



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE
LA SALUD**

ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICIÓN HUMANA

TESIS

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ACUOSO DE MAMEY
(*Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn).**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADA EN
NUTRICIÓN HUMANA**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
FABIOLA JULIA MONTORO VALENCIA.**

**ASESORA:
Mg. KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO.**

LIMA, PERÚ DICIEMBRE 2017

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, pues con su apoyo para iniciar una carrera universitaria y su constante preocupación por que tuviera lo que necesitaba durante los años de estudio, este trabajo de investigación se ha podido realizar y culminar.

A Dios, pues me permitió tener salud y la mente abierta para enfrentar las nuevas experiencias, retos que iniciaron con la universidad y sacar siempre una enseñanza de lo vivido.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por regalarme el privilegio de estudiar una carrera universitaria.

A mi hermana por acompañarme en las noches de desvelo, cuando tenía que quedarme despierta realizando trabajos con la luz encendida.

A mi asesora de tesis Mg. Karen Quiroz, que a pesar de tener un horario muy agitado y tener un niño pequeño que también necesita de tiempo con ella, no dudo en brindarme su apoyo para guiarme y realizar este proyecto, que ahora es realidad.

A mis maestros de la carrera por compartir sus conocimientos e inocularnos el virus de realizar investigación.

A la universidad y la escuela de Nutrición Humana, pues me permitieron, tener un espacio donde empezar mi primer trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICAS	X
RESUMEN.....	XI
SUMMARY	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	14
1.2 Problema de investigación	15
1.2.1 Problema general	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivo específico	16
1.4 Justificación, importancia y limitaciones de la investigación.....	17

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN ...	19
2.1. Hipótesis de la investigación	19
2.1.1. Hipótesis general	19
2.1.2. Hipótesis específicas	19
2.2. Variables de la investigación.....	20
2.2.1. Identificación y clasificación de variables	20
2.2.2. Operacionalización de variables	20
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....	21
3.1. Antecedentes de la Investigación.....	21
2.1.1. Antecedentes Nacionales	21
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	26
3.2. Bases Teóricas	32
3.2.1. Antioxidantes	32
3.2.2. Mecanismo de acción de los antioxidantes	33
3.2.3. Polifenoles	40
3.2.4. Radicales Libres	42
3.2.5. Estrés oxidativo	43
3.2.6. Vitamina C.....	44
3.2.7. Mamey.....	44
3.2.8. Temperatura	49
3.3 Definición de Términos Básicos	52

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
4.1. Tipo y nivel de la Investigación	55
4.1.1. Tipo de Investigación	55
4.1.2. Nivel de la Investigación	55
4.2. Método y Diseño de la Investigación.....	55
4.2.1. Método de Investigación	55
4.2.2. Diseño de la Investigación	56
4.3. Población y Muestra de la investigación	56
4.3.1. Población.....	56
4.3.2. Muestra	56
4.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	56
4.4. Procedimiento de recolección de datos	57
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	60
5.1. Análisis de tablas y gráficos.....	60
DISCUSIONES.....	65
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición Nutricional del <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey)	47
--	----

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación Botánica del <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey)	48
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fruto y hojas de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey)89

Figura 2: Flor de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey)...89

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Contenido de ácido ascórbico de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a diferentes temperaturas60

Gráfica 2: Relación entre la capacidad antioxidante y las concentraciones del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) en T° ambiente61

Gráfica 3: Relación entre la capacidad antioxidante y las concentraciones del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) en T° congelación62

Gráfica 4. Comparación de la capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a diferentes temperaturas63

Gráfica 5. Medición de la capacidad antioxidante según variación de la temperatura en el extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey)64

Gráfica 6: Producción de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a nivel nacional, años 2014-201586

Gráfica 7: Producción de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) por departamentos, años 2014-201586

Gráfica 8: Superficie de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) por departamentos, año 2014-201587

RESUMEN

Se ha estudiado que la capacidad antioxidante de las frutas y verduras nos permite proteger al cuerpo de los agentes agresivos que pueden atacarlo, llamados radicales libres, pero es incierto como puede modificarse esta actividad antioxidante si el alimento es sometido a bajas temperaturas. Por ello, el **objetivo** de este estudio fue evaluar el efecto de la temperatura sobre la capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey). Para ello se utilizó como **método** para medir la capacidad antioxidante al radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) y el reactivo Folin Ciocalteu para medir la cantidad de vitamina C en la fruta. **Materiales.** Se utilizó el fruto *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey), sometido a temperatura de congelación y a temperatura ambiente. **Resultados.** En cuanto a la capacidad antioxidante y la concentración que tenían las muestras, se observa que la tendencia del poder antioxidante es al alza y directamente proporcional con la concentración que poseen las muestras. También se observó que la capacidad antioxidante disminuye ligeramente cuando es sometido a congelación en comparación con la muestra a temperatura ambiente. Se calculó el IC a temperatura ambiente= 9.5 y temperatura congelación=5.75 determinando que la muestra bajo congelación posee una buena capacidad antioxidante utilizando poca cantidad de muestra, así mismo se determinó la correlación de Pearson y su grado de significancia dándonos un resultado $p < 0.05$ indicando que hay correlación entre las variables. Se encontró variación del contenido de ácido ascórbico de las muestras, observándose que la muestra de mamey expuesta a congelación preserva mejor el contenido de ácido ascórbico. **Conclusiones.** Si hay influencia de la temperatura en el poder antioxidante del extracto acuoso del *Pouteria sapota* (mamey), a congelación se observa disminuye muy poco su capacidad antioxidante, conservando así un buen poder reductor contra los radicales libres.

Palabras clave: Capacidad antioxidante; Mamey; *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn; Congelación.

SUMMARY

It has been studied that the antioxidant capacity of fruits and vegetables allows us to protect the body from the aggressive agents that can attack it, called free radicals, but it is uncertain how this antioxidant activity can be modified if the food is subjected to low temperatures. Therefore, the **objective** of this study was to evaluate the effect of temperature on the antioxidant capacity of the aqueous extract of *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey). For this purpose, it was used as a **method** to measure the antioxidant capacity of the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) and the Folin Ciocalteu reagent to measure the amount of vitamin C in the fruit. **Materials.** The fruit *Pouteria sapota* Jacq H.E.Moore & Stearn (mamey) was used, subjected to freezing temperature and at room temperature. **Results.** Regarding the antioxidant capacity and the concentration of the samples, it is observed that the tendency of the antioxidant power is upward and directly proportional with the concentration of the samples. It was also observed that the antioxidant capacity decreases slightly when subjected to freezing compared to the sample at room temperature. The IC was calculated at room temperature = 9.5 and freezing temperature = 5.75 determining that the sample under freezing has a good antioxidant capacity using a small amount of sample, likewise the Pearson correlation and its degree of significance was determined giving us a result $p < 0.05$ indicating that there is a correlation between the variables. Variation of the ascorbic acid content of the samples was found, observing that the mamey sample exposed to freezing better preserves the ascorbic acid content. **Conclusions.** If there is influence of the temperature on the antioxidant power of the aqueous extract of *Pouteria sapota* (mamey), freezing is observed very little diminishes its antioxidant capacity, thus conserving a good reducing power against free radicals.

Keywords: Antioxidant capacity; Mamey; *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn; freezing.

INTRODUCCIÓN

El ritmo de vida acelerado, impulsado por el incremento de nuestra carga laboral, los elevados niveles de contaminación a nivel mundial, el aumento en la intensidad de los rayos ultravioletas, cambios en la dieta como una alimentación alta en grasas saturadas y carbohidratos refinados como los azúcares así como un bajo consumo de verduras y frutas, entre otros factores; son los que conducen al organismo a un desequilibrio y a una mayor producción de radicales libres que son moléculas que en cantidades excesivas alteran las células de nuestro cuerpo; y que pueden ser neutralizados por los antioxidantes que nos lo proporcionan por ejemplo las frutas y verduras.

En la actualidad el tema de los antioxidantes continúa siendo de importancia y es debido a que, se siguen realizando estudios donde se puede evidenciar una relación positiva entre antioxidantes y reducción de los radicales libres, que pueden generar enfermedades crónicas no transmisibles como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, el envejecimiento celular, etc.

Es por esta razón que el presente trabajo de investigación tiene el objetivo de conocer si la capacidad antioxidante y contenido de fitoquímicos del fruto *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) es modificado cuando es sometido a bajas temperaturas como la congelación, así mismo lograr establecer comparaciones con la muestra que fue sometida a la temperatura ambiente, siendo también ambas muestras analizadas a distintas concentraciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Los radicales libres son originados por muchas causas entre ellas; las reacciones bioquímicas que ocurren en el cuerpo humano, la contaminación, el incremento de las radiaciones ultravioleta, el elevado consumo de alcohol y tabaco, un elevado estrés físico o psíquico, o por un factor muy importante como es una alimentación baja en frutas y verduras.

Las células de nuestro organismo presentan mecanismos de protección contra los radicales libres, que son los antioxidantes, pero esta protección va a ser eficiente si en nuestra alimentación se incorporan regularmente alimentos como las frutas y verduras. (1,2)

El desbalance entre la producción de los radicales y la defensa de los antioxidantes provoca estrés oxidativo que lleva a una variedad de cambios fisiológicos y bioquímicos, los cuales dan por resultado algunas enfermedades crónicas degenerativas como el cáncer, y enfermedades cardiovasculares. (3-8)

Por ello al momento de consumir un fruto deseamos que conserve todos sus beneficios y propiedades antioxidantes, es así que vimos la necesidad de saber en este estudio cuál es la diferencia de la capacidad antioxidante entre un fruto a temperatura ambiente y a temperatura de congelación, pues siempre existe la creencia de que congelar alimentos deteriora sus propiedades nutricionales.

Por esta razón para la realización de este trabajo investigamos cómo puede influenciar las bajas temperaturas sobre la capacidad antioxidante del *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey), ya que si

necesitaríamos mantener en conservación a baja temperatura el fruto y por unos días nos interesa saber cómo modificaría sus fitoquímicos que son parte de la capacidad antioxidante, para lograr obtener la mayoría de sus beneficios. (9)

1.2. Problemas de Investigación

1.2.1 Problema General

¿Cuál es el efecto de la temperatura sobre la capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey)?

1.2.2 Problemas Específicos

1.2.2.1. ¿Cuál es la capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey); a temperatura ambiente?

1.2.2.2. ¿Cuál es la capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey); en congelación?

1.2.2.3. ¿Qué cantidad de vitamina C presenta el extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey); a temperatura ambiente?

