vez enfriadas en un desecador se pesó y con los datos obtenidos se determinó el porcentaje de humedad.

$$\% \textit{Humedad} = \left(\frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} \right) * 100$$

Dónde:

P₁= Peso placa petri Vacía (g)

P₂= Peso placa petri + muestra antes de secado (g)

P₃= Peso placa petri + muestra después de secado (g)

2.2.6. ANÁLISIS FITOQUÍMICO CUALITATIVO

El análisis fitoquímico de la fruta, se realizó aplicando las reacciones generales de caracterización para metabolitos secundarios, descritas por (Valencia, 1995) y (Lock, 1988). Ver anexo.

2.2.7. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Para evaluar el efecto antioxidante de los frutos y pulpas, se utilizó la técnica desarrollada por Prieto en (Serrano, 2004) basada en la formación de un complejo azul del Fósforo-Molibdeno (V), procedimiento que se llevó acabo de la siguiente manera:

2.2.7.1. Preparación de la curva patrón

Se preparó una solución estándar de 0.1 mg/mL de ácido ascórbico y 100 mL de solución acuosa del reactivo fósfolibdato; disolviendo 0.466 g de molibdato de amonio, 0.1064 g fosfato de sodio dodecahidratado y 0.3 mL de ácido sulfúrico concentrado.

2.2.7.2. Obtención de la curva patrón

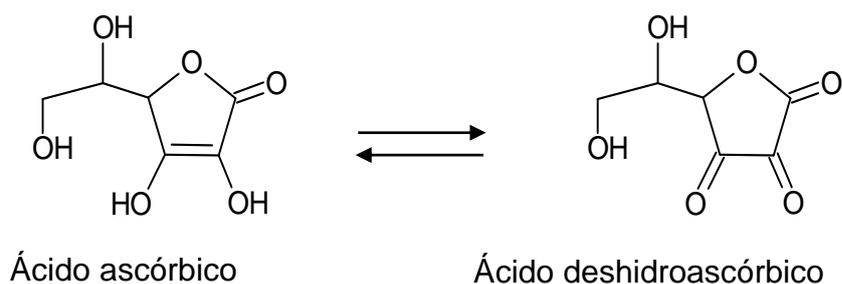
En 8 tubos de ensayo se colocó diferentes concentraciones de la solución estándar y aforándose con agua a 1 mL más 1 mL del reactivo fosfolibdato, que luego de ser calentados en baño maría por 45 min. y diluidos con 5 mL de agua destilada, se determinaron su absorbancia a 695 nm en un espectrofotómetro UV-Visible, procedimiento que se muestra en la tabla 07.

Tabla 07. Procedimiento para obtener la curva patrón.

Nº tubo	Solución estándar (mL)	Agua (mL)	Reactivo de fosfolibdato (mL)
1	0	1	1
2	0.1	0.9	1
3	0.2	0.8	1
4	0.3	0.7	1
5	0.4	0.6	1
6	0.5	0.5	1
7	0.7	0.3	1
8	0.9	0.1	1

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la obtención de la curva patrón, la preparación de la solución estándar del ácido ascórbico se realizó minutos antes de su utilización debido a que su sensibilidad a la oxidación le permite entrar en equilibrio con el ácido 3-ceto o ácido deshidroascórbico.



2.2.7.3. Determinación del efecto antioxidante de los frutos y pulpas obtenidas.

Para determinar el efecto antioxidante, se pesó aproximadamente 5g del fruto y pulpa obtenida, aforándose a 10 mL de etanol al 70% y se centrifugó a 4500 rpm por 5 min. del cual se tomó 1 mL de muestra añadiéndole 1 mL del reactivo fosfo-molibdato, que luego de ser calentados en baño maría por 45 min. y diluidos con 5 mL de agua se determinaron su absorbancia a 695 nm en un espectrofotómetro UV-Visible, procedimiento que se detalla en la tabla 08 y 09.

Tabla 08. Procedimiento para determinar la capacidad antioxidante de los frutos y pulpas obtenidas de cocona.

<i>Muestras</i>	<i>Temp. °C</i>	<i>Tiempo min.</i>	<i>Código</i>	<i>Peso muestra (mg)</i>	<i>Agua (mL)</i>	<i>Volumen muestra (mL)</i>	<i>Reactivo de fosfomolibdato (mL)</i>
<i>Fruto cocona</i>			M0	5.02	10	1	1
	85	15	M1	5.01	10	1	1
		20	M2	5.00	10	1	1
		25	M3	5.05	10	1	1
		15	M4	5.09	10	1	1
<i>Pulpa de cocona</i>	90	20	M5	5.05	10	1	1
		25	M6	5.04	10	1	1
	95	15	M7	5.06	10	1	1
		20	M8	5.08	10	1	1
		25	M9	5.00	10	1	1

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Tabla 09. Procedimiento para determinar la capacidad antioxidante de los frutos y pulpas obtenidas de carambola.

<i>Muestras</i>	<i>Temperatura °C</i>	<i>Tiempo min.</i>	<i>Código</i>	<i>Peso muestra (mg)</i>	<i>Agua (mL)</i>	<i>Volumen muestra (mL)</i>	<i>Reactivo de fosfomolibdato (mL)</i>
<i>Fruto carambola</i>			C0	5.02	10	1	1
	80	5	C1	5.07	10	1	1
		10	C2	5.05	10	1	1
		15	C3	5.06	10	1	1
		5	C4	5.08	10	1	1
<i>Pulpa de carambola</i>	85	10	C5	5.00	10	1	1
		15	C6	5.02	10	1	1
	90	5	C7	5.01	10	1	1
		10	C8	5.01	10	1	1
		15	C9	5.00	10	1	1

Fuente: Elaboración propia, (2015).

2.2.7.4. Diseño estadístico evaluación de la capacidad antioxidante

Para el análisis estadístico (Análisis de Varianza de dos factores) se utilizó el Software SPSS versión 20. (Statistical Package for Social Sciences), luego de evaluar la normalidad de los datos por la prueba de Shapiro Wilk y la homogeneidad de varianzas por la prueba de Levene. Se analizó los datos del resultado, por la prueba paramétrica ANOVA, y las comparaciones de los tratamientos que tienen significancia se evaluó por la prueba TUKEY.

2.2.8. REALIZACIÓN DE ANÁLISIS SENSORIAL DE LA PULPA OBTENIDA, MEDIANTE PRUEBAS DE MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN

Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos (siendo los valores: Me gusta muchísimo = +4; Me gusta mucho = +3; Me gusta bastante = +2; Me gusta ligeramente = + 1; Ni me gusta ni me disgusta = 0; Me disgusta ligeramente = - 1; Me disgusta bastante = - 2; Me disgusta mucho = - 3; Me disgusta muchísimo = - 4) basada en la metodología desarrollada por Montgomery, (2007) para el diseño de Bloques Completos Aleatorizados, con 30 panelistas no entrenados tanto para la pulpa de cocona y carambola. Los panelistas fueron estudiantes, docentes y trabajadores de la UNAMAD y un grupo de socios del mercado tres de mayo bloque refrigerios. Se prepararon 9 muestras previamente codificadas, y luego se procedió a la evaluación sensorial del atributo sabor de las pulpas de cocona y de carambola respectivamente, donde los panelistas probaron las muestras solamente una vez.

Se efectuó un análisis de varianza (ANOVA) para analizar la información obtenida. Para determinar qué muestras de pulpa diferían significativamente la una de la otra, se utilizó una prueba de comparación múltiple de Duncan ($p < 0.05$) estos análisis se efectuaron con el programa estadístico SPSS versión 20.

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

El contenido de humedad para las muestras frescas de las especie vegetales son el promedio de tres determinaciones, cuyos resultados son:

Tabla 10. Humedad de las muestras frescas.

Pulpa de fruta	Porcentaje de humedad
Cocona	90.5260 %
Carambola	87.4279 %

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Para la cocona los resultados son corroborados por Reyes, et al. (2009); Yuyama, et al. (2008) y para la carambola son corroborados por Reyes, et al. (2009); Narain, et al. (2001).

3.2. DEL ANÁLISIS FITOQUÍMICO

El análisis fitoquímico de los frutos y pulpa obtenida se puede apreciar en la tabla 11.

Tabla 11. Análisis fitoquímico cualitativo de los frutos y pulpa obtenida.

Metabolito	Prueba	Fruto y pulpa obtenida					
		Cocona			Carambola		
		Fruta (M0)	85°C 25 min. (M3)	95°C 25 min. (M9)	Fruta (C0)	80°C 15 min. (C3)	90°C 15 min (C9)
Azúcares reductores	Benedict	+++	++	+	+++	++	++
Flavonoides	Shinoda	-	-	-	-	-	-
Compuestos fenólicos	Cloruro férrico 1%	+	++	+	+++	++	+
Alcaloides	Dragendorff	+	++	++	-	-	-
Taninos	Cloruro férrico 1%	++	+	+	-	-	-

-- Ausencia
+ Baja proporción
++ Moderada proporción
+++ Abundante proporción

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Los resultados del estudio fitoquímico cualitativo se muestran en la tabla 11, cuyos metabolitos secundarios son:

a. Fruto y pulpa de la cocona

Se observo variación de los metabolitos secundarios: Abundante proporción de azúcares reductores, moderada proporción de taninos y una baja proporción de alcaloides y compuestos fenólicos en la fruta tal como lo mencionan Rincón, et al, (2011) y Cardona, (2011) determinaron la presencia de compuestos fenólicos en la fruta de cocona.

En la pulpa, el procesamiento disminuyo los azúcares reductores y taninos, mientras que los compuestos fenólicos y alcaloides se incrementaron. Tal como lo menciona Tomás-Barberán, et al. (2000) los tratamientos térmicos protegen los compuestos fenólicos de la oxidación y puede mejorar la biodisponibilidad de los compuestos fenólicos.

b. Fruto y pulpa de la carambola

Se observa una abundante proporción de azúcares reductores y compuestos fenólicos, en la carambola tal como lo reportan Aristizabal, et al. (2012); Novillo, (2009) y Martínez, (2011) haciendo que la fruta obtenga una alta capacidad antioxidante. Los resultados de compuestos fitoquímicos para la pulpa de carambola evidencio un descenso de los azúcares reductores y compuestos fenólicos. No se encontraron, bajo las condiciones del ensayo, presencia de flavonoides para ambas frutas y pulpas obtenidas.

3.3. DE LA DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

3.3.1. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA FRUTA

Los resultados de la capacidad antioxidante de los frutos, se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Capacidad antioxidante de las frutas.

Frutos	Capacidad antioxidante en mg equivalentes de Ácido ascórbico / 100g de muestra
Carambola	268.0
Cocona	112.5

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Los resultados obtenidos respecto a la carambola es inferior a lo reportado por Aristizabal J. (2012) quien obtuvo que el estadio verde da la mejor respuesta reductora (60.6 mgEAA/g), seguido por el estadio intermedio (26.9 mgEAA/g) y el

maduro (21.4 mgEAA/g), mostrando una posible correlación directa entre la habilidad reductora y el contenido de fenoles. Muñoz et al., (2009) al evaluar el contenido de compuestos actividad antioxidante por el método del radical DPPH, en la cáscara de carambola resulta ser una buena fuente de antioxidantes sobre todo de compuestos fenólicos, cuyo uso podría ser adecuado en la formulación de alimentos funcionales. Respecto a la cocona, Rincón et al, (2011) los frutos mostraron una elevada actividad antioxidante por el método del radical DPPH. Torres, (2010) encontro una variacion de 13,36 mg/100 g a 15,44 mg/100 g entre accesiones de cocona, siendo estos resultado de la sumatoria de los analitos de la vitamina C, polifenoles y carotenoides, por ser compuestos con capacidad antioxidante.

3.3.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE COCONA

A continuación se realiza la revisión de los supuestos de ANOVA para un diseño factorial de dos factores.