1.2.2.4. ¿Qué cantidad de vitamina C presenta el extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey); en congelación?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la temperatura sobre la capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey).

1.3.2 Objetivo Específicos

1.3.2.1. Determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey); a temperatura ambiente.

1.3.2.2. Determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey); en congelación.

1.3.2.3. Determinar la cantidad de vitamina C del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey); a temperatura ambiente.

1.3.2.4. Determinar la cantidad de vitamina C del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey); en congelación.

1.4 Justificación, Importancia y limitaciones de la Investigación.

1.4.1 Justificación de la Investigación

Hoy en día el ritmo de vida y las exigencias de un mundo globalizado, nos impulsan a ser más competitivos, esto implica dedicar mayor tiempo a nuestro trabajo y/o estudios, dejando de lado muchas actividades que involucran el cuidado de nuestra salud como la preparación y el consumo de alimentos frescos, el tener alimentos saludables como frutas y verduras o disponer de tiempo para ir a comprarlos a diario; esto aunado a la duda de la mayoría de personas al considerar que es mejor consumir una fruta fresca que refrigerada o congelada pues la baja temperatura podría afectar el contenido de sus antioxidantes y beneficios nutricionales. En su mayoría las frutas son elegidas como protectores de nuestro organismo por sus propiedades fitoquímicas, no solo en cuanto a sus vitaminas sino también por contener otro tipo de sustancias, las cuales juntas van hacer sinergia en favor de la prevención y protección contra el estrés oxidativo que ataca nuestro cuerpo y que es generado por los radicales libres, que en altos índices están asociados a enfermedades crónicas no transmisibles como las enfermedades cardiovasculares, cáncer, envejecimiento de la piel, entre otras.

Es por esta razón que tomamos como muestra para nuestra investigación el *Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn (mamey), es un fruto poco conocido para algunas personas que también desconocen los beneficios nutricionales que posee, entre los que están, el contenido de vitamina A, vitamina C y polifenoles, las cuales le van a brindar su capacidad antioxidante para combatir a los radicales libres generados por las reacciones internas del cuerpo, la contaminación, radiación ultravioleta, comidas altas en grasas y bajas en fibra, etc.

Así también decidimos investigar si al someter a congelación el *Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn (mamey) sus

propiedades antioxidantes y fitoquímicas se modifican; creando para demostrar esto un ambiente similar al que se da cuando se almacena y congela con la finalidad de extender su vida útil, preservar sus fitoquímicos y tenerlo disponible en el momento que lo necesitemos.

1.4.2 Importancia de la Investigación

Al llevar a cabo este trabajo de investigación deseamos conocer como el efecto de la temperatura puede modificar la capacidad antioxidante del *Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn (mamey), cuando es sometido a congelación, así contribuir a desmitificar la creencia de que un fruto congelado pierde por completo sus principios fitoquímicos, su poder antioxidante y que no proporcionaría beneficios a nuestra salud.

Además, otro aspecto de importancia que aportaría el estudio es que la congelación de las frutas ayudaría a ahorrar tiempo y distribuir mejor nuestros horarios, así tener un espacio para tener frutas listas y almacenadas ya sean enteras, trozadas o en pulpa, disponer de ellas en cualquier momento que las necesitemos y así promover su consumo y aporte a nuestra dieta diaria para contribuir a la prevención de enfermedades crónico no transmisibles, como las enfermedades cardiovasculares.

1.4.3 Limitaciones de la investigación

Como parte de las limitaciones de la presente investigación, fueron los equipos, lo que genero dificultades en la toma de recolección de la información, así también la poca disponibilidad de los laboratorios para hacer uso de ellos y realizar las determinaciones. Otra limitación fue la elaboración del extracto acuoso de mamey, por lo que obteníamos una pulpa muy espesa lo que dificultaba la filtración.

CAPÍTULO II

HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Hipótesis de la Investigación

2.1.1 Hipótesis General

El efecto de la temperatura modifica la capacidad antioxidante del extracto acuoso del *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey).

2.1.2 Hipótesis Específicas

2.1.2.1. El extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura ambiente, modifica su capacidad antioxidante.

2.1.2.2. El extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura de congelación modifica su capacidad antioxidante

2.1.2.3. La cantidad de vitamina C del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura ambiente modifica su concentración.

2.1.2.4. La cantidad de vitamina C del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura de congelación, modifica su concentración.

2.2 Variables de la Investigación

2.2.1 Identificación, clasificación de las variables

Variable Independiente: Temperatura.

Variable Dependiente: Capacidad antioxidante.

2.2.2 Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	CATEGORÍAS Y PUNTOS DE CORTE.
Independiente (X) Temperatura	Magnitud física que mide la sensación subjetiva de calor o frío de los cuerpos o del ambiente:	T° de congelación	-18 °C ⁽⁷²⁾
		T° ambiente	25 °C ⁽⁷³⁾
Dependiente (Y) Capacidad antioxidante	Es el conjunto de antioxidantes y el poder que estos tienen para neutralizar a los radicales libres.	Capacidad antioxidante del extracto acuoso de pulpa de mamey por el reactivo DPPH.	CI 50 en ug/ml concentración de muestra que reduce 50% solución DPPH*
		Cantidad de vitamina C en el extracto acuoso de pulpa de mamey por el reactivo Folin Ciocalteu.	mg de ácido ascórbico/100 g de muestra

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

3.1.1 Nacionales

- PRICE, D; et al. Efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*Vaccinium corymbosum*, VARIEDAD "BILOXI") cultivados en diferentes microclimas de Perú. (2017)

El objetivo de la presente investigación fue determinar, en el tiempo, el efecto del refrigerado a 4°C y del congelado a -18°C sobre el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*Vaccinium corymbosum* var. Biloxi) cultivados en diferentes microclimas del Perú.

Se realizaron las determinaciones de polifenoles totales, antocianinas totales y actividad antioxidante de arándanos (IC50) utilizando los métodos de Folin-Ciocalteu, pH diferencial y Brand-Williams, respectivamente. Además, se determinaron pH y grados Brix, así como la cinética de degradación de antocianinas en el tiempo. Se obtuvieron medias y se empleó la prueba de Tukey, con un grado de significancia de 0,05% para hallar las diferencias entre los grupos, haciendo uso del programa STATISTICA. Al final del almacenamiento se encontró cambio significativo ($p < 0,05$) en las variables de estudio. El contenido de polifenoles totales aumentó (85,5% en refrigeración y 61,2% en congelación) y la actividad antioxidante también mostró un incremento (56,7% en refrigeración y 58,6% en congelación), mientras que el contenido de antocianinas totales disminuyó en ambos

tratamientos (57,1% en refrigeración y 45,1% en congelación). El tratamiento de congelación presentó una menor velocidad de degradación de antocianinas en Coris, mientras que no hubo diferencia entre las zonas en el tratamiento bajo refrigeración. Cabe mencionar que ambos tratamientos mantienen niveles óptimos de compuestos beneficiosos para la salud humana y son adecuados para este tipo de frutos; sin embargo, se recomienda el consumo de arándanos que se encuentren cercanos a la fecha de la cosecha. (10)

- CALLIRGOS, D. Efecto del método de congelación: rápida (nitrógeno líquido) y lenta (convencional), en el contenido de vitamina c en piel (epicarpio) y casco (mesocarpio) liofilizado de (*Pisidium guajava l.*) guayaba variedad roja. (2015)

Se evaluó el efecto del método de congelación en el contenido de vitamina C en piel y casco de Guayaba Roja liofilizada. Se aplicaron dos métodos de congelación: Congelación rápida (por inmersión en nitrógeno líquido, -196°C) y congelación lenta (por enfriamiento convectivo en un congelador, -30°C); la liofilización de las muestras congeladas, se realizó a presión de 0,16 mbar. Los tratamientos de congelación rápida-Liofilización y Congelación lenta-Liofilización generaron pérdidas del contenido de Vitamina C entre $69,64 \pm 0,43 \%$ y $73,98 \pm 0,30 \%$, respectivamente; existiendo diferencia entre los tratamientos. Además, se comprobó que el producto congelado con nitrógeno líquido y liofilizado experimenta un cambio de color, que permiten obtener un producto de mayor claridad; siendo el tratamiento de congelación rápida-Liofilización el que genera un cambio de color de $9,36 \pm 3,06$ entre el fruto fresco y deshidratado. Conclusión: El método de

congelación tiene un efecto significativo sobre el contenido de vitamina C de piel y casco liofilizado de guayaba variedad roja, obteniéndose pérdidas del contenido de vitamina C entre 69,64 y 73,98 para los tratamientos de congelación rápida-liofilización y congelación lenta-liofilización, respectivamente. (11)

- SOTO, E; BARRAZA, G. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de pulpa de *Psidium guajava L.* (guayaba) Variedad criolla roja. (2014).

En el presente estudio el objetivo fue evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de pulpa de *Psidium guajava L.* (guayaba) durante el almacenamiento refrigerado.

Materiales: Cincuenta frutos de guayaba variedad Criolla Roja, recolectados en madurez de cosecha, sin daño por picadura de insectos, color rojo uniforme, fueron procesadas, envasadas y almacenadas a las temperaturas de 4 y 8°C. Se realizaron evaluaciones periódicas (cada 7 días), durante 14 días del % de acidez titulable, % de sólidos solubles, pH, % de ácido ascórbico y capacidad antioxidante en las muestras almacenadas a las temperaturas de 4 °C y 8 °C. Método: Se determinó que la temperatura y tiempo de almacenamiento presentaron influencia significativa sólo sobre el contenido de vitamina C de la pulpa de guayaba. Resultados: Se determinó contenido de vitamina C en promedio de 299.2 mg/100 g para la pulpa antes de almacenarla, determinándose una degradación para el día 7 del 79.7% y 83.8% a las temperaturas de almacenamiento de 4 y 8 °C

respectivamente y de 88% para el día 14 a ambas temperaturas. Se observó influencia significativa de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la capacidad antioxidante de la pulpa de *Psidium guajaba* L (guayaba), valor que fue disminuyendo en el tiempo, siendo menor a la temperatura de 8 °C. Se determinó una capacidad antioxidante de 0.61 ± 0.04 mg/mL para la pulpa de guayaba variedad criolla roja antes de almacenarla, disminuyendo para el día 7 y el día 14. (12)

- APARCANA, J; VILLAREAL, L. Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* "aguaymanto" de diferentes lugares geográficos del Perú. (2014)

Physalis peruviana L. "aguaymanto" es una planta nativa del Perú, utilizada en medicina tradicional por sus innumerables beneficios para la salud humana y su importante valor nutricional. La presencia de ciertos compuestos antioxidantes como los polifenoles, le atribuye la capacidad de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres. El objetivo del presente trabajo fue valorar y comparar el contenido de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de aguaymanto, provenientes de Ancash, Junín, Cajamarca y Huánuco, por los métodos del DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo) y ABTS (ácido 2,2-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico). El fruto de *Physalis peruviana* L. procedente de Huánuco presentó mayor contenido de compuestos fenólicos expresados como $149,3 \pm 1,62$ mg/Eq de ácido gálico/100 g de fruto por el método de Folin-Ciocalteu. Asimismo, se obtuvo mayor capacidad antioxidante determinado por el

método del DPPH obteniendo como concentración inhibitoria IC50 1,86 mg/mL y por el método del ABTS obteniendo como concentración inhibitoria IC50 1,29 mg/mL. El fruto proveniente de Huánuco presentó mayor capacidad antioxidante comparado con los frutos provenientes de Junín, Cajamarca y Ancash; por lo que resultaría una buena fuente de consumo en beneficio para la salud. (13)

- VALVERDE ACHA, G. Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de *Ipomoea batatas* (camote). (2014)

El objetivo de este trabajo fue determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de camote en presencia de sistemas generadores de radicales libres. Se utilizó como materia prima camotes de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado obtenidos de la Costa del Perú.