Tabla 13. Datos de la capacidad antioxidante (mg equivalentes de Ácido ascórbico/100 g) de la pulpa de cocona.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)			TOTAL
	15	20	25	
85	145.6	144.1	140.6	1282.8
	143.8	143.0	138.6	
	144.7	142.8	139.6	
90	434.1	429.9	418.8	1268.7
	145.5	144.8	137.3	
	140.5	140.4	137.5	
95	143.0	142.6	137.1	1232.9
	429.0	427.8	411.9	
	141.2	146.1	134.4	
	142.6	130.1	129.5	
	139.1	138.1	131.8	
	422.9	414.3	395.7	
Total	1286.0	1272.0	1226.4	3784.4
Promedio	142.9	141.3	136.3	

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Tabla 14. Pruebas de normalidad para las temperaturas de escaldado.

	Temperatura de Escaldado	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Capacidad	85 °C	0.931	9	0.492
Antioxidante de la	90 °C	0.907	9	0.295
Cocona	95 °C	0.946	9	0.651

Fuente: Elaboración propia, (2015).

En la tabla 14 observamos que todos los valores de significancia (p) superan el 0.05, por lo tanto los resultados de las temperaturas y tiempos se distribuyeron en base a la normal, por lo que se usó prueba paramétrica ANOVA, para ver si las variables muestran efectos o no en los resultados.

Tabla 15. Análisis de varianza de dos factores, de los efectos en la capacidad antioxidante de la cocona.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F _c	F _T	
					0.01	0.05
Temperatura	147.1	2	73.5	7.6	6.01	3.55
Tiempo	215.8	2	107.9	11.2	6.01	3.55
Temperatura * Tiempo	15.4	4	3.9	0.4	4.58	2.93
Error	173.1	18	9.6			
Total	551.4	26				

Fuente: Elaboración propia, (2015).

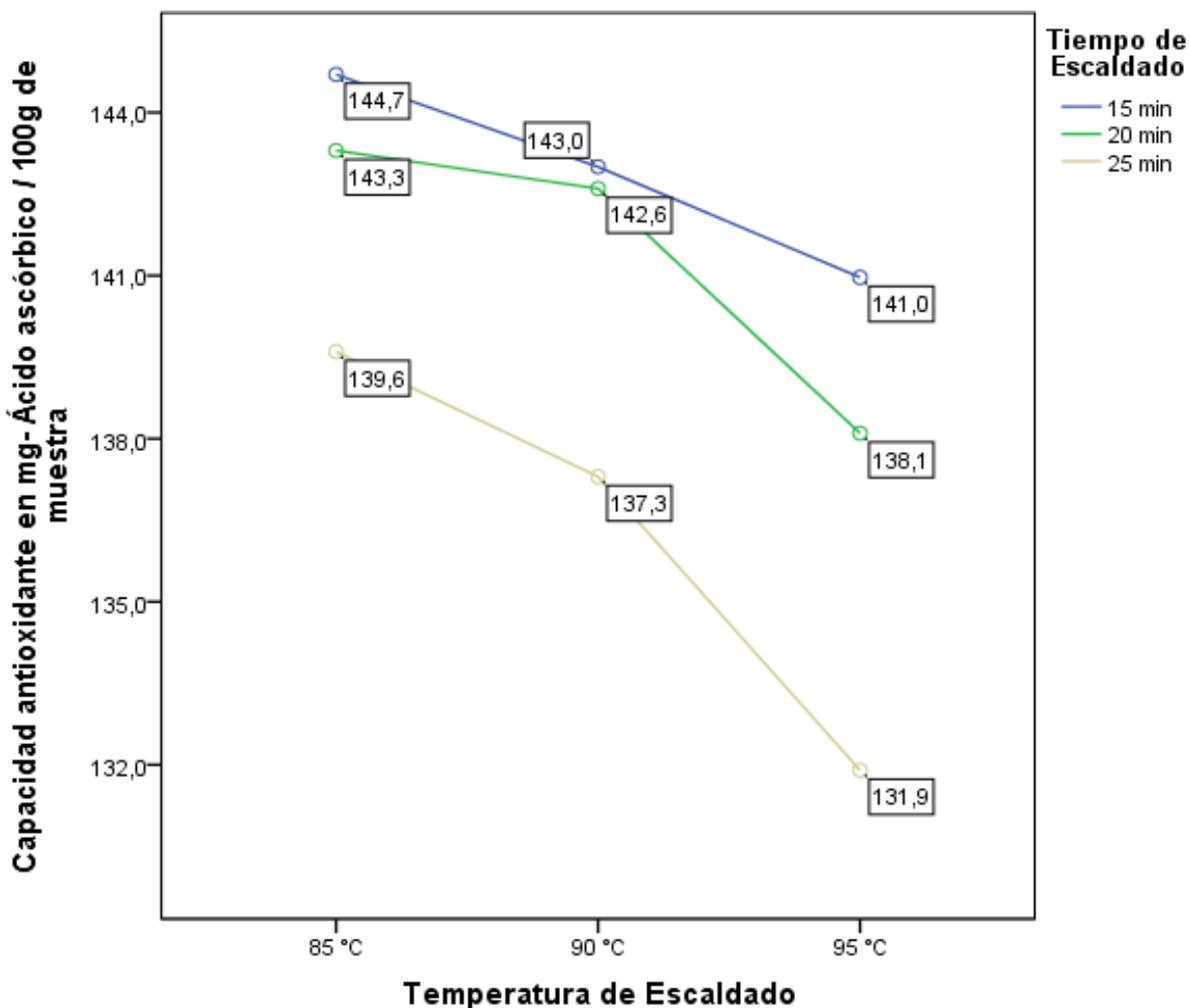
Coefficiente de variabilidad:

$$cv = \frac{\sqrt{CME}}{\text{Promedio total}} \times 100$$

$$cv = \frac{\sqrt{9.6}}{140.2} \times 100 = 2.2\%$$

Como F calculado es mayor a F tabulado tanto al 1% al 5%, entonces se concluye con un 99% de certeza que existe diferencias significativas entre los tratamientos y entre los factores temperatura y tiempo, rechazándose la H₀ bajo el mismo nivel de significación. El coeficiente de variabilidad (2.2%) nos muestra que los datos están dentro de la distribución normal y que podemos proseguir con los análisis. Así mismo no se encontró diferencias significativas en la interacción temperatura y tiempo con un 99% de certeza.

Figura 08. Medias estimadas de capacidad antioxidante de pulpa de cocona.



Fuente: Elaboración propia, (2015).

Del gráfico se puede apreciar que, se consigue un mayor valor de capacidad antioxidante de la pulpa de cocona con una temperatura baja de (85°C), independientemente del tiempo. Al cambiar de una temperatura baja a una intermedia, esto es de 85°C a 90°C la capacidad antioxidante disminuye, mientras que con los tiempos 20 y 25 min también disminuye.

Con una temperatura de intermedia a alta esto es de 90 a 95°C, la capacidad antioxidante de la pulpa de cocona disminuye para los tiempos de 20 y 25 minutos. El tiempo de 15 minutos produce los mejores resultados si se quiere lograr una pérdida menor de la capacidad antioxidante cuando la temperatura cambia.

Prueba de Tukey:

Ordenando en forma descendente los promedios de los nueve tratamientos de la capacidad antioxidante de la pulpa de cocona se tiene:

Y_9	:	85 °C 15 min	=	144.7
Y_8	:	85 °C 20 min	=	143.3
Y_7	:	90 °C 15 min	=	143.0
Y_6	:	90 °C 20 min	=	142.6
Y_5	:	95 °C 15 min	=	141.0
Y_4	:	85 °C 25 min	=	139.6
Y_3	:	95 °C 20 min	=	138.1
Y_2	:	90 °C 25 min	=	137.3
Y_1	:	95 °C 25 min	=	131.9

Tukey para $\alpha = 0.01$

$$T_{0.01} = q_{0.01}(9, 18) \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

$$T_{0.01} = 6.08 \sqrt{\frac{9.6}{3}} = 10.87$$

Tukey para $\alpha = 0.05$

$$T_{0.05} = q_{0.05}(9, 18) \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

$$T_{0.05} = 4.96 \sqrt{\frac{9.6}{3}} = 8.87$$

Tabla 16. Matriz de comparaciones por pares de la pulpa de cocona.

	85°C:15min	85°C:20min	90°C:15min	90°C:20min	95°C:15min	85°C:25min	95°C:20min	90°C:25min	95°C:25min	
	144.7	143.3	143.0	142.6	141.0	139.6	138.1	137.3	131.9	
85°C:15min	144.7	0	1.4	1.7	2.1	3.7	5.1	6.6	7.4	12.8*
85°C:20min	143.3		0	0.3	0.7	2.3	3.7	5.2	6.0	11.4*
90°C:15min	143.0			0	0.4	2.0	3.4	4.9	5.7	11.1*
90°C:20min	142.6				0	1.6	3.0	4.5	5.3	10.7*
95°C:15min	141.0					0	1.4	2.9	3.7	9.1*
85°C:25min	139.6						0	1.5	2.3	7.7
95°C:20min	138.1							0	0.8	6.2
90°C:25min	137.3								0	5.4
95°C:25min	131.9									0

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Se observa que los valores de la parte sombreada son superiores a los valores de Tukey tanto al 1% como al 5%, por lo tanto existen diferencias significativas entre los tratamientos comparados.

Tabla 17. Medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Tratamiento	Promedio	Grupo		
		1%		5%
85°C:15min	144.7	a		a
85°C:20min	143.3	a		a b
90°C:15min	143.0	a	b	a b
90°C:20min	142.6		b	a b c
95°C:15min	141.0		b	a b c
85°C:25min	139.6		b	b c
95°C:20min	138.1		b	b c
90°C:25min	137.3		b	c
95°C:25min	131.9		b	c

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Con un 99% de certeza se concluye que los tratamientos 85°C: 15min, 85°C: 20min, 90°C: 15min, 90°C: 20min, 95°C: 15min, 85°C: 25min, 95°C: 20min y 90°C: 25min son estadísticamente iguales, es decir tienen el mismo efecto, y que sus valores promedios son superiores al tratamiento 95°C: 25min.

3.3.3. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE CARAMBOLA

Para los resultados se realiza la revisión de los supuestos de ANOVA para un diseño factorial de dos factores.

Tabla 18. Datos de la capacidad antioxidante (mg equivalentes de Ácido ascórbico/100 g) de la pulpa de carambola.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)			TOTAL
	5	10	15	
80	24.6.0	238.7	233.7	2161.9
	245.4	239.5	237.5	
	245.7	240.0	235.4	
	737.1	718.2	706.6	
85	232.5	229.5	224.9	2063.6
	233.9	229.6	225.1	
	233.7	229.6	224.8	
	700.1	688.7	674.8	
90	225.4	225.3	225.3	2029.7
	227.2	226.6	224.0	
	226.3	226.0	223.6	
	678.9	677.9	672.9	
Total	2116.1	2084.8	2054.3	6255.2
Promedio	235.1	231.6	228.3	

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Tabla 19. Pruebas de normalidad para las temperaturas.

	Temperatura de Escaldado(CA)	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Capacidad	80 °C	.905	9	.285
Antioxidante de la	85 °C	.867	9	.114
Carambola	90 °C	.952	9	.715

Fuente: Elaboración propia, (2015).

En la tabla 19 observamos que todos los valores de significancia (p) superan el 0.05, por lo tanto los resultados de las temperaturas y tiempos se distribuyeron en base a la normal, por lo que se usó prueba paramétrica ANOVA, para ver si las variables muestran efectos o no en los resultados.

Tabla 20. ANOVA de los efectos en la capacidad antioxidante de la carambola.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F _C	F _T	
					0.01	0.05
Temperatura	1047.7	2	523.9	696.8	6.01	3.55
Tiempo	212.2	2	106.1	141.1	6.01	3.55
Temperatura * Tiempo	59.7	4	14.9	19.9	4.58	2.93
Error	13.5	18	0.8			
Total	1333.2	26				

Fuente: Elaboración propia, (2015).