La muestra biológica fue el extracto acuoso de la pulpa de los camotes.

Como resultado se obtuvo que, durante la formación de radicales hidroxilo a una concentración de 25 mg/ml de camote, en sus tres variedades, se logró disminuir la formación de radicales hidroxilo. Es así que en sus conclusiones se describe que a medida que aumenta la concentración de la muestra mayor será la acción antioxidante; es decir se reducirá la formación de malonaldehído. Al comparar las tres variedades de *Ipomoea batata* se determinó que para ambos sistemas generadores de radicales libres la que obtuvo mejores resultados fue la variedad de *Ipomoea batata* morada seguida por la variedad naranja y amarilla. Así también se observó que las tres variedades de *Ipomoea batata* poseen una mayor acción

antioxidante frente a radicales hidroxilos ampliamente conocidos por ser los más dañinos para el organismo humano. (14)

3.1.2 Internacionales

- MALLIK; HAMILTON. Fecha de cosecha y efecto de almacenamiento en el tamaño de la fruta, el contenido fenólico y la capacidad antioxidante de los arándanos silvestres del noroeste de Ontario, Canadá. **2017**

Los arándanos se comen frescos o después de almacenarlos a temperatura ambiente, el refrigerador o el congelador, pero se sabe poco sobre los cambios en los valores de los alimentos de los arándanos silvestres debido a las fechas de cosecha y las condiciones de almacenamiento. El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de la fecha de cosecha y las condiciones de almacenamiento de los arándanos silvestres en la calidad de la baya y la química relacionada con la salud. Analizamos *Vaccinium angustifolium*, *V. angustifolium* var. *nigrum* y *V. myrtilloides* nativas del noroeste de Ontario, Canadá se cosecharon en la temporada temprana y tardía para el contenido de fenoles totales (TP), antocianina (AC) y sólidos solubles en relación de acidez titulable. Se almacenan a temperatura ambiente, refrigerador y temperatura del congelador. También determinamos su contenido y actividad antioxidante por el método ORAC. La cosecha tardía y el almacenamiento a baja temperatura aumentaron significativamente el contenido de fenoles totales y el contenido de antocianina para la mayoría de los genotipos. En *V. myrtilloides* los fenoles totales aumentaron en 50, 44 y 45% respectivamente en la cosecha tardía, 14

días en el refrigerador y 90 días de almacenamiento en el congelador. También tuvo significativamente mayor ORAC (22 y 33%) que los otros dos genotipos. Los recolectores y consumidores de arándanos silvestres pueden optimizar los beneficios para la salud y los atributos de calidad de los arándanos al personalizar los protocolos de cosecha y la elección del cultivar y el almacenamiento en el refrigerador y congelador del hogar. El almacenamiento de arándanos, a temperatura ambiente en el frigorífico y el congelador del hogar, no reducen sus beneficios para la salud. (15)

- BOUZAI, et al. Retención de vitamina en ocho frutas y verduras: una comparación de almacenamiento refrigerado y congelado. **2015.**

Se analizaron cuatro vitaminas en varios productos de frutas y verduras para evaluar las diferencias entre y productos congelados. El ácido ascórbico, riboflavina, α -tocoferol y β -caroteno se evaluaron en maíz, zanahorias, brócoli, espinaca, guisantes, judías verdes, fresas y arándanos. Las muestras de cada producto se cosecharon, procesaron y analizaron en busca del contenido de nutrientes en tres tiempos de almacenamiento por tratamiento. El ácido ascórbico no mostró diferencias significativas para cinco de los ocho productos básicos y fue mayor en las muestras congeladas que en las frescas para los tres productos restantes. Además de brócoli y guisantes, que eran más altos y menor en muestras congeladas versus muestras frescas, respectivamente, ninguno de los productos mostró diferencias significativas con respecto a contenido de riboflavina. Tres productos tenían niveles más altos de α -tocoferol en las muestras congeladas, mientras que los productos restantes

no mostraron diferencias significativas entre fresco y congelado. El β -caroteno no se encontró en cantidades significativas en arándanos, fresas y maíz. Los guisantes, las zanahorias y las espinacas fueron más bajos en β -caroteno en las muestras congeladas, mientras que las judías verdes y las espinacas no mostraron diferencias significativas entre los dos métodos de almacenamiento. En general, el contenido de vitaminas de los productos congelados era comparable y ocasionalmente superior a la de sus homólogos nuevos. (16)

- FRANCO, et al. Actividad antioxidante del jugo de *Passiflora edulis* Sims (Gulupa) durante la pos cosecha. **2014.**

Las especies reactivas de oxígeno (ERO), afectan al organismo humano con patologías como las enfermedades cardiovasculares y las crónicas no transmisibles. La incidencia de éstas es menor si en la dieta diaria se incluye un alto consumo de frutas y hortalizas; por esta razón, es importante conocer sus propiedades fitoquímicas. Objetivo: determinar la capacidad antioxidante del jugo de *Passiflora edulis* Sims (gulupa) en pos cosecha. Métodos: se cosecharon frutos en madurez fisiológica y se mantuvieron al ambiente (20 °C y 70 % de HR) por 21 días, tiempo en el que se midió la actividad antioxidante con los métodos radical catiónico ABTS•+ y el poder antioxidante de reducción del Fe+3 (FRAP), el contenido de ácido ascórbico por HPLC y los carotenoides por espectrofotometría ultravioleta-visible (UV-Vis). Resultados: se apreció una tendencia ascendente en la actividad antioxidante a través del tiempo en poscosecha, con énfasis en el día 14, lo que conduce a manifestar que es la época recomendable para el consumo. El ácido ascórbico (vitamina C), se expresó de manera inestable, pero el

aumento hacia el final del almacenamiento fue evidente, mientras que los carotenoides presentaron un incremento constante. Conclusiones: la actividad antioxidante del jugo de gulupa, puede estar dada por los contenidos de ácido ascórbico y carotenoides. Es importante la definición del tiempo de consumo después de la cosecha del fruto, para aprovechar al máximo su valor como alimento nutracéutico. Estos aspectos son útiles para fortalecer la posición de la gulupa en el mercado de exportación. (17)

- LÓPEZ-BLANCAS, et al. Calidad pos cosecha de albahaca 'nufar' (*Ocimum basilicum L.*) en condiciones de refrigeración. **2014.**

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del almacenamiento en refrigeración sobre la actividad antioxidante y actividad enzimática en albahaca 'Nufar'.

En la Universidad Autónoma Chapingo (Texcoco, México), durante el ciclo primavera-verano de 2012, albahaca pre-ciclo primavera-verano de 2012, albahaca previamente empacada en película plástica, se almacenó en cámaras frigoríficas a 5 y 10 °C, y a temperatura ambiente (20 °C - testigo), por dieciocho días. Cada 48 horas, se evaluó el contenido de fenoles totales, capacidad antioxidante y la actividad de las enzimas catalasa, superóxido dismutasa, peroxidasa y polifenol oxidasa. En relación con el tiempo en refrigeración a 5 °C a los dos y cuatro días se presentó la mayor actividad de catalasa (14,3 U/mg/pro) y superóxido dismutasa (2,9 U/mg/pro), y a los diez y dieciocho días hubo aumento de la actividad de peroxidasa (57,6 y 74,9 U/mg/pro). A 10 °C y diez días se incrementó el contenido de fenoles totales de; así como la capacidad antioxidante a ocho días;

también aumentó la actividad de la polifenol oxidasa de 11,7 a 31,8 U/mg/pro a diez días. El almacenamiento a 5 °C afectó el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante, así como la actividad enzimática de peroxidasa y polifenol oxidasa, e incrementó la actividad de catalasa y superóxido dismutasa, por lo cual, se sugiere el almacenamiento de albahaca “nufar” a 10 °C para disminuir la actividad de las enzimas oxidativas. (18)

➤ MARTÍNEZ-DAMIAN, et al. Actividad enzimática y capacidad antioxidante en menta. **2013.**

El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto de las bajas temperaturas sobre la actividad enzimática y capacidad antioxidante en menta (*Mentha piperita L.*). Se cuantificó su comportamiento en almacenamiento a 6 y 10°C con respecto a un testigo (temperatura ambiente). Se evaluó la actividad enzimática de peroxidasa, polifenol oxidasa, superóxido dismutasa y catalasa, de igual forma se determinó la capacidad antioxidante, contenido de fenoles totales y de vitamina C. La temperatura de 10°C incrementó la actividad enzimática de la peroxidasa; así como la actividad antioxidante. Por otra parte, a 6 y 10°C aumentaron los contenidos de fenoles totales y vitamina C, inverso a lo sucedido con la actividad de superóxido dismutasa que disminuyó de 53,68 a 26,22 U/g de PF. El tratamiento a temperatura ambiente favoreció una mayor actividad de polifenoloxidasa. La refrigeración incrementó la actividad enzimática de peroxidasa, el contenido de fenoles totales y vitamina C. Por otro lado, la actividad de superóxido dismutasa disminuyó y la capacidad antioxidante fue

mayormente afectada por la temperatura de almacenamiento a 10°C. (19)

- FLORES-ÁLVAREZ, M; et al. Efecto del tiempo de almacenamiento y tipo de procesamiento en los antioxidantes del *Nopalea cochenillifera* (nopal). **2011**.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del tiempo de almacenamiento y del tipo de procesamiento sobre las características antioxidantes de nopales (*Nopalea cochenillifera*) frescos, secos y escaldados. Se realizaron análisis de compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante, clorofila y ácido ascórbico cada semana durante cuatro semanas para nopal fresco y nopal escaldado y cada dos semanas durante seis semanas para nopal seco. Se observó una degradación del ácido ascórbico debido al tiempo de almacenamiento para nopal fresco y nopal escaldado. Se observó una disminución de los valores de clorofila *a* y *b* para nopal fresco y nopal escaldado después de dos semanas de almacenamiento, y posteriormente los valores mostraron una tendencia constante; en el caso del nopal seco, la cantidad de clorofila *a* tendió a ser constante. Los compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidantes aumentaron con el tiempo de almacenamiento para nopal fresco y nopal escaldado. (20)

3.2 Bases Teóricas

3.2.1 Antioxidantes

Los antioxidantes pueden ser considerados como un sistema de defensa constituido por un grupo de sustancias que retrasan o previenen significativamente la oxidación. Un antioxidante es una sustancia que disminuye la generación de productos oxidados y/o disminuye la velocidad de las reacciones generadas por la acción de los radicales libres en el organismo. Las reacciones de los radicales libres se dan de forma natural y normal en el organismo, pero se controlan con la acción de los antioxidantes, siempre que éstos se encuentren en equilibrio en el organismo. El efecto biológico ocurre en los organismos vivos en general, incluyendo animales, vegetales y bacterias, pero el uso cotidiano y mediático se refiere a su uso por las personas. (21-23)

Los antioxidantes se dividen en dos categorías principalmente que son: sintéticos y naturales. En general los antioxidantes sintéticos son compuestos de estructuras fenólicas con varios grados de sustitución alquílica, mientras que los antioxidantes naturales pueden ser: compuestos fenólicos (tocoferoles, flavonoides y ácidos fenólicos), compuestos nitrogenados (alcaloides, derivados de la clorofila, aminoácidos y aminos) o carotenoides así como el ácido ascórbico. Así como también el cuerpo humano produce una cantidad de antioxidantes denominados endógenos. (24)

Muchos antioxidantes naturales, en especial los flavonoides, muestran un amplio rango de efectos biológicos incluyendo funciones antibacteriales, antivirales, antiinflamatorias, antialérgicas, antitrombóticas y vasodilatadores. Una terapia antioxidante provee una alternativa barata para el

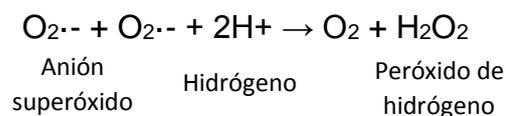
tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo. (24)

3.2.2 Mecanismo de acción de los antioxidantes

3.2.2.1 Mecanismos enzimáticos o de producción endógena

Son enzimas con capacidad antioxidante que no se consumen al reaccionar con los RL, y son dependientes de ciertos cofactores generalmente oligoelementos metálicos tales como cobre, hierro, magnesio, zinc o selenio. (25)

- ❖ Superóxido dismutasa. Cataliza la reacción de formación de peróxido de hidrógeno a partir del oxígeno y el hidrógeno como se representa en la siguiente ecuación química: (25-27)



La superóxido dismutasa representa la primera línea de defensa de las células frente al estrés oxidativo. Así como también ha sido detectada en una amplia variedad de seres vivos, desde bacterias a humanos, implicada como defensa esencial frente a la toxicidad potencial del oxígeno. Las concentraciones en plasma son muy bajas o nulas. Su concentración mayor parece encontrarse en los sitios donde puede producirse oxígeno. (25-27)

Dentro de la superóxido dismutasa se reconocen tres enzimas de esta familia, dos intracelulares y una extracelular. La superóxido dismutasa 1 se encuentra en el citoplasma, núcleo, peroxisomas y la membrana externa mitocondrial, su centro catalítico está formado por un cobre y un zinc (SOD Cu-Zn). La superóxido dismutasa 2 se encuentra dentro de la mitocondria, ya que es un organelo que está sometido mayormente a estrés oxidativo, y tiene un centro catalítico de manganeso. La superóxido dismutasa 3 está presente en la matriz extracelular principalmente unida a heparina y a las fibras de colágena tipo 1 de la mayoría de los tejidos, además se ha encontrado en plasma, fluido linfático y líquido cefalorraquídeo, pero su concentración es veinte veces mayor en la matriz extracelular que en el plasma. (26-28)

En el artículo “Expansión de las funciones de superóxido dismutasa en la regulación celular y el cáncer”, nos hace mención que aunque las tres superóxido dismutasa llevan a cabo la misma reacción enzimática de desintoxicación contra O_2^- - tienen funciones muy diferentes en el cáncer humano debido a sus distintas localizaciones celulares, distribuciones tisulares y funciones biológicas. Además también se ha encontrado evidencia que indica que la superóxido dismutasa 1 y superóxido dismutasa 2 están involucrados también en otros procesos celulares. Un mecanismo conocido es que el H_2O_2 , el producto de dismutación del O_2^- - por SOD puede servir como un segundo mensajero para regular el crecimiento y los procesos metabólicos de las células. (28)

- ❖ Catalasa. Es una enzima antioxidante presente en la mayoría de organismos aerobios, realiza el metabolismo de H₂O₂ transformándolo en agua y oxígeno, se localiza en las mitocondrias y los peroxisomas. (25,29)



Así mismo, puede considerarse a la catalasa como el antioxidante celular más importante cuando se libera al dañarse la célula por necrosis, ya que limita la extensión del daño por radicales libres, ejerciendo su acción sobre el peróxido de hidrógeno de forma muy eficaz. Las catalasas protegen la hemoglobina del peróxido de hidrogeno que se genera en los eritrocitos. También cumple con un papel en la protección de la inflamación, en la prevención de mutaciones, evita el envejecimiento y cierto tipo de cáncer. En el trabajo de revisión “Enzimas que participan como barreras fisiológicas para eliminar los radicales libres: II. Catalasa” de la Dra. Ela Céspedes, nos describen otros ejemplos de la participación de la catalasa cuando se producen lesiones en el organismo, como cuando después que se han producido quemaduras severas existe un incremento del catabolismo proteico con la consiguiente disfunción hepática, lo cual puede reducirse administrando enzimas antioxidantes como la catalasa. Otros estudios han relacionado la infertilidad masculina con una disminución de la motilidad de los espermatozoides, que podría estar causado por un aumento de especies reactivas, sobre todo de H₂O₂. Este puede ser reducido por acción de

la catalasa, lo cual se propone como posible tratamiento en estos casos. (25, 29,30)

- ❖ Glutation peroxidasa. Glutación peroxidasa es el nombre genérico de un grupo de isoenzimas que poseen una triada catalítica compuesta de selenocisteína, glutamina y triptófano; se conocen cuatro enzimas mayoritarias en los tejidos de los mamíferos todas dependientes de Selenio: citosólica, gastrointestinal, plasmática y de fosfolípidos. Otro dato de importancia es que la glutación peroxidasa es una enzima selenio dependiente. (30,31)

Es una enzima que convierte el peróxido de hidrógenos, los peróxidos lipídicos en moléculas inofensivas antes de que puedan formar radicales libres, así como también disminuye la producción de prostaglandinas y leucotrienos inflamatorios. Adicional a estas funciones, las glutation peroxidadas mantienen las proteínas y otras moléculas en su estado reducido y contribuyen a la regulación del ADN, a la síntesis de proteínas, a la expresión de genes y a la apoptosis. (32, 33)

- ❖ Glutation reductasa. La glutación reductasa, cataliza la reducción del glutación oxidado a glutación reducido el cual será utilizado por la glutación peroxidasa para la reducción del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y de lipoperóxidos, los cuales son elementos tóxicos. (25, 34)

La glutación reductasa permite mantener concentraciones de glutación reducido en la célula no sólo para ser utilizado por la glutación peroxidasa en la

eliminación del H_2O_2 ; este glutatión reducido es de utilidad en la recuperación de las vitaminas C (ácido ascórbico) y E (alfa-tocoferol) luego de participar en la eliminación de radicales libres generados *in situ* o a distancia. El glutatión reducido interviene además en la detoxificación de compuestos xenobióticos, el almacenamiento y transporte de cisteína, la regulación del balance redox de la célula, el metabolismo de los leucotrienos y las prostaglandinas, la síntesis de los desoxirribonucleótidos, la función inmunológica y la proliferación celular. (34)

La actividad de la glutatión reductasa, una enzima dependiente del cofactor FAD (flavina adenina dinucleótido), es medida a través del test CAGRE (coeficiente de activación de la enzima glutatión reductasa eritrocitaria), utilizado también como un marcador de desnutrición o hipovitaminosis B2, por la relación existente entre la riboflavina y el FAD. Esta prueba relaciona la actividad de la glutatión reductasa de glóbulos rojos en ausencia de FAD y su activación por la adición de dicho cofactor. Además, la medida de esta actividad enzimática podría ser útil en la detección del estrés oxidativo eritrocitario de mujeres embarazadas normales y sobre todo en los embarazos patológicos, en los que aumenta la posibilidad de aborto o en los que se produce un funcionamiento defectuoso de la unidad feto-placentaria, como en la diabetes gestacional. (35)

3.2.2.2 Mecanismos no enzimáticos

Los antioxidantes, no enzimáticos están presentes en la dieta ingerida por los seres vivos, sobre todo en las frutas y verduras. Sus principales características es que son sustancias capaces de neutralizar un único radical libre por molécula y actúan a concentraciones elevadas. (36)

- ❖ Vitamina E (alfa-tocoferol). Esta vitamina tiene cuatro formas α , β , γ , δ . La α - tocoferol posee mayor actividad vitamínica, neutraliza el oxígeno singulete. Captura radicales hidroxilo. Captura anión superóxido. Neutraliza peróxidos. Una de las funciones más importantes atribuidas a la vitamina E es su acción antioxidante. No obstante, se han observado otras no relacionadas con esta acción. Entre ellas se encuentran sus efectos sobre la proliferación celular y la acción fagocítica en el sistema inmune, que a su vez se relacionan con el efecto de esta vitamina como mensajero del estado oxidativo celular. (25, 37-39)