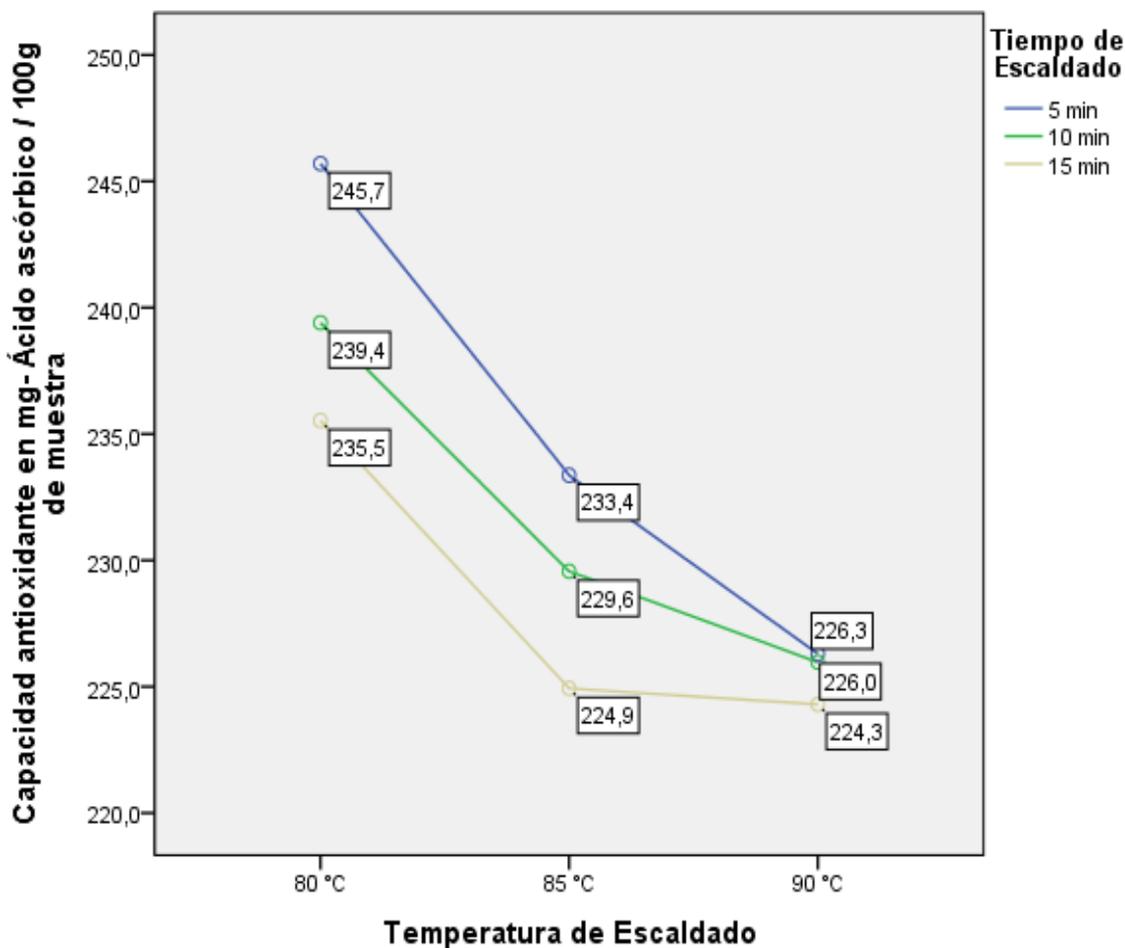
Coeficiente de variabilidad

$$cv = \frac{\sqrt{0.8}}{\text{Promedio total}} \times 100$$

$$cv = \frac{\sqrt{0.8}}{231.7} \times 100 = 0.38\%$$

Como F calculado es mayor a F tabulado tanto al 1% al 5% entonces se concluye con un 99% de certeza que existe diferencias significativas entre los tratamientos y entre los factores temperatura y tiempo, rechazándose la H₀ bajo el mismo nivel de significación. El coeficiente de variabilidad (0.38%) nos muestra que los datos están dentro de la distribución normal y que podemos proseguir con los análisis. Así mismo se encontró diferencias significativas en la interacción temperatura y tiempo con un 99% de certeza.

Figura 09. Medias estimadas de capacidad antioxidante de pulpa de carambola.



Fuente: Elaboración propia, (2015).

Del gráfico se puede apreciar que, se consigue un mayor valor de la capacidad antioxidante de la pulpa de carambola con una temperatura baja de (80°C), independientemente del tiempo. Al cambiar de una temperatura baja a una intermedia, esto es de 80°C a 85°C la capacidad antioxidante disminuye, mientras que con los tiempos de 10 y 15 min también disminuye

Con una temperatura de intermedia a alta esto es de 85 a 90°C, la capacidad antioxidante de la pulpa de carambola disminuye para los tiempos de 10 y 15 minutos. El tiempo de 5 minutos produce los mejores resultados si se quiere lograr una pérdida menor de la capacidad antioxidante cuando la temperatura cambia.

Prueba de Tukey:

Los promedios de los nueve tratamientos de la capacidad antioxidante de la pulpa de carambola dispuestos en orden descendente tenemos:

Y_9	:	80 °C:5 min	=	245.7
Y_8	:	80 °C:10 min	=	239.4
Y_7	:	80 °C:15 min	=	235.5
Y_6	:	85 °C:5 min	=	233.4
Y_5	:	85 °C:10 min	=	229.6
Y_4	:	90 °C:5 min	=	226.3
Y_3	:	90 °C:10 min	=	226.0
Y_2	:	85 °C:15 min	=	224.9
Y_1	:	90 °C:15 min	=	224.3

Tukey para $\alpha = 0.01$

$$T_{0.01} = q_{0.01}(9, 18) \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

$$T_{0.01} = 6.08 \sqrt{\frac{0.8}{3}} = 3.04$$

Tukey para $\alpha = 0.05$

$$T_{0.05} = q_{0.05}(9, 18) \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

$$T_{0.05} = 4.96 \sqrt{\frac{0.8}{3}} = 2.48$$

Tabla 21. Matriz de comparaciones por pares de la pulpa de carambola.

	80°C:5min	80°C:10min	80°C:15min	85°C:5min	85°C:10min	90°C:5min	90°C:10min	85°C:15min	90°C:15min	
	245.7	239.4	235.5	233.4	229.6	226.3	226.0	224.9	224.3	
80°C:5 min	45.7	0	6.3	10.2	12.3	16.1	19.4	19.7	20.8	21.4
80°C:10min	239.4	0	3.9	6.0	9.8	13.1	13.4	14.5	15.1	
80°C:15min	235.5		0	2.1	5.9	9.2	9.5	10.6	11.2	
85°C:5min	233.4			0	3.8	7.1	7.4	8.5	9.1	
85°C:10min	229.6				0	3.3	3.6	4.7	5.3	
90°C:5min	226.3					0	0.3	1.4	2.0	
90°C:10min	226.0						0	1.1	1.7	
85°C:15min	224.9							0	0.6	
90°C:15min	224.3								0	

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Se observa que los valores de la parte sombreada son superiores a los valores de Tukey tanto al 1% como al 5%, por lo tanto existen diferencias significativas entre los tratamientos comparados.

Tabla 22. Medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Tratamiento	Promedio	Grupo					
		1%			5%		
80°C:5min	245.7	a			a		
80°C:10min	239.4	a	b		a	b	
80°C:15min	235.5	a	b	c	a	b	c
85°C:5min	233.4	a	b	c	a	b	c
85°C:10min	229.6	a	b	c	a	b	c
90°C:5min	226.3		b	c			c
90°C:10min	226.0			c			c
85°C:15min	224.9			c			c
90°C:15min	224.3			c			c

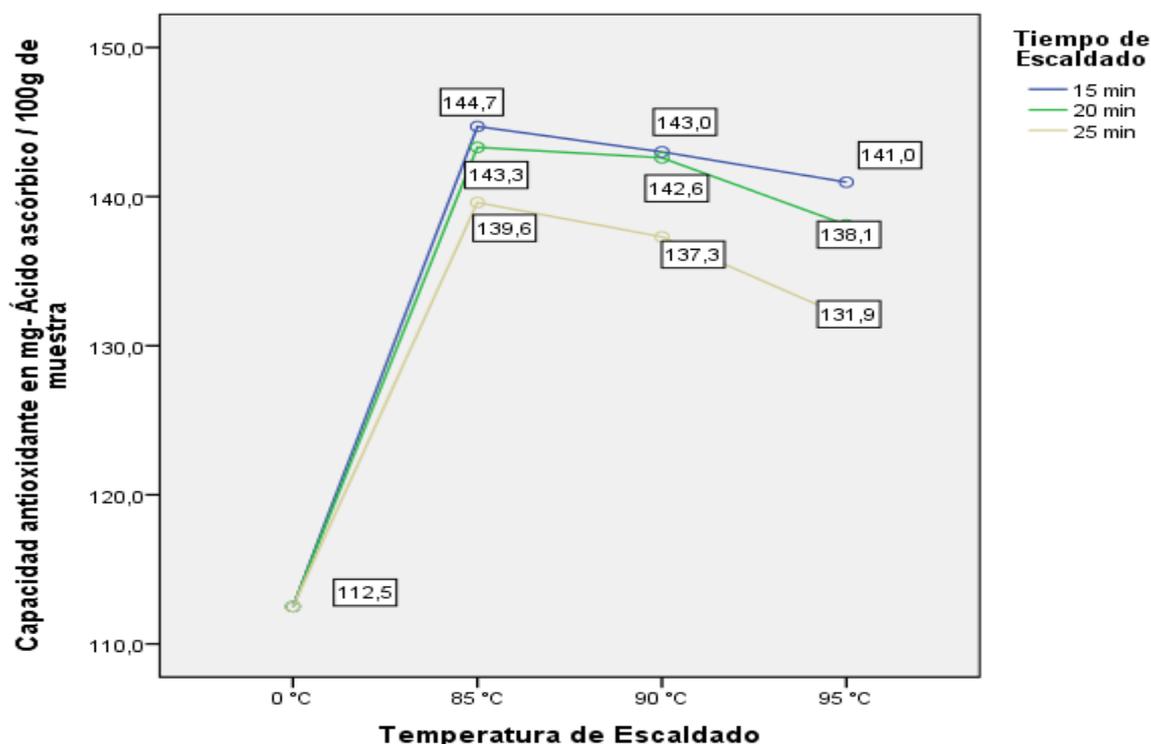
Fuente: Elaboración propia, (2015).

Se concluye con un 99% de certeza de que los tratamientos 80°C: 5min, 80°C: 10min y 80°C: 15min son estadísticamente iguales, y que al mismo tiempo son superiores al resto de tratamientos.

3.4. VARIACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRUTO Y PULPA OBTENIDA.

La variación de la actividad antioxidante en función del tratamiento térmico puede verse en la figura 10.

Figura 10. Variación de la capacidad antioxidante de la fruta y pulpa obtenida de cocona.



Fuente: Elaboración propia, (2015).

En la figura 10, los resultados obtenidos muestran que la capacidad antioxidante de la pulpa sufre un incremento significativo a 85 °C y 15 min y a medida que se aumenta la temperatura y el tiempo de escaldado la capacidad antioxidante disminuye. El potencial funcional de una fruta puede estar determinado por su poder antioxidante, el cual ha sido relacionado al contenido de polifenoles presentes en la misma.