Está presente en el aceite de oliva virgen, girasol, frutos secos, germen de trigo, yema de huevo, etc; y es el antioxidante de membrana más eficaz que se conoce, protegiendo a la misma del daño peroxidativo, pues previene la lesión oxidativa de los ácidos grasos poliinsaturados y de las proteínas ricas en grupos tiol de las membranas celulares. Otro dato importante es que la α - tocoferol se absorbe a nivel intestinal en presencia de sales biliares y lípidos. (25, 37-39)

- ❖ Beta-carotenos. Es el precursor de la vitamina A, importante antioxidante lipofílico que neutraliza el

oxígeno singlete. Tiene la propiedad de capturar las especies reactivas de oxígeno producidas en la piel por efecto de la radiación UV, como el peróxilo, el hidroxilo, el anión superóxido, el ácido hipocloroso y otras especies reactivas. Además es capaz de regenerar la vitamina C una vez que ha reaccionado con un radical libre. (25,40)

Actúan como agentes fotoprotectores frente a los efectos deletéreos de las radiaciones solares, del propio oxígeno y de los pigmentos fotosensibilizadores. Actúan en contra del peróxilo, el hidroxilo, el singlete de oxígeno, el anión superóxido, el ácido hipocloroso y otras especies reactivas. (25,40)

- ❖ Ácido ascórbico. La vitamina C o L-ascorbato es un derivado ácido de la glucosa. Su obtención en la dieta es esencial para el hombre, pues nuestro organismo no la sintetiza. El mecanismo molecular de acción de esta vitamina incluye la inhibición de la formación de radicales superóxido, o de nitrosaminas durante la digestión; además, es el agente que reduce los radicales fenoxilo formados durante la actividad vitamínica E, restableciéndola. (41)

La vitamina C protege de la oxidación a las lipoproteínas de baja densidad, conjugándose con compuestos hidrofóbicos (palmitato de ascorbilo, ácido acetal ascórbico) e incorporándose a las lipoproteínas de baja densidad para cumplir su rol antioxidante. (40-43)

Las vitaminas C y E, así como la A, clasifican como antioxidantes interruptores, porque actúan interrumpiendo la reacción en cadena de formación de

radicales libres, atrapándolos y reduciéndolos, a diferencia de los antioxidantes preventivos (entre los que se encuentran las enzimas peroxidasas), que evitan la iniciación de la secuencia de reacciones. (41-43)

Para Jordi Salas-Salvado, en su libro Nutrición y Dietética Clínica, indica que el valor recomendado de esta vitamina se sitúa entre la cantidad necesaria para prevenir el escorbuto (10 mg/día en el adulto) y la cantidad que provoca su pérdida por la orina, en lugar de retenerse en el cuerpo (200 mg/día). (41-43)

3.2.3 Polifenoles.

Los compuestos polifenólicos son sustancias que tienen las plantas que poseen en su estructura al menos un anillo aromático al que está unido uno o más grupos hidroxilo. Los compuestos polifenólicos se clasifican como ácidos fenólicos, flavonoides y taninos. Existen alrededor de 8.000 compuestos polifenólicos identificados. (44)

Entre los compuestos con actividad antioxidante, los polifenoles son importantes. Estos se encuentran en una gran variedad de alimentos, tales como manzanas, moras, cerezas, uvas, frambuesas, frutas cítricas, cebollas, espinacas, pimientos, avena, trigo, té negro, vino y chocolate, entre otros. Aunque los polifenoles se encuentran en varios alimentos, se observa una variación en la concentración y el tipo de estos compuestos debido a factores genéticos y factores ambientales y condiciones de procesamiento. (45)

En un estudio se ha confirmado que las personas con mayor ingesta de quercetina (un flavonol muy abundante en cebollas, pero también presente en manzanas, té, vino y muchas otras frutas y hortalizas) tienen menor tasa de mortalidad por infarto de micocardio, también se le atribuye la inhibición del crecimiento de células derivadas de cánceres humanos tales como los de estómago, de colon, de próstata y de mama. Además, suprime el crecimiento y el desarrollo de cáncer de cuello uterino, los melanomas y tumores intestinales en estudios con ratones. La incidencia de enfermedades cerebrovasculares fue menor en aquellas personas con un mayor consumo de kaempferol (abundante en brócoli y en muchas frutas y hortalizas), naringenina y hesperetina (muy abundantes en cítricos). (46, 47)

Cada vez hay más pruebas de que el consumo de alimentos ricos en flavonoides puede influir de manera beneficiosa en la función cognitiva normal. Además, se ha demostrado que un número creciente de flavonoides inhibe el desarrollo de la patología similar a la enfermedad de Alzheimer y para revertir los déficits en la cognición en modelos de roedores, lo que sugiere una utilidad terapéutica potencial en la demencia. Las acciones de alimentos ricos en flavonoides (por ejemplo, té verde, arándanos y cacao) parecen estar mediadas por las interacciones directas de flavonoides absorbidos y sus metabolitos con una serie de blancos celulares y moleculares. Al mismo tiempo, sus efectos en el sistema vascular también pueden conducir a mejoras en el rendimiento cognitivo a través del aumento del flujo sanguíneo cerebral y la capacidad de iniciar la neurogénesis en el hipocampo. (48)

3.2.4 Radicales Libres

Los radicales libres son átomos que tienen un electrón desapareado, por lo que son muy reactivos, ya que tienden a captar un electrón de otros átomos con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. (49)

Una vez que estos son formados, buscan el modo de conseguir una configuración electrónica estable, razón por la cual interactúan con otras moléculas a través de reacciones de óxido reducción (redox). Lo que ocurre es una transferencia de electrones que necesariamente implican la reducción (ganancia de electrones) y oxidación (pérdida de electrones) de las moléculas participantes. Dicho mecanismo genera que la producción de radicales libres sea una reacción en cadena, ya que al reaccionar un radical libre con una molécula no radical inevitablemente esta última pasa a ser un radical libre. Dicha reacción en cadena solamente se detendrá cuando dos radicales libres se encuentren y reaccionen entre sí. (49,50)

Como producto de nuestro metabolismo se generan distintos tipos de radicales libres, tales como: Especies Reactivas de Oxígeno (ERO: el anión superóxido, el anión peróxido, el radical perhidroxilo, el radical hidroxilo) y Especies Reactivas de Nitrógeno (ERN: óxido nítrico, radical peroxinitrito), entre otros, cuya principal fuente son las mitocondrias, los lisosomas, los peroxisomas, así como la membrana nuclear, citoplásmica y del retículo endoplásmico. Los radicales libres también son generados por factores como: la contaminación ambiental, la exposición a radiaciones ionizantes, el tabaco, los medicamentos, los aditivos químicos en alimentos procesados y algunos xenobióticos como pesticidas, herbicidas y fungicidas. (49,50)

3.2.5 Estrés oxidativo

El desequilibrio entre la producción de Especies Reactivas de Oxígeno y la defensa antioxidante provoca un daño orgánico conocido como estrés oxidativo, que lleva a una diversidad de cambios fisiológicos y bioquímicos los cuales ocasionan el deterioro y muerte celular en el organismo. (51)

Este deterioro celular producido por el estrés oxidativo es responsable de diversas enfermedades crónico degenerativas, en donde hay una asociación directa o indirecta con la exposición a los radicales libres. Ejemplos de estas patologías son: el Alzheimer, Parkinson, lesión cerebral hipertensiva, distrofia muscular, esclerosis múltiple, cáncer, catarogénesis, degeneración de la retina, enfermedades autoinmunes, diabetes mellitus, síndrome metabólico, anomalías cardiovasculares, hipertensión, trastornos nefrológicos, efisema pulmonar, infarto, artritis reumatoide, envejecimiento, aparición de arrugas prematuras y la resequedad de la piel, entre otras. (52)

Estos procesos de degradación celular pueden conducir a la pérdida parcial o total de funciones de los sistemas fisiológicos del organismo humano. Los resultados corroboran y señalan la asociación entre el estrés oxidativo y las enfermedades relacionadas con el envejecimiento. Quizás las enfermedades más estudiadas en relación con su progresión y el incremento de marcadores del estrés oxidativo son las neurodegenerativas. Aunque en la actualidad no están claros todos los factores que conducen a la muerte neuronal en dichas enfermedades, se ha observado que en todas ellas hay deposición de proteínas específicas modificadas por la elevada concentración de ERO. (53)

3.2.6 Vitamina C.

La vitamina C, es una de las vitaminas hidrosolubles que tiene como característica ser lábil al calentamiento en presencia de metales como el cobre y el hierro. Además el ácido ascórbico se oxida fácilmente en presencia de oxígeno y la rapidez de oxidación aumenta cuando se eleva la temperatura. (54)

Respecto a su capacidad antioxidante, varios estudios muestran que la vitamina C en concentraciones farmacológicas disminuye la tasa de mutaciones en el ADN, y que la deficiencia de ácido ascórbico eleva la actividad del factor transcripcional inducible por hipoxia, factor que se encuentra elevado en el cáncer. (55)

La vitamina C, antioxidante por su alto poder de reducción, se relaciona directamente con los radicales libres y también restaura las propiedades antioxidantes de la vitamina E. Es esencial para la síntesis de colágeno, hormonas adrenales, carnitina y neurotransmisores. Favorece la absorción de hierro a través de la transformación de hierro férrico a ferroso, regula la inmunidad celular y evita la intoxicación por metales pesados. En cuanto su deficiencia, se caracteriza por el clásico escorbuto, petequias, equimosis, anemia, mala cicatrización, edema, eritema, entre otras. (55,56)

3.2.7 Mamey.

El *Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn (mamey) es originario del sur de México y las tierras bajas de América Central. Se desarrolla en climas tropicales (23.6-25.6°C), con buena disposición de humedad en el suelo. (57)

En México el árbol de mamey se le encuentra entre 0 y 1200 msnm, alcanzando hasta 40 m. de altura y un diámetro a la altura del pecho de más de 1 m. En climas calientes y secos necesita riego, no así en los húmedos; se desarrolla mejor en lugares que tienen temperatura media anual de 23 a 26°C. El fruto posee una cáscara escamosa, de color café rojizo que representa alrededor de 10% del peso total; la pulpa representa alrededor de 78 %, es suave y/o finamente granular, de color rosa salmón, llegando a ser casi roja. La semilla tiene una testa dura de color café oscuro brillante y su número puede variar de 1 a 3 representando de 12 a 20 % del peso total, con la consecuente reducción de la pulpa. (57-58)

Las hojas son simples, dispuestas en espiral, largas y delgadas, agrupadas al final de las ramas cerca del ápice, ovaladas a lanceoladas, en ocasiones ligeramente curvadas con un tamaño de 10 a 30cm de longitud y 4 a 10cm de ancho; son glabras y lustrosas, en el haz, de color blanquecino con nervios laterales casi perpendiculares al centro. Tienen peciolo de 3 a 5cm de largo, glabros o pubescentes. (58,59)

Las flores se presentan en fascículos de 3 a 6 flores aglomeradas en las axilas de las hojas, con pedúnculos de 2.5 a 3mm de largo. Son actimórficas con su cáliz verde parduzco y presentan numerosos sépalos; presentan una corona de coloración crema verdoso de 7 a 8mm de largo; contienen de 4 a 5 lóbulos de 4mm de largo; tienen 4-5 estambres de 4mm de largo, insertos en la base de la corona y opuestos a los lóbulos de la corona; el ovario es pubescente, con estigma pequeño y simple, usualmente por encima de la corona, tanto en estado de yema como de flor. (57-59)

El componente de mayor influencia en la acidez del mamey es el ácido ascórbico, que es indispensable en la síntesis de colágeno, tejido óseo, dentina y de las paredes de los capilares sanguíneos. Presenta además pigmentos principales de carotenoides en la cáscara y la pulpa, mientras que en las semillas se han identificado compuestos bencenoides. Por otra parte, se han identificado compuestos con actividad antioxidante como ácido gálico, catequina, polifenoles y flavonoides, así como cantidades significativas de fibra dietética total y pectina (0.77 g/100 g) que llegan a ser superiores a los encontrados en la mayoría de las frutas (por ejemplo cerezas y frambuesas) y comparables con los encontrados en uva, naranja, manzana y plátano. (60)

Los nombres comunes para *Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn son grand sapotillier (Haití), mamey (en general), mamey apple (Belice), mamey colorado (en general), mamey de tierra (Panamá), mamey mata serrana (Ecuador), mammee sapota (Jamaica), zapote colorado (Honduras), zapote de montaña (Guatemala), y zapote mamey (en general) Vale la pena destacar que el nombre común mamey se usa no solamente para *Pouteria sapota*, sino también para *Mammea americana linnaeus*. El nombre de zapoe o mamey zapote se originó de una confusión con el árbol del mamey (*Mammea americana L.*). La capa externa de ambos frutos se parecen y su color interno es más o menos similar. Sin embargo, casi en la mayoría de las partes se le conoce con el nombre de “zapote” o “sapote”. (59,60)

Aquí en Perú, esta fruta ha adquirido un valor de \$10 a más por libra de pulpa deshidratada, lo cual indicaría que si se le da un valor agregado (como la producción de néctar). En el país no existen patrones específicos de control de calidad

para la exportación del “zapote mamey”, a excepción del contenido de fibra, sabor dulce y pulpa de color amarillo-ámbar. Otro problema de importancia es el poco conocimiento sobre el comportamiento postcosecha de este fruto, al utilizar tecnologías de almacenamiento a bajas temperaturas, atmósferas controladas y modificadas, etc., las cuales son importantes para poder comercializar este fruto a regiones distantes. (61)

Tabla 1: Composición Nutricional del *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey); (100g).

Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad
Energía	152	Fibra (g)	2	Vitamina C (mg)	21
Proteína	0.90	Calcio (mg)	48	Vitamina D (ug)	-
Grasa Total (g)	0.10	Hierro (mg)	2.20	Vitamina E (mg)	0
Colesterol (mg)	-	Yodo (µg)	-	Vitamina B12 (µg)	-
Glúcidos	39.60	Vitamina A (mg)	30	Folato (µg)	0

FUENTE: FUNIBER, Base de datos Internacional de Composición de Alimentos, 2012. (73)

Cuadro 1: Clasificación Botánica del *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey).

Reino	Plante
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Ericales
Familia	Sapotaceae
Subfamilia	Chrysophylloideae
Género	Pouteria
Especie	P. sapota
Nombre científico	Pouteria sapota Jacq.

FUENTE: Arcos E; 2011. (58)

Para conocer sobre la producción de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey); en los últimos años acudimos al del Anuario de Producción Agrícola 2014 y al Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2015 del Ministerio de Agricultura del Perú, los cuales nos proporcionaron información sobre la producción de mamey a nivel nacional, la producción por departamentos y la superficie que se emplea para su cultivo en los departamentos del Perú. A nivel nacional, del año 2014 al 2015 aumentó la producción en 280 toneladas; entre los departamentos de mayor producción se encuentran Cajamarca, La Libertad, Lambayeque y Piura, siendo Lambayeque el que demuestra una mayor producción (ver *graficas en anexos*). (62, 63)

3.2.8 Temperatura

La temperatura de un cuerpo es una medida de su estado de calentamiento o enfriamiento, cuando tocamos un cuerpo, nuestro sentido del tacto nos permite hacer una estimación del grado de calentamiento o enfriamiento del cuerpo con respecto a la parte de nuestra piel que está en contacto con dicho cuerpo. (64)

De forma más sencilla, se puede decir que la temperatura es darle un valor numérico a aquello que llamamos caliente o frío. Esta es una medida que no depende de nuestras sensaciones particulares; por lo tanto, decimos que es objetiva. (65)

3.2.8.1 Temperatura de congelación.

La congelación tiene un efecto mínimo en el contenido nutricional de los alimentos. Algunas frutas y verduras se escaldan (introduciéndolas en agua hirviendo durante un corto periodo de tiempo) antes de congelarlas para desactivar las enzimas y levaduras que podrían seguir causando daños, incluso en el congelador. Este método puede provocar la pérdida de parte de la vitamina C (del 15 al 20%). A pesar de esta pérdida, las verduras y frutas se congelan en condiciones inmejorables poco después de ser cosechadas y generalmente presentan mejores cualidades nutritivas que sus equivalentes "frescas". (66)

La congelación es un método de conservación que retrasa el deterioro de los alimentos, sin inducir alteraciones en la maduración u otros cambios perjudiciales, y prolonga su seguridad evitando que los microorganismos se desarrollen

y ralentizando la actividad enzimática que hace que los alimentos se echen a perder. Cuando el agua de los alimentos se congela, se convierte en cristales de hielo y deja de estar a disposición de los microorganismos que la necesitan para su desarrollo. No obstante, la mayoría de los microorganismos (a excepción de los parásitos) siguen viviendo durante la congelación. Para el caso de la fruta con la vamos a trabajar, el *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) debido a su origen tropical puede presentar problemas de “daño por frío”, este fenómeno involucra disfunciones metabólicas que afectan la calidad de los frutos después de someterse a temperaturas entre 0 a 15 °C. (66,67)

Un factor determinante en la calidad organoléptica del producto congelado es el tamaño de los cristales de hielo formados. Los cristales grandes producen daños en la estructura de los alimentos, provocando desde alteraciones en su textura hasta una importante pérdida de agua durante la descongelación. Por el contrario, si los cristales de hielo son de pequeño tamaño causarán pocas pérdidas de calidad en los alimentos. Por eso, la principal recomendación es que durante el proceso de congelación ésta se lleve a cabo lo más rápidamente posible, no sólo para producir cristales de hielo pequeños, sino también para inhibir rápidamente los procesos de deterioro de los alimentos. (68)

De acuerdo con la *Norma Sanitaria para el almacenamiento de alimentos terminados destinados al consumo humano NTS N° 414-MINSA/DIGESA-V.01*, la valoración de la temperatura de congelación es a partir de los -18°C; siendo este parámetro utilizado durante el trabajo de investigación. (69)

3.2.8.2 Temperatura ambiente

De la temperatura ambiente se puede decir que es una magnitud física que mide la sensación subjetiva de calor o frío de los cuerpos o del ambiente, para los autores del documento "*Conservación de medicamentos termolábiles*", la temperatura ambiente está dentro del rango de +15°C a +25°C, rango que se tomará en cuenta para el siguiente trabajo. (70)

3.3 Definición de Términos Básicos

3.3.1 Antioxidantes

Un antioxidante puede ser definido, como cualquier molécula capaz de evitar la oxidación a una sustancia o a un producto, generalmente sustratos biológicos como lípidos, proteínas o ácidos nucleicos.

3.3.2 Cáncer

Cáncer es el nombre que se da a un conjunto de enfermedades relacionadas. En todos los tipos de cáncer, algunas de las células del cuerpo empiezan a dividirse sin detenerse y se diseminan a los tejidos del derredor.

3.3.3 DPPH

El DPPH se utiliza como material de referencia para determinar el poder antioxidante de una sustancia por captura de radicales libres.

3.3.4 Envejecimiento celular

El envejecimiento en organismos complejos multicelulares como los mamíferos comprende cambios distintivos en células y moléculas que comprometen finalmente su adecuada funcionalidad.

3.3.5 Estrés Oxidativo

El estrés oxidativo ocurre cuando hay un desequilibrio en nuestras células debido a un aumento en los radicales libres y/o una disminución en los antioxidantes. Con el tiempo, este desajuste en el equilibrio entre los radicales libres y los antioxidantes puede dañar nuestros tejidos.

3.3.6 Flavonoides

Los flavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc.

3.3.7 Polifenoles

Los polifenoles son compuestos sintetizados por las plantas que pueden reducir la peroxidación de los lípidos de las LDL barriendo radicales libres, o provocando quelación de metales de transición, de efectos prooxidantes reconocidos (Cu^+ , Fe^{++}).

3.3.8 Radical Libre

Son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre, por lo que son muy reactivos ya que tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica.

3.3.9 Oxidación

La oxidación ocurre cuando una especie química pierde electrones y al mismo tiempo, aumenta su número de oxidación.

3.3.10 Reducción

La reducción ocurre cuando una especie química gana electrones y simultáneamente disminuye su número de oxidación.

3.3.11 Vitaminas

Las vitaminas son un grupo de sustancias que son necesarias para el funcionamiento celular, el crecimiento y el desarrollo normales.

3.3.12 Espectrofotómetro

Es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de de la misma sustancia.

3.3.13 Longitud de Onda

La distancia existente entre dos crestas o valles consecutivos es lo que llamamos longitud de onda.

3.3.14 Congelación

La congelación consiste en la aplicación de temperaturas a los alimentos por debajo de cero grados centígrados, de forma que parte del agua del alimento se convierte en hielo. La temperatura de elección a nivel internacional es de $-18^{\circ}\text{C}/0^{\circ}\text{F}$, ya que por debajo de ésta se estima que no es posible la proliferación de bacterias.