El incremento de la capacidad antioxidante se debe al aumento en el contenido de compuestos fenólicos totales durante el escaldado, podrían deberse a la liberación de compuestos fenólicos unidos a las paredes celulares o bien la síntesis de otros compuestos con propiedades antioxidantes (ej. productos de la reacción de Maillard). Aunque un mayor contacto con enzimas oxidativas como PPO (Polifenoloxidasas), por disrupción celular también podría ocurrir, la alta temperatura empleada provocaría en cierto grado su desactivación. Esto evitaría la pérdida de ácidos fenólicos, definiendo en la suma de efectos un aumento de la capacidad antioxidante (Zaro, 2014); (Paulino et al., 2012). Por otra parte, la presencia de los compuestos fenólicos (salicilato de metilo, cis-metiloeugenol, vainillina, trans-metiloeugenol y 2-hidroxi-benzoato de bencilo) en el epicarpio (Cardona, 2011) hace pensar que estos compuestos se liberaron hacia la pulpa obtenida como consecuencia del escaldado y pulpeado. Es de resaltar que estudios (Rincón et al., 2003) han coincidido con que la cantidad de compuestos fenólicos se encuentran en mayores concentraciones en el epicarpio de la fruta.

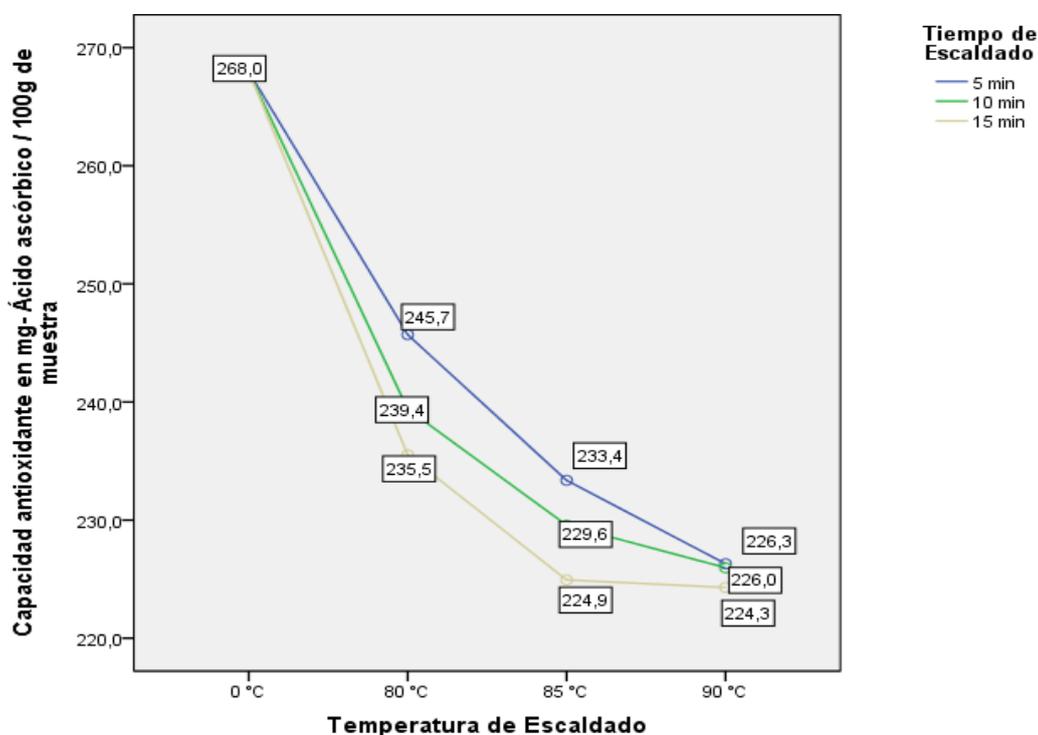
Por otra parte, estudios realizados muestran incrementos de la capacidad antioxidantes en solanáceas como: las berenjenas blancas y violetas mostraron retención y aumento en la capacidad antioxidante por métodos de cocción (Zaro, 2014) lo mismo que en tomates procesados, indicando que el tratamiento térmico actúa sobre la estructura física de la materia prima, provocando una liberación del carotenoide al promover la ruptura de paredes celulares mejorando su capacidad antioxidante (Palomo et al., 2010) (Ordóñez et al., 2009).

La pérdida de antioxidantes naturales en relación con el procesamiento y la formación de los productos de reacción de Maillard con actividad antioxidante se estudiaron en diferentes sistemas alimenticios, tales como los derivados del tomate y café. Los resultados mostraron que, aunque la concentración de antioxidantes naturales se redujo significativamente como consecuencia de los

tratamientos térmicos, las propiedades antioxidantes generales de los productos alimenticios se mantuvieron o incluso mejoradas por el desarrollo de los productos de reacción de Maillard. (Nicoli et al.,1997) (Pérez et al.,2012).

Los resultados mostraron que el tratamiento térmico comúnmente utilizado antes de su consumo puede aumentar el contenido y la actividad biológica de los compuestos antioxidantes de la cocona.

Figura 11. Variación de la capacidad antioxidante de la fruta y pulpa obtenida de carambola.



Fuente: Elaboración propia, (2015).

En la figura 11 se muestra la capacidad antioxidante a través de diferentes tiempos y temperaturas, en la que se puede observar que la carambola inicialmente tiene 268 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g, probablemente se deba a sus componentes como polifenoles, la vitamina C, los carotenoides y las proantocianidinas, entre otros (Prieto, y otros, 2010) se observa también que la carambola luego de los tratamientos tiene 224.3 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g esta pérdida de capacidad antioxidante está relacionada a la temperatura y el tiempo, a medida que aumenta la temperatura y tiempo de

escaldado se produce un descenso de la capacidad antioxidante esto probablemente se deba:

- La naturaleza y distribución de los compuestos polifenólicos es diferente en cada una de las partes de la fruta y depende de la variedad. Valero, Yolmar y otros, (2012).
- A la degradación como polifenoloxidasas, peroxidasa y ascorbato reductasa, no debieron ser inactivadas completamente. Por lo que al transcurrir el tiempo, la degradación de los polifenoles, ácido ascórbico continúe y sea cada vez mayor Millán E. et al. (2007).
- Desde el punto de vista de la calidad nutricional, como consecuencia del tratamiento térmico aplicado, se pierden vitaminas termolábiles, como la vitamina C, además de otros compuestos como antocianinas y compuestos fenólicos. Estos autores reportan una disminución en la capacidad antioxidante total de la fruta como consecuencia de su procesado. Osorio, (2008).
- Presumiblemente para este caso no exista la formación de productos de reacción de maillard ya que la formación de melanoidinas requiere de altas temperaturas
- Así como también la liberación de polifenoles será muy poco ya que indican que una mayor temperatura favorece una mayor extracción fenólica Paladino, (2008).

3.5. DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Las muestras de pulpa de cocona y carambola fueron evaluadas a través de una prueba de medición del grado de satisfacción del atributo sabor, mediante una escala hedónica valorativa de 9 puntos.

Después de que cada panelista ha evaluado las nueve muestras, las categorías descriptivas se convirtieron en puntajes numéricos. Los puntajes tabulados para los primeros ocho jueces se muestran en la Tabla 23 y 28 respectivamente, y fueron analizados utilizando el análisis de varianza solamente para los puntajes para ocho jurados.

3.5.1. PULPA DE COCONA

Tabla 23. Puntajes de escala hedónica para la pulpa de cocona.

Jueces	Tratamientos									TOTAL
	135	215	328	475	567	689	708	845	996	
1	4	4	3	4	3	3	3	2	3	29
2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	28
3	3	3	3	4	2	2	2	3	2	24
4	3	3	3	3	2	1	3	2	2	22
5	4	4	2	3	3	3	2	2	2	25
6	3	3	2	3	2	2	2	2	1	20
7	4	2	2	2	2	2	2	2	1	19
8	4	4	2	3	3	2	3	2	1	24
TOTAL	29	26	20	25	20	18	20	18	15	191

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Tabla 24. ANOVA de la evaluación sensorial de la pulpa de cocona.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F _c	F _T	
					0.01	0.05
Tratamientos	20.694	8	2.587	8.265	2.85	2.12**
Jueces	10.097	7	1.442	4.609	2.98	2.19
Error	17.528	56	0.313			
Total	48.319	71				

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Coefficiente de variabilidad:

$$cv = \frac{\sqrt{CME}}{\text{Promedio total}} \times 100$$

$$cv = \frac{\sqrt{0.313}}{2.653} \times 100 = 21.07\%$$

Como F calculado es mayor a F tabulado tanto al 1% al 5%, entonces se concluye con un 99% de certeza que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos de la pulpa de cocona sometidos a diferentes temperaturas y tiempos de tratamiento térmico, rechazándose la h_0 bajo el mismo nivel de significación. El coeficiente de variabilidad (21.07%) nos muestra que los datos están dentro de la distribución normal y que podemos proseguir con los análisis. Asimismo, existen diferencias significativas entre los jueces, lo que evidencia estadísticamente que los jueces hicieron bien su trabajo.

Prueba de Duncan:

Para determinar qué muestras de pulpa diferían significativamente la una de la otra, se aplicó la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan para estimar las diferencias significativas entre las formulaciones para un 95% de confianza ($p < 0.05$).

Para llevar a cabo la Prueba de Duncan, las medias correspondientes a los tratamientos se ordenaron de mayor a menor, como se indica a continuación:

Tabla 25. Valor crítico de la prueba de Duncan para la pulpa de cocona.

	2	3	4	5	6	7	8	9
AES 5%	2.836	2.986	3.084	3.146	3.204	3.246	3.284	3.314
Error Estándar	0.198	0.198	0.198	0.198	0.198	0.198	0.198	0.198
DLS	0.561	0.591	0.610	0.622	0.634	0.642	0.650	0.656

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Tabla 26. Matriz comparación de medias de los tratamientos.

	135	215	475	328	567	708	689	845	996
	3.625	3.250	3.130	2.500	2.500	2.500	2.250	2.250	1.875
135	0	0.375	0.495	1.125	1.125	1.125	1.375	1.375	1.750
215		0.000	0.120	0.750	0.750	0.750	1.000	1.000	1.375
475			0.000	0.630	0.630	0.630	0.880	0.880	1.255
328				0.000	0.000	0.000	0.250	0.250	0.625
567					0.000	0.000	0.250	0.250	0.625
708						0.000	0.250	0.250	0.625
689							0.000	0.000	0.375
845								0.000	0.375
996									0.000

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Se observa que los valores de la parte sombreada son superiores a los valores críticos de la prueba de Duncan al 5%, por lo tanto existen diferencias significativas entre los tratamientos comparados.

Resumiendo se tiene:

Tabla 27. Medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Tratamiento	Promedio	Grupo 5 %		
135	3.625	a		
215	3.250	a	b	
475	3.130	a	b	c
328	2.500	a	b	c
567	2.500	a	b	c
708	2.500	a	b	c
689	2.250		b	c
845	2.250			c
996	1.875			c

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Se concluye con un 95% de certeza de que los tratamientos 135, 215, 475, 328, 567 y 708 son estadísticamente iguales, y que al mismo tiempo son superiores a los tratamientos 689, 845 y 996 respectivamente.

3.5.2. PULPA DE CARAMBOLA

Tabla 28. Puntajes de escala hedónica para la pulpa de carambola.

Jueces	Muestras									TOTAL
	125	208	438	345	790	579	604	833	988	
1	4	4	4	4	3	3	3	2	3	30
2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	28
3	3	3	4	4	2	2	3	3	2	26
4	3	3	3	3	2	1	3	2	2	22
5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	26
6	3	3	3	3	2	2	2	2	2	22
7	4	2	3	3	2	2	2	2	1	21
8	4	4	2	3	3	2	3	2	1	24
TOTAL	29	26	25	26	20	18	21	18	16	199

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Tabla 29. ANOVA de la evaluación sensorial de la pulpa de carambola.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	Fc	Fr	
					0.01	0.05
Tratamientos	20.861	8	2.608	8.201	2.85	2.12**
Jueces	8.319	7	1.188	3.738	2.98	2.19
Error	17.806	56	0.318			
Total	46.986	71				

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Coefficiente de variabilidad:

$$cv = \frac{\sqrt{CME}}{\text{Promedio total}} \times 100$$

$$cv = \frac{\sqrt{0.318}}{2.764} \times 100 = 20.41\%$$

Como F calculado es mayor a F tabulado tanto al 1% al 5%, entonces se concluye con un 99% de certeza que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos de la pulpa de carambola sometidos a diferentes temperaturas y tiempos de tratamiento térmico, rechazándose la h_0 bajo el mismo nivel de significación. El coeficiente de variabilidad (20.41%) nos muestra que los datos están dentro de la distribución normal y que podemos proseguir con los análisis. Asimismo, existen diferencias significativas entre los jueces, lo que evidencia estadísticamente que los jueces hicieron bien su trabajo.

Prueba de Duncan:

Para determinar qué muestras de pulpa diferían significativamente la una de la otra, se aplicó la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan para estimar las diferencias significativas entre las formulaciones para un 95% de confianza ($p < 0.05$).

Para llevar a cabo la Prueba de Duncan, las medias correspondientes a los tratamientos se ordenaron de mayor a menor, como se indica a continuación:

Tabla 30. Valor crítico de la prueba de Duncan para la pulpa de carambola.

	2	3	4	5	6	7	8	9
AES 5%	2.836	2.986	3.084	3.146	3.204	3.246	3.284	3.314
Error Estándar	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199
DLS	0.565	0.595	0.615	0.627	0.639	0.647	0.655	0.661

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Tabla 31. Matriz comparación de medias de los tratamientos.

	125	208	438	345	790	579	604	833	988	
	3.625	3.250	3.250	3.125	2.625	2.500	2.250	2.250	2.000	
125	3.625	0	0.375	0.375	0.500	1.000	1.125	1.375	1.375	1.625
208	3.250	0.000	0.000	0.125	0.625	0.750	1.000	1.000	1.000	1.250
438	3.250		0.000	0.125	0.625	0.750	1.000	1.000	1.000	1.250
345	3.125			0.000	0.500	0.625	0.875	0.875	0.875	1.125
790	2.625				0.000	0.125	0.375	0.375	0.375	0.625
579	2.500					0.000	0.250	0.250	0.250	0.500
604	2.250						0.000	0.000	0.000	0.250
833	2.250							0.000	0.000	0.250
988	2.000									0.000

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Resumiendo se tiene:

Tabla 32. Medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Tratamiento	Promedio	Grupo 5 %
125	3.625	a
208	3.250	a
438	3.250	a
345	3.125	a
790	2.625	a
579	2.500	b
604	2.250	b
833	2.250	b
988	2.000	c

Fuente: Elaboración propia, (2015).

Se concluye con un 95% de certeza de que los tratamientos 125, 208, 435, 345 y 790 son estadísticamente iguales, y que al mismo tiempo son superiores a los tratamientos 579, 604, 833 y 988.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

1. De los frutos, la cocona evidencio mayor variedad de metabolitos como, azúcares reductores, compuestos fenólicos, alcaloides y taninos. Para el caso de la carambola el análisis demostró la presencia de azucares reductores y compuestos fenólicos. En la pulpa obtenida se verifica la variación de los compuestos fenólicos ya que estos son los que presentan propiedades antioxidantes.
2. Los extractos de las frutos estudiados, presentaron capacidad antioxidante, siendo para la carambola 268.0 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g y la cocona 112.5 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g.
3. A un nivel de confianza del 99% y 95%, existe diferencias significativas entre los tratamientos, por tanto, los factores temperatura y tiempo de escaldado producen efectos en los resultados de la capacidad antioxidante de las pulpas de cocona y carambola.
4. Del análisis sensorial atributo sabor, tanto al 1% al 5%, existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos de la pulpa de cocona y carambola sometidos a diferentes temperaturas y tiempos de tratamiento térmico, Asimismo, existen diferencias significativas entre los jueces.

CAPITULO V: RECOMENDACIONES

- Realizar estudio de estadios de la fruta en la que se pueda obtener mayor cantidad de antioxidante.
- Investigar las condiciones de formación de productos de reacción Maillard en el proceso de pulpa de cocona.
- Realizar la estandarización de obtención de pulpas, con el fin de conseguir pulpas de fruta que conserven su calidad funcional.
- Realizar estudios para una mayor extracción polifenoles en pulpas de fruta.
- Realizar estudios de la cuantificación de compuestos fitoquímicos en pulpa de cocona, utilizando diferentes métodos y de esta manera conocer qué tipos de fitoquímicos están contribuyendo más al incremento de la capacidad antioxidante.
- Realizar estudios empleando a panelistas entrenados para tener puntajes confiables en el análisis sensorial de pulpas de cocona y carambola.

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA

1. Alzamora, S. M., Guerrero, S. N., Nieto, A. B., & Vidale, S. L. (2004). Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. *Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación*.
2. Andersson, A., Gekas, V., Lind, I., Oliveira, F., & Öste, R. (1994). Effect of preheating on potato texture. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34 (3): 229-251.
3. Anteparra, M., Ruiz, S., Granado, L., & Díaz, W. (2012). Entomofauna asociada con la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en Tingo María, Huánuco. *Revista Investigación y Amazonía*, 2 (1-2): 51-59.
4. Argote, F. E., Vargas, D. P., & Villada, H. S. (2013). Investigación de mercado sobre el grado de aceptación de mermelada de cocona en Sibundoy, Putumayo. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 11(2): 197-206.
5. Aristizabal, S. J. (2012). Caracterización preliminar de la enzima polifenoloxidasas en carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y su relación con el potencial antioxidante. *Facultad de Ciencias de la Universidad del Tolima*.
6. Aristizabal, S. J., Murillo, P. E., Mendez, J. J., Murillo, A. W., & Daza, D. (2012). Composición química y cinética enzimática de la polifenol oxidasa de *Averrhoa carambola* L. en diferentes estados de maduración. *Revista Vitae*, 19(1): S406-S408.
7. Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agriindustrial by-products: antioxidant activity, occurrence and potential uses. *Food Chemistry*, 99 (1): 191-203.
8. Ballesteros, P. L., & Ruiz, L. M. (2013). Estudio de factibilidad para el montaje y puesta en marcha de una empresa comercializadora y distribuidora de pulpa de fruta derivada de la mora y el lulo. *Faculta de Tecnología de la Universidad Tecnológica de Pereira*.
9. Bravo, L. S. (2012). Optimización del contenido y disponibilidad del licopeno y otros compuestos bioactivos en tomate y productos elaborados con tomate. *Universidad de Murcia*.

10. Cabaleiro, T. (2010). Micotoxinas, estrés oxidativo y antioxidantes. *Antioxidantes naturales. Aspectos saludables, toxicológicos y aplicaciones industriales*, 109-120.
11. Calderón, R. M. (2011). Determinación de la capacidad antioxidante total y concentración de fenoles totales en *Solanum americanum* sometida al proceso de escaldado, deshidratado y almacenamiento. *Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala*.
12. Calderón-Ortiz, C. (2009). Evaluación del efecto de procesos clásicos de transformación sobre las propiedades antioxidantes de la mora costarricense variedad 'Vino con espinas' (*Rubus adenotrichus* Schltdl). *Facultad de Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Costa Rica*.
13. Carbajal, T. C., & Balcazar, D. L. (2006). *Cultivo de Cocona*. Tingo Maria, Peru: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana Programa Biodiversidad.
14. Cardona, J. J. (2011). Estudio de metabolitos fijos y volátiles en tres morfotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) procedentes del departamento del Guaviare. *Tesis para optar al título de Master en Ciencias - Química*, Universidad Nacional de Colombia.
15. Charley, H. (2001). *Tecnología de alimentos. 10ª reimpression*. México: Edit. Limusa S. A. .
16. Chávez, R., Plaza, A., & Lock, O. (1996). Antioxidantes de origen vegetal. *Revista de Química*, 10(1).
17. CODEX. (2009). CODEX STAN 296-2009: Norma del codex para las confituras, jaleas y mermeladas.
18. Desrosier, N. (1999). *Elementos de tecnología de alimentos. 14ª reimpression*. México: Editorial Continental S. A.
19. Duran, M., & Moreno, Á. M. (2000). Evaluación de algunas mezclas de solvente en la extracción de carotenoides de tamarillo (*Cyphomandra betaceae* Sendt). *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3 (1): 34-38.
20. Fernandes, d. S. (1998). *Cocona (Solanum sessiliflorum Dunal): Cultivo y Utilización*. Manaus, Venezuela: Tratado de Cooperación Amazónica Secretaria Pro-Tempore.

21. Fernández, F. C. (2008). Caracterización reológica y optimización de la textura de purés de patata frescos y congelados. Efectos del proceso y adición de crioprotectores. *Memoria para optar al grado de doctor*, Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid.
22. Fernandez, S. J. (2004). Tema 6: Escaldado y pelado al vapor. En *Tecnología de los Alimentos*.
23. Frankel, E. (2010). Oxidación lipídica y evaluación de antioxidantes. *Antioxidantes naturales. Aspectos saludables, toxicológicos y aplicaciones industriales*, 63-81.
24. Gavilánez, M. F. (2013). Influencia de la radiación ultravioleta (UV-C) sobre el contenido de vitaminas de frutas ecuatorianas: carambola, uvilla, tomate de árbol, naranjilla, mortiño y mora de castilla. *Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial*.
25. Gimeno, C. E. (2004). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *O F F A R M*, 23(6): 80-84.
26. Gómez, P. M., & Velasco, C. H. (2010). Diseño y construcción de un planta prototipo procesadora de frutas. *Facultad de Ingenierías Físicomecánicas de la Universidad Industrial de Santander*.
27. González, J. F. (2010). Caracterización de compuestos fenólicos presentes en la semilla y aceite de chía (*Salvia hispanica* L.), mediante electroforesis capilar. *Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias en alimentos. Instituto Politécnico Nacional*.
28. Hardisson, d. I. (2010). Radicales libres, estrés oxidativo y carcinogénesis. *Área de Toxicología de la Universidad de San Cristóbal de La Laguna*.
29. Henríquez, B. A. (2012). Cambios en la capacidad antioxidante de carambola (*Averrhoa carambola* L.) mínimamente procesada tratada con radiación UV-C. *Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial*.
30. Hernández, M. S., & Barrera, J. A. (2004). Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la amazonia. *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI*.
31. Hernández, V. C. (2009). Acción y efectos de la polifenoloxidasas en alimentos. *Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana*.

32. Higuera, S. G., & Villarreal, C. M. (2002). Estudio de factibilidad de la exportación de pulpa de fruta a Estados Unidos. *Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de la Sabana*.
33. Invernón, V. R., de la Estrella, G. M., López, N. E., Arnelas, S. I., & Devesa, A. J. (2012). Manual de laboratorio de Botánica. El fruto. *Reduca (Biología)*. *Serie Botánica*, 5 (2): 1-14.
34. Jayaprakasha, G. K., Selvi, T., & Sakariah, K. K. (2003). Antibacterial activities of grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *Food Research International*, 36. 117-122.
35. Kuskoski, M. E., Asuro, G. A., Troncoso, A. M., Fett, R., & Mancini-Filho, J. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar capacidad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas*, 25(4): 726-732.
36. Ledezma-Gairaud, M. (S.f.). Validación del método: determinación de vitamina C total por cromatografía líquida de alta resolución "HPLC". *Tecnología en Marcha*, 17(4): 15-23.
37. Lock, d. U. (1988). *Investigación fitoquímica*. Lima: Fondo editorial de la PUCP. 1ª edición.
38. Madrid, A., & Madrid, J. (2001). *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias 3ª Edición*. España: Edit. Mundi-prensa.
39. Mancera, A. J. (2010). Diseño de una pulpa funcional de frutas y hortalizas con propiedades antioxidantes y probióticas. *Facultad de Ingeniería de la Tesis para optar al título de M.Sc. en Ingeniería Química, Área de Bioprocesos Universidad Nacional de Colombia*.
40. Martínez, N. B. (2011). Análisis bromatológico del carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y determinación de su capacidad antioxidante. *Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana*.
41. Mercado, M. G., de la Rosa, C. L., Wall, M. A., López, D. J., & Álvarez, P. E. (2013). Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. *Nutrición Hospitalaria*, 28(1): 36-46.
42. Merino, D. F. (2002). Láminas de fruta ("fruit leathers") a partir de pulpa de Murta (*Ugni molinae* Turcz) congelada. *Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile*.