3.3.15 ADN

El ADN, son las instrucciones que se pasan de los organismos adultos a sus descendientes durante la reproducción.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y Nivel de la Investigación

4.1.1 Tipo de Investigación

- *Analítico*: Porque se trata de establecer una relación causa efecto.
- *Longitudinal*: Pues describe la intervención en la fruta durante ciertos tiempos de temperatura para evaluarlas.
- *Prospectivo*: Pues los datos del estudio se recogen a medida que van sucediendo los hechos.
- *Experimental*: Debido a que mediante el método de congelación (causa) se pretende intervenir en la capacidad y contenido antioxidante del fruto *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) (efecto).

4.1.2 Nivel de Investigación

- *Explicativo*: Porque se desea encontrar el por qué se desarrollan los hechos, mediante la relación causa-efecto.

4.2 Método y diseño de la Investigación

4.2.1 Método de Investigación

- *Científico*: El proyecto de tesis es científico pues su estructura se apoya en los pasos del método científico.
- *Deductivo*: Pues el proyecto estudiar dentro de los componentes nutricionales del *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a uno de ellos, que son su contenido y capacidad antioxidante.

4.2.2 Diseño de Investigación

Diseño de Investigación **GE 1: O1 X O2**

GE 2: O1 X O2

Dónde:

O1 Es el momento en que se inicia el experimento con evaluación previa (Pre- evaluación)

O2 Momento de salida o de término del experimento con evaluación post experimental (Post - evaluación)

X Sesiones experimentales con los grupos llamados experimentales (Temperatura de congelación). (72)

4.3 Población y Muestra de la Investigación

4.3.1 Población

Frutas denominadas *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey), obtenidas del mercado de frutas de Surquillo ubicado en el distrito de Surquillo entre las avenidas Ricardo Palma y Paseo de la República.

4.3.2 Muestra

Extracto acuoso de pulpa de la fruta *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey).

4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

4.4.1 Técnicas

- Fundamento de DPPH

El DPPH* (2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo) es un radical libre estable que no necesita preparación, se diluirá en metanol y se guardará en oscuridad.

La solución de DPPH* es de color morado intenso que en contacto con un reductor disminuye la intensidad de su color. Los resultados se expresarán como CI 50 en mg/mL (concentración de la muestra que reduce 50% la solución DPPH*).

En todos los experimentos, en las determinaciones de cada técnica, se realizaron 5 repeticiones por triplicado.

- Fundamento de método Folin Ciocalteu.

El fundamento de la determinación de vitamina C radica en el poder reductor que ejerce esta vitamina sobre el reactivo Folin-Ciocalteu en medio ácido, tornándolo de color azul, cuya intensidad guarda relación con la concentración de vitamina C.

4.4.2 Instrumentos

- **Ficha de recolección de datos.**

Se realizó un cuadro de doble entrada para almacenar los datos recogidos en las pruebas.

4.5 Procedimiento de Recolección de Datos

- Preparación de la muestra del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey):

La muestra se preparó pesando 25g de la parte pulpa del mamey, se cortó en trozos y se colocó en una probeta y se adicionó agua destilada hasta un volumen de 100 ml, luego, se homogenizó utilizando una licuadora durante 1 minuto, en dos sesiones de 30 segundos cada una, se filtró a través de

una gasa y se centrifugó a 1,200 rpm durante 20 minutos, se separó el sobrenadante que fue utilizado en las diversas determinaciones analíticas.

- Determinación de la capacidad antioxidante por DPPH*:
Para la determinación cuantitativa de la capacidad antioxidante se utilizará un sistema constituido por: tampón acetato 0.1M pH 6.0, metanol, sobrenadante y solución DPPH* (50 uM en metanol). Luego se agitará cada tubo utilizando un Vortex. Se dejará en reposo durante 30 minutos en oscuridad y después se leerá en un espectrofotómetro a 517 nm. Las sustancias antioxidantes de la muestra reaccionarán con el DPPH* y la reducción del reactivo es seguida midiendo la absorbancia a 517 nm.
Para la determinación de la capacidad antioxidante utilizando DPPH, se prepararán diluciones en metanol (1:3 a 1:6), se mezclará y se centrifugará a 1200 rpm durante 20 minutos. Se separará el sobrenadante y se llevará a leer a un espectrofotómetro para obtener las absorbancias, a las cuales se le aplica una fórmula para la determinación de la capacidad antioxidante.

$$\% \text{ DPPH} = \left(\frac{\text{Abs } 517 \text{ control} - \text{Abs } 517 \text{ muestra}}{\text{Abs } 517 \text{ control}} \right) \times 100$$

- Determinación del contenido de vitamina C por método de Folin Ciocalteu
Para la determinación de vitamina C se utilizará 0.2 mL de reactivo Folin-Ciocalteu al 10%, luego se añadirá 0.5 mL de ácido tricloroacético (TCA) al 10% y se agitará para homogenizar. Posteriormente, se añadirá 0.05mL de muestra

y 1.25 mL de agua destilada; se dejará en reposo a temperatura ambiente durante 10 minutos y se leerá en el espectrofotómetro a 760 nm. Para realizar los cálculos se preparará una curva estándar de ácido ascórbico utilizando concentraciones conocidas de esta vitamina, y los resultados se expresarán como mg de ácido ascórbico/100 g de muestra fresca.

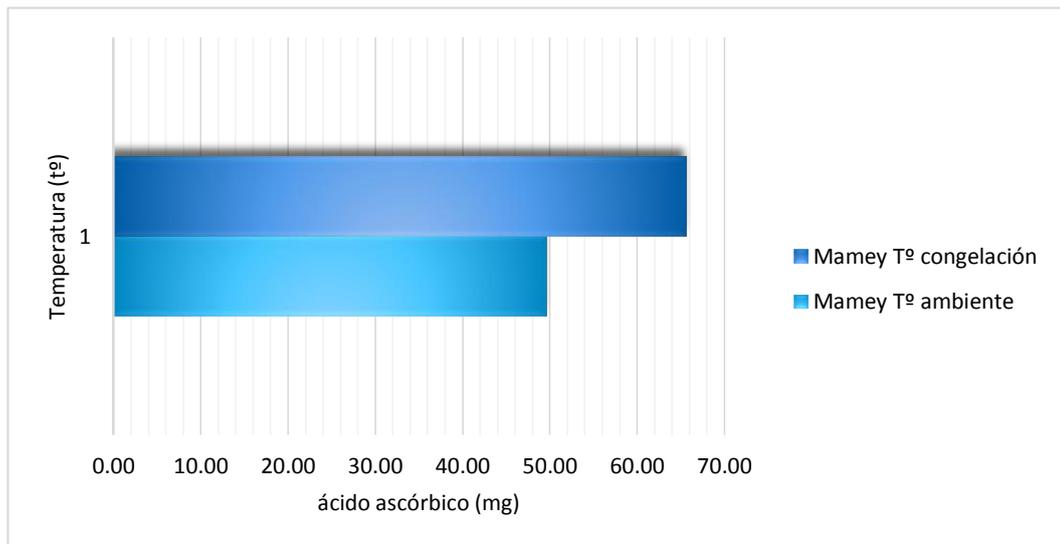
Todos los procedimientos y determinaciones fueron realizados en los laboratorios de la Escuela de Nutrición Humana de la Universidad Alas Peruanas

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para los resultados de la presente investigación se utilizaron estadísticos descriptivos (promedios, porcentajes) y estadísticos inferenciales (prueba de correlación de Pearson mediante el uso del programa SPSS versión 23)

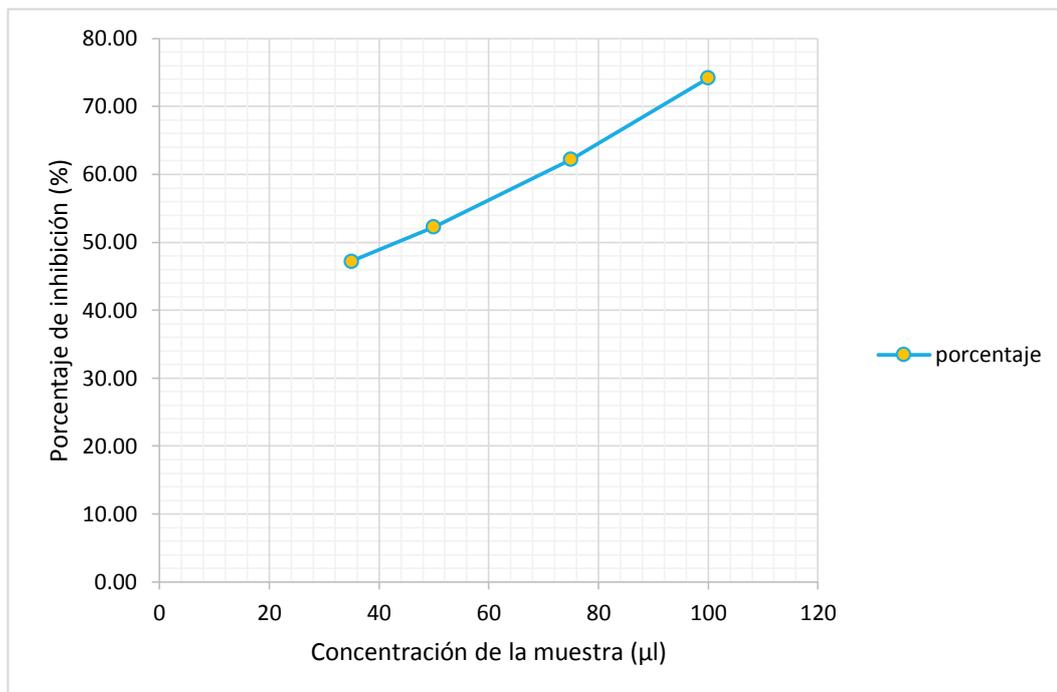
5.1 Análisis de tablas y gráficos



FUENTE: Elaboración propia. F.J.M.V

GRÁFICO N°1. Contenido de ácido ascórbico de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a diferentes temperaturas.