43. MetAs, & Metrólogos, A. (2007). Metrología Óptica Espectrofotómetros de Ultravioleta-Visible. *La Guía MetAs*.
44. Millán, E., Restrepo, L. P., & Eduardo, N. C. (2007). Efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y de descongelación sobre la calidad de la pulpa congelada de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaught). *Agronomía Colombiana*, 25(2): 334-338.
45. *Mis recetas de cocina*. (18 de Noviembre de 2013). Obtenido de Mermelada de carambola: <http://misrecetasdecocina.paravariar.com/mermelada-de-carambola>
46. Morillas, R. J., & Delgado, A. J. (2012). Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 32(2): 8 - 20.
47. Muñoz, J. A., Ramos, E. F., Alvarado, O. U., Castañeda, C. B., & Lizaraso, C. F. (2009). Evaluación de compuestos con actividad biológica en cáscara de Camu camu (*Myrciaria dubia*), Guinda (*Prunus serotina*), Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) y Carambola (*Averrhoa carambola* L.) cultivadas en Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(4): 431- 438.
48. Murillo, M. (2002). Capacidad antioxidante de bebidas de frutas y de te comercializadas en Costa Ricas. *Universidad de Panamá, Instituto de Alimentación y Nutrición. (IANUT)* .
49. Murphy, J., & Riley, J. (1962). *Anal. Chim. Acta*, 27, 31.
50. Narain, N., Bora, P. S., Holschuh, H. J., & Vasconcelos, M. A. (2001). Physical and chemical composition of carambola fruit (*Averrhoa carambola*) at three stages of maturity. *Ciencias y tecnología alimentaria*, 3(3): 144-148.
51. Nicoli, M. C., Anese, M., Parpinel, M. T., Franceschi, S., & Lericci, C. R. (1997). La pérdida y / o la formación de antioxidantes durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos. 114(1-2): 71-74.
52. Novillo, M. G. (2009). Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (*Averrhoa carambola*) . *Zamorano*.
53. Ordóñez, A. L., Balanza, M. E., Martín, F. R., & Flores, C. A. (2009). Estabilidad del Carotenoide Licopeno en Tomates en Conserva. *Información Tecnológica*, 20(4): 31-37.

54. Palomo, G. I., Fuentes, Q. E., Carrasco, S. G., González, R. D., & Moore-Carrasco, R. (2010). Actividad antioxidante, hipolipemiente y antiplaquetaria del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el efecto de su procesamiento y almacenaje. *Rev Chil Nutr*, 37(4): 524-533.
55. Paulino, C., Kessler, A., Ochoa, M., & de Michelis, A. (2012). Compuestos bioactivos en frutas finas patagónicas: efecto del proceso. *La Alimentación Latinoamericana*. . *La Alimentación Latinoamericana*, Vol. 1 Pág. 70.
56. Pérez, B. H., & Valdivia, V. V. (2004). *Carambolo (Averrhoa carambola L.), su cultivo y producción en Nayarit*. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.: INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 2.
57. Pérez, H. L., Chávez, Q. K., Medina, J. L., & Gámez, M. N. (2012). Compuestos fenólicos, melanoidinas y actividad antioxidante de café verde y procesado de las especies *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 15(1): 51-56.
58. Pineda, A. D., Salucci, M., Lázaro, R., Maiani, G., & Ferro-Luzzi, A. (1999). Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos. *Revista Cubana Alimentación Nutrición*, 13(2):104-111.
59. Prieto, S. Z., García, A. K., Flores, V. M., Álvarez, G. R., García, B. P., Chamorro, G., . . . Madrigal, B. E. (2010). Evaluación de la actividad antioxidante y el efecto antiinflamatorio del jugo de *Averrhoa carambola* L. *XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, FH1311 - FH1319.
60. Proexport, I. A. (2003). *Estudio de Mercado Frutas Amazónicas en el Estado de California – Estados Unidos*. Bogotá, Colombia: Proexport Colombia - Instituto von Humboldt.
61. Quintanar, E. M., & Calderón, S. J. (2009). Capacidad antioxidante total. Bases y aplicaciones. *Revista de Educación Bioquímica*, 28(3): 89-101.
62. Quispe, H. R. (2008). Flavonoides de *Viguiera procumbens* (Persoon) S.F. Blake y su efecto antioxidante. *Tesis para optar el grado de magister en química de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco*.

63. Ramírez, N. J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12(1): 84-102.
64. Reyes, G. M., Gómez-Sánchez, P. I., Espinoza, B. C., & Bravo, R. F. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 8ª ed.
65. Reyes, M. A., Galicia, C. M., & Carrillo, I. M. (2011). Antioxidantes: la magia de lo natural. *Revista Académica de Investigación*, 8.
66. Rincón, A. M., González, D., Bou, R. L., Emaldi, U., & Padilla, F. C. (2011). Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en frutos de túpиро (Solanum sessiliflorum Dunal) provenientes del Amazonas venezolano. *Revista Facultad de Farmacia.*, 74(1), 41 - 45.
67. Rincón, M., Tapia, M., & Padilla, F. (2003). Evaluación de fitoquímicos en el exocarpio (cáscara) de algunas frutas cultivadas en Venezuela. *Rev Fac Farm*, 66 (2): 73 – 78.
68. Sánchez-Paniagua, L. M. (2008). Biosensores amperométricos de tirosinasa para la determinación de compuestos fenólicos en medios acuosos y no acuosos. *Memoria para optar al grado de Doctor. Universidad Complutense de Madrid*.
69. Serrano, C. e. (2004). *Capacidad antioxidante en plantas medicinales*. Perú: Proyecto FEDU. UNSAAC.
70. Siller, C. J., Muy, R. D., Báez, S. M., García, E. R., & Araiza, L. E. (2004). Calidad en frutos de carambola (Averrhoa carambola L.) cosechada en cuatro estados de madurez. *Revista Chapingo Serie Horticultura* , 10(1): 23-29.
71. Tello, O., García, R., & Vásquez, O. (2002). Conservación de Averrhoa carambola "Carambola" por azúcar y calor. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 2 (1): 49 - 58.
72. Tomás-Barberán, F., Ferreres, F., & Gil, M. (2000). Antioxidant phenolic metabolites from fruit and vegetables and changes during postharvest storage and processing. *Department of Food Science and Technology. Murcia, España. Studies in Natural Products Chemistry*, 23: 739-795.
73. Torres, F. V. (2010). Determinación del Potencial Nutritivo y Funcional de guayaba (Psidium guajava L.), cocona (Solanum sessiliflorum Dunal) y camu

- camu (*Myrciaria dubia* Vaugh). . *Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria de la Escuela Politécnica Nacional*.
74. Valencia, C. (1995). *Fundamentos de fitoquímica*. México: Edit. Trillas 1ª edición. Pág. 18-19.
75. Valero, Y., Jhoana, C., & Emilio, I. (2012). Efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 62(4): 363-369.
76. Venereo, G. J. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes . *Rev Cubana Med Milit*, 31(2):126-133.
77. Yuyama, L. K., Pantoja, L., Nobuyuki, M. R., Lopes, A. J., & Barreto, d. S. (2008). Desenvolvimento e aceitabilidade de geléia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(4): 929-934.
78. Zaro, M. J. (2014). A nálisis de factores que afectan la acumulación, distribución y estabilidad de antioxidantes de naturaleza fenólica en berenjena (*Solanum melongena* L.). *Tesis para optar por el título de Doctor de la Universidad Nacional de la Plata*.
79. Zuñiga, M. O., & Torres, S. V. (2005). Evaluación de la capacidad antioxidante de 50 plantas medicinales de la región de Cusco. *Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la Universidad San Antonio Abad del Cusco* .

ANEXOS

Figura 12. Certificado de identificación botánica.

MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERÚ
"AÑO DE LA PROMOCIÓN DE LA INDUSTRIA RESPONSABLE Y EL COMPROMISO CLIMÁTICO"

CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE **ESPECIMENES VEGETALES**

El que suscribe, **M.Sc. Blgo. HERNANDO HUGO DUEÑAS LINARES**, especialista en identificación taxonómica de especímenes y productos de flora y fauna silvestre con Certificado de Inscripción N° 028, Registro de Personas Naturales y Jurídicas Habilitadas para realizar Certificación de identificación Taxonómica de Especímenes y Productos de Flora y Fauna Silvestre; en el Ministerio de Agricultura, Dirección General de Forestal y Fauna Silvestre, Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre.

CERTIFICA, que los especímenes vegetales (02) presentado por los Bachilleres en Ingeniería Agroindustrial, **DELIA CAHUANA MAMANI** y **ADAN ARAPA PUMA**; de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios; para su identificación y/o determinación, del proyecto de investigación de Tesis intitulada: **"EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE ESCALDADO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal), y CARAMBOLA (*Averroha carambola* L.)**, corresponde a los siguientes taxa:

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| ➤ <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal | Familia SOLANACEAE |
| ➤ <i>Averroha carambola</i> L. | Familia OXALIDACEAE |

De acuerdo a la descripción de sus características vegetativas y reproductivas, la cual está registrada en el Catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú de Lois Brako and James L. Zarucchi (1993), el APG III (Angiosperm Phylogenetic Group, 2010), y Taxonomic Name Resolution Service v3.0, 2014)

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que considere conveniente. Se anexa al presente Certificado de Identificación la tabla con todos los datos de campo de la especie.

Puerto Maldonado, 18 de Agosto de 2014

**ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN
 TAXONÓMICA FLORA Y FAUNA SILVESTRE**

M.Sc. Blgo. Hugo Dueñas Linares

Reg. CBP N° 2353
 Reg. N° 028 DGFFS/MA

ANÁLISIS FITOQUÍMICO

Bajo este se incluyen métodos para la identificación de un compuesto puro y también para la determinación de los tipos de compuestos presentes en la mezcla o extracto crudo. Muchas veces la caracterización incluye necesariamente procesos de separación de algunos compuestos puros.

Se han desarrollado una serie de métodos para la detección preliminar de los diferentes constituyentes químicos en las plantas, basados en la extracción de estos con solventes apropiados y en aplicación de pruebas de coloración. (Valencia, 1995).

Antes de aplicar los métodos de identificación se debe de realizar pruebas de solubilidad en el extracto con el objeto de obtener una solución, los solventes a utilizar son de menor a mayor polaridad: Hexano, tetracloruro de carbono, benceno, éter, cloroformo, acetona, acetato de etilo, etanol, metanol, agua, ácidos y bases.

Los métodos de identificación son:

FLAVONOIDES: Prueba de Shinoda

A 0.5 ml de extracto agregar algunas partículas de Mg metálico y unas gotas de HCl concentrado; coloraciones rojisas, tendientes al rojo, amarillentas o azuladas indican prueba positiva. Las chalconas, auronas, catequina e isoflavonas no dan prueba positiva.

A una pequeña porción de papel filtro dejar caer una a dos gotas de extracto observar el color y fluorescencia a luz UV, exponer a vapores de amoníaco y observar el cambio de color producido fuera y dentro de la lámpara UV; la fluorescencia o cambio de color a vapores de amoníaco fuera y dentro de la lámpara UV indican prueba positiva. Las observaciones deben realizarse frente a otro papel filtro con muestra sin exponer a vapores de amoníaco.

COMPUESTOS FENOLICOS

A 0.5 ml de extracto agregar 2 a 3 gotas de FeCl_3 al 1%; la presencia de precipitados o coloraciones azuladas o verdes indican prueba positiva. Los compuestos fenólicos son los flavonoides, cumarinas, taninos. Etc.

TANINOS: Reacción de gelatina – sal

Se obtiene un extracto acuoso a partir de un extracto etanólico del material seco. Es la misma que para los compuestos fenólicos.

ALCALOIDES: Reactivo de Dragendorf, Mayer y Wagner

Para realizar las pruebas 0.5 g solubilizar con HCl al 5%, se filtra y en el filtrado se realizan las pruebas para alcaloides.

El filtrado se puede alcalinizar con NaOH 5% y extraer con cloroformo, de la fase clorofórmica separada extraer nuevamente con solución ácida y en la solución ácida realizar las pruebas para alcaloides. Unos precipitados indican presencia de alcaloides.

AZUCARES REDUCTORES: Prueba de Benedict

A 0.5 ml de solución de extracto añadir 0.2 ml de reactivo de Benedict, calentar en baño de agua a ebullición. Precipitado color rojo ladrillo indica prueba positiva (Lock, 1994).

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR DE LA PULPA DE COCONA

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto: Pulpa de Cocona

Pruebe las muestras de pulpa de cocona que se le presentan e indique, **según la escala**, su opinión sobre ellas.

Marque con una X el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra.

MUESTRAS

ESCALA	125	208	345	438	579	604	790	833	989
Me gusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta bastante	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta ligeramente	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta ligeramente	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta bastante	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Comentarios: _____

MUCHAS GRACIAS!

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR DE LA PULPA DE CARAMBOLA

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto: Pulpa de Carambola

Pruebe las muestras de pulpa de cocona que se le presentan e indique, según la escala, su opinión sobre ellas.

Marque con una X el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra.

MUESTRAS

ESCALA	125	208	345	438	579	604	790	833	989
Me gusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta bastante	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta ligeramente	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta ligeramente	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta bastante	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Comentarios: _____

MUCHAS GRACIAS!

Figura 13. Valores críticos (Valores Q) de la nueva prueba de Amplitud Múltiple de Duncan al nivel de significancia de 5%.

ν	p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1		17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2		6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3		4.501	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4		3.927	4.013	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5		3.635	3.749	3.797	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6		3.461	3.587	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
7		3.344	3.477	3.548	3.588	3.611	3.622	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626
8		3.261	3.399	3.475	3.521	3.549	3.566	3.575	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579
9		3.199	3.339	3.420	3.470	3.502	3.523	3.536	3.544	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547
10		3.151	3.293	3.376	3.430	3.465	3.489	3.505	3.516	3.522	3.525	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526
11		3.113	3.256	3.342	3.397	3.435	3.462	3.480	3.493	3.501	3.506	3.509	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510
12		3.082	3.225	3.313	3.370	3.410	3.439	3.459	3.474	3.484	3.491	3.496	3.498	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499
13		3.055	3.200	3.289	3.348	3.389	3.419	3.442	3.458	3.470	3.478	3.484	3.488	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490
14		3.033	3.178	3.268	3.329	3.372	3.403	3.426	3.444	3.457	3.467	3.474	3.479	3.482	3.484	3.484	3.485	3.485	3.485	3.485
15		3.014	3.160	3.250	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446	3.457	3.465	3.471	3.476	3.478	3.480	3.481	3.481	3.481	3.481
16		2.998	3.144	3.235	3.298	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437	3.449	3.458	3.465	3.470	3.473	3.477	3.478	3.478	3.478	3.478
17		2.984	3.130	3.222	3.285	3.331	3.366	3.392	3.412	3.429	3.441	3.451	3.459	3.465	3.469	3.473	3.475	3.476	3.476	3.476
18		2.971	3.118	3.210	3.274	3.321	3.356	3.383	3.405	3.421	3.435	3.445	3.454	3.460	3.465	3.470	3.472	3.474	3.474	3.474
19		2.960	3.107	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415	3.429	3.440	3.449	3.456	3.462	3.467	3.470	3.472	3.473	3.473
20		2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.391	3.409	3.424	3.436	3.445	3.453	3.459	3.464	3.467	3.470	3.472	3.472
24		2.919	3.066	3.160	3.226	3.276	3.315	3.345	3.370	3.390	3.406	3.420	3.432	3.441	3.449	3.456	3.461	3.465	3.469	3.469
30		2.888	3.035	3.131	3.199	3.250	3.290	3.322	3.349	3.371	3.389	3.405	3.418	3.430	3.439	3.447	3.454	3.460	3.466	3.466
40		2.858	3.006	3.102	3.171	3.224	3.266	3.300	3.328	3.352	3.373	3.390	3.405	3.418	3.429	3.439	3.448	3.456	3.463	3.463
60		2.829	2.976	3.073	3.143	3.198	3.241	3.277	3.307	3.333	3.355	3.374	3.391	3.406	3.419	3.431	3.442	3.451	3.460	3.460
120		2.800	2.947	3.045	3.116	3.172	3.217	3.254	3.287	3.314	3.337	3.359	3.377	3.394	3.409	3.423	3.435	3.446	3.457	3.457
∞		2.772	2.918	3.017	3.089	3.146	3.193	3.232	3.265	3.294	3.320	3.343	3.363	3.382	3.399	3.414	3.428	3.442	3.454	3.454

$\nu = \text{gl(Error)}$, $p = \text{número de medias dentro de la amplitud o intervalo de variación que se comparan}$.

FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN

Figura 14. Muestreo de frutos de cocona.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 15. Recolección de frutos de carambola.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 16. Lavado y desinfección de utensilios.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 17. Utensilios desinfectados.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 18. Selección y pesado de frutos de cocona.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 19. Selección y pesado de frutos de carambola.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 20. Lavado y desinfección de frutos de cocona.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 21. Lavado y desinfección de frutos de carambola.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 22. Escaldado de los frutos de cocona.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 23. Escaldado de los frutos de carambola.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 24. Pulpeado de la cocona.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 25. Pulpeado de la carambola.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 26. Refinado de la pulpa de cocona.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 27. Refinado de la pulpa de carambola.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 28. Pulpa de cocona.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 29. Pulpa de carambola.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 30. Pesado de la muestra.

Fuente: Elaboración propia, (2015).

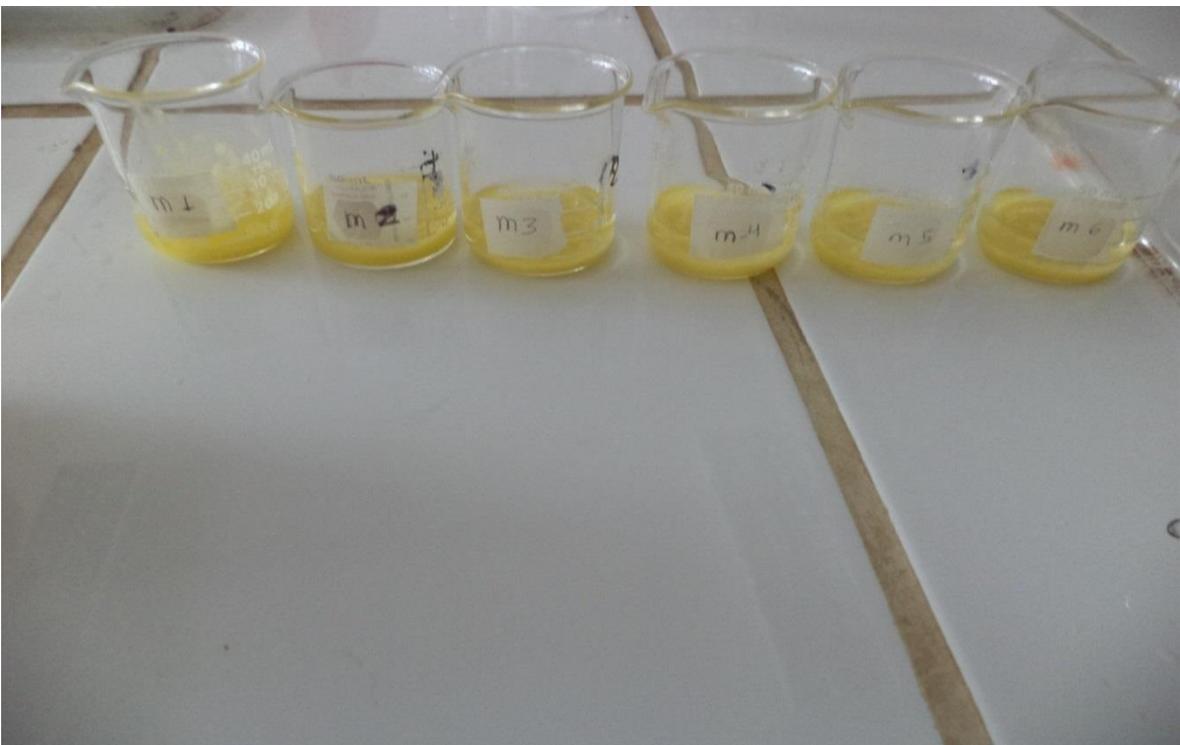


Figura 31. Muestras diluidas.

Fuente: Elaboración propia, (2015).

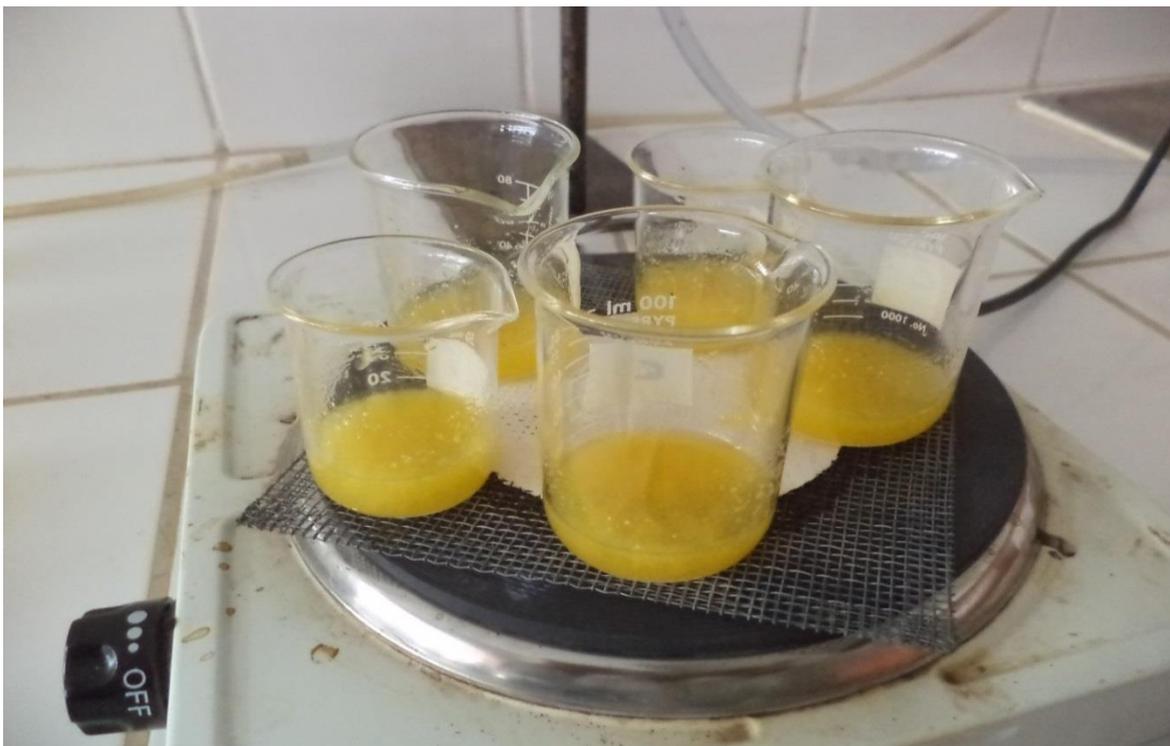


Figura 32. Calentado de las muestras.

Fuente: Elaboración propia, (2015).