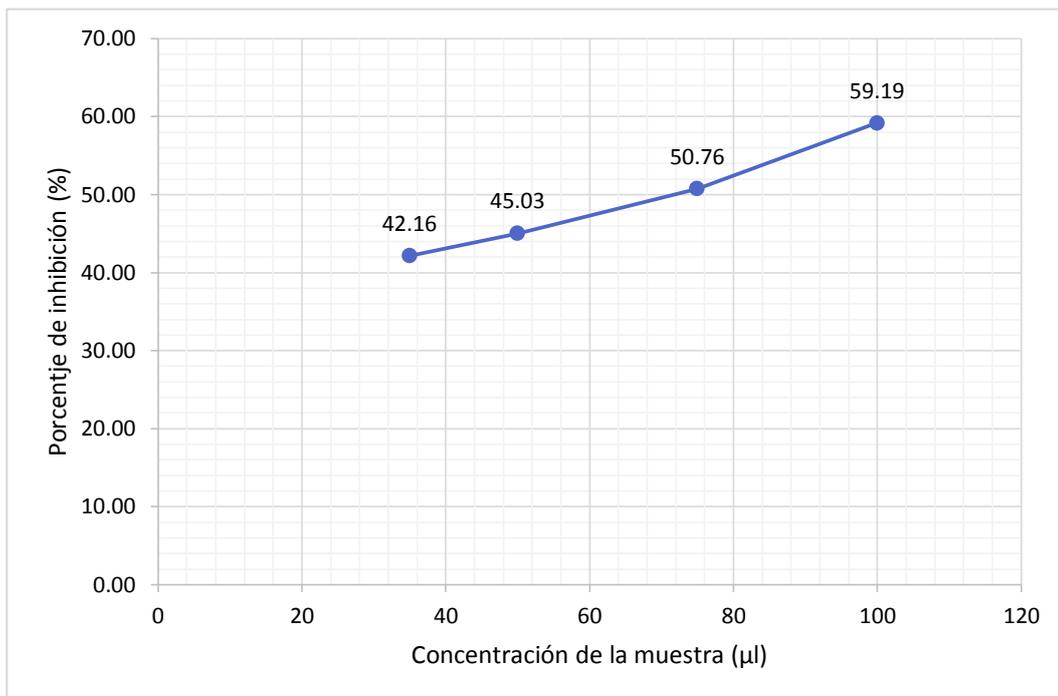
En el gráfico N°1 se puede visualizar la variación del contenido de ácido ascórbico de las muestras, trabajadas con el reactivo de Folin Ciocalteu tanto a temperatura ambiente como en congelación. En cuanto a la diferencia de la cantidad de ácido ascórbico es de 16.1%, observándose que la muestra de Mamey expuesta a congelación preserva un mayor contenido de ácido ascórbico con respecto a la muestra de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) que estuvo a temperatura ambiente.



FUENTE: Elaboración propia. F.J.M.V

GRÁFICO N°2. Relación entre la capacidad antioxidante y las concentraciones del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura ambiente.

En el gráfico N°2 la capacidad antioxidante en las muestras de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) trabajadas en distintas concentraciones y sometidas a temperatura ambiente, se observa que a mayor concentración de la muestra mayor capacidad antioxidante y por lo tanto mayor porcentaje de inhibición del radical DPPH. La muestra de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura ambiente presenta un porcentaje de inhibición de 47% a una concentración de 35 μl y de 74% a una concentración de 100 μl.

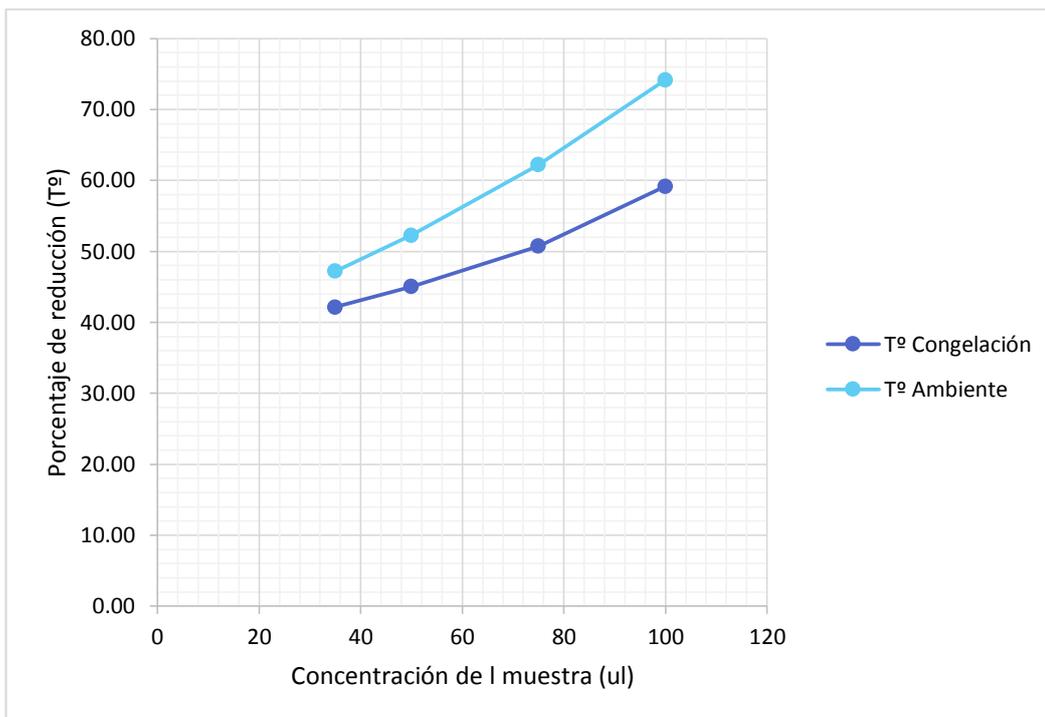


FUENTE: Elaboración propia. F.J.M.V

GRÁFICO N°3. Relación entre la capacidad antioxidante y las concentraciones del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura de congelación.

En el gráfico N°3, podemos apreciar que la capacidad antioxidante por parte de la muestra de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) sometida a temperatura de congelación (-18°C); a medida que va aumentando la concentración de la muestra, mayor capacidad de inhibición de radical DPPH presenta la muestra por lo tanto mayor capacidad antioxidante.

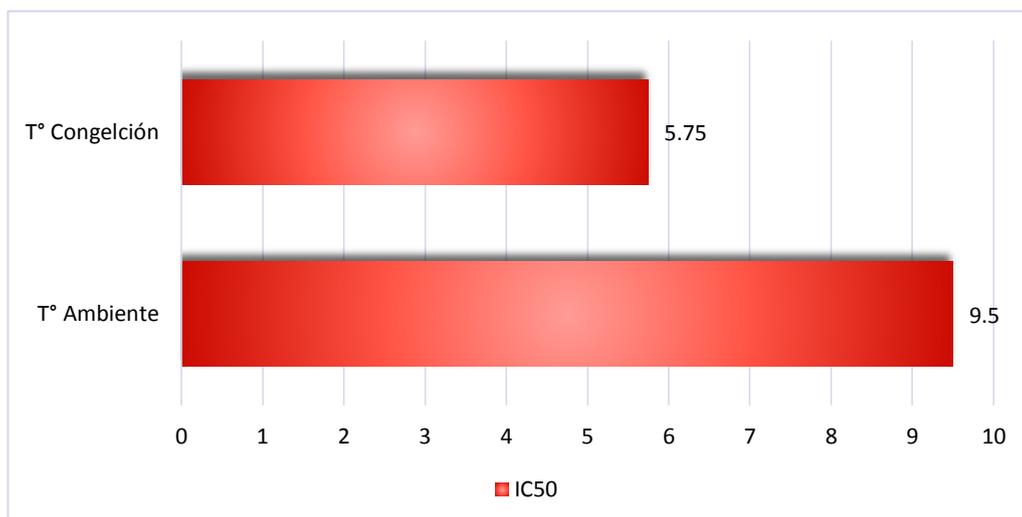
Las concentraciones trabajadas fueron de 35, 50, 75 y 100 μl, y se presentaron porcentajes de inhibición desde 42% hasta el 59%



FUENTE: Elaboración propia. F.J.M.V

GRÁFICO N°4. Comparación de la capacidad antioxidante, las concentraciones y temperaturas del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey).

En el gráfico N°4 se presenta la comparación entre las capacidades antioxidantes de las muestras de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) y la concentración a la que fueron trabajadas, se observa que su tendencia al alza es directamente proporcional con la concentración que poseen las muestras. Se observa también que la diferencia entre los porcentajes de inhibición es de solo 10% en promedio.



FUENTE: Elaboración propia. F.J.M.V

GRÁFICO N°5. Medición del parámetro IC50 según temperatura del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey).

En el gráfico N°5 se puede apreciar la medición de las muestras sometidas a temperatura ambiente y a congelación, bajo el parámetro denominado IC50 con el cual se puede determinar la capacidad antioxidante que posee la muestra estudiada. Mientras el resultado sea menor a 50 mejor capacidad antioxidante de la muestra.

En este gráfico de barras se puede determinar que la muestra de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) en congelación posee una mayor capacidad antioxidante.

Así mismo se determinó la correlación de Pearson su grado de significancia dándonos un resultado $p < 0.05$ indicando que hay correlación entre las variables.

DISCUSIONES

- **A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis general planteada, que establece el efecto de la temperatura modifica la capacidad antioxidante, del extracto acuoso del *Pouteria sapota* Jacq. H. E. Moore and Stearn (mamey).**

Estos resultados guardan relación con lo que mencionan en el estudio de calidad postcosecha de albahaca (*Ocimum basilicum L.*) en condiciones de refrigeración en relación con el tiempo en refrigeración a 10 °C y diez días se incrementó el contenido de fenoles totales; así como la capacidad antioxidante a ocho días (18); para Mallik y Hamilton que estudiaron la fecha de cosecha y efecto de almacenamiento en el tamaño de la fruta, el contenido fenólico y la capacidad antioxidante de los arándanos silvestres del noroeste de Ontario, Canadá, el almacenamiento de arándanos, a temperatura ambiente en el frigorífico y el congelador del hogar, no reduce sus beneficios para la salud, pues al determinar la capacidad antioxidante para una de sus variedades de arándanos *V. myrtilloides* los polifenoles aumentaron en 50 - 45%, 14 días en el refrigerador y 90 días de almacenamiento en el congelador. Así como también tuvo significativamente mayor ORAC (22 y 33%) que es la prueba que mide la capacidad antioxidante. (15)

Por el contrario otros autores no concuerdan con nuestros resultados pues para Soto, que estudió el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba Variedad criolla roja, encontró que la influencia de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el valor de la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba, fue disminuyendo en el tiempo. (12) Así también lo explican Camelo-Mendez y Sotelo en el efecto de las condiciones de almacenamiento sobre el color, contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de una bebida de *Borojoa patinoi* Cuatrecasas, quienes evaluaron los cambios de color, el contenido de

polifenoles y la capacidad antioxidante de una bebida de pulpa de borjón (*Borojoa patinoi* Cuatrecasas.) sin conservantes químicos, ésta fue almacenada a 4° C, 17° C, y 37° C durante 17 días. Los resultados obtenidos indicaron que el almacenamiento de la bebida a 4° C permitió una mejor retención en los cambios de color, polifenoles