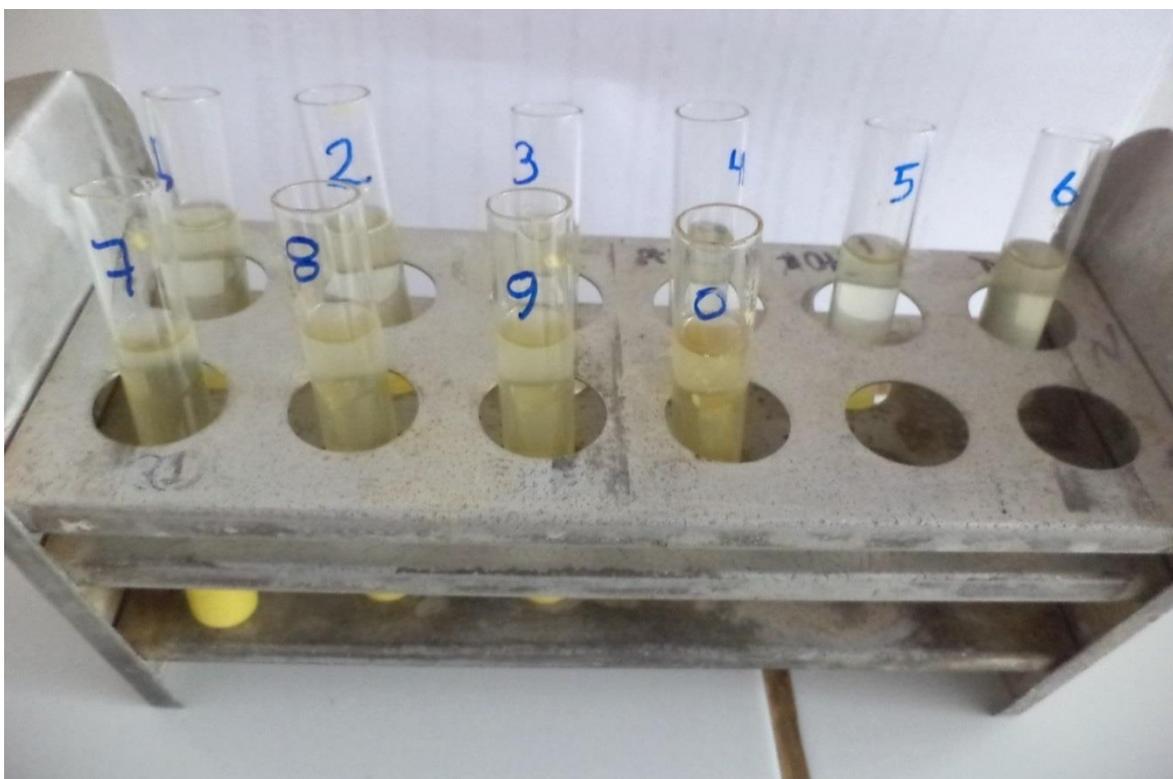


Figura 33. Muestras para determinación de antioxidantes.

Fuente: Elaboración propia, (2015).

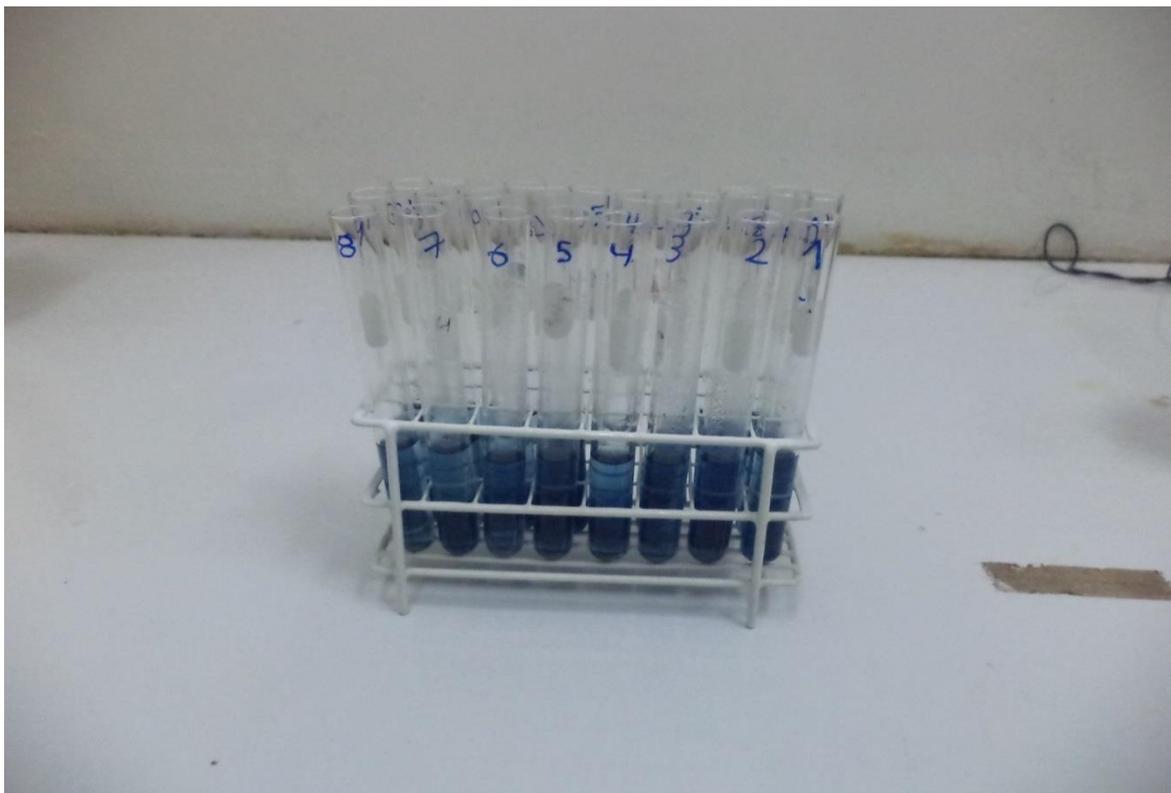


Figura 34. Muestras para determinación de antioxidantes.

Fuente: Elaboración propia, (2015).

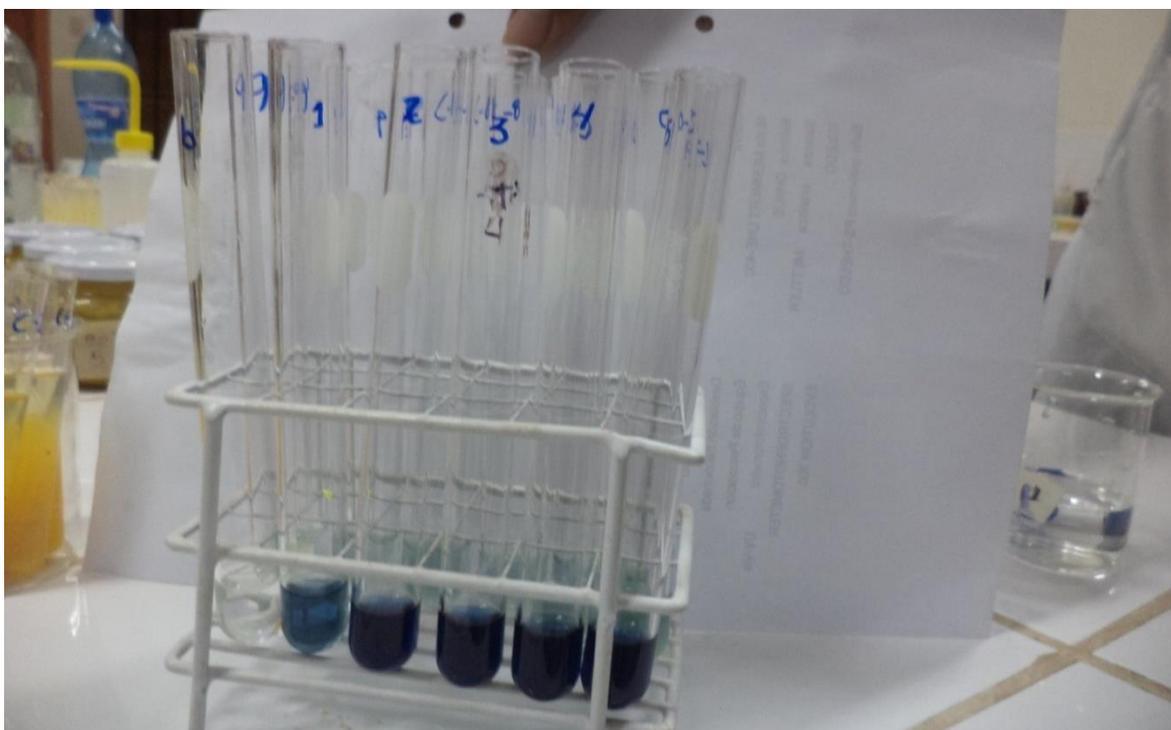


Figura 35. Curva patrón.

Fuente: Elaboración propia, (2015).

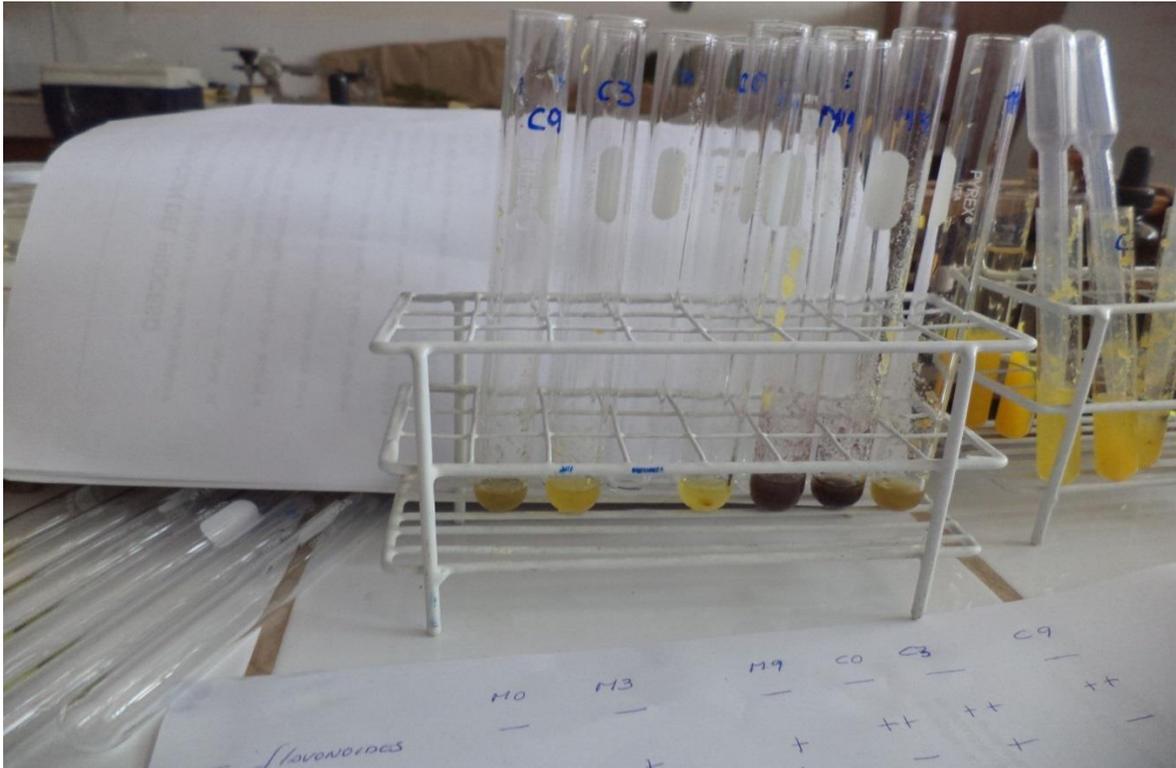


Figura 36. Determinación de fitoquímicos.

Fuente: Elaboración propia, (2015).



Figura 37. Prueba de preferencia a refrigerios del mercado tres de mayo.

Fuente: Elaboración propia, (2015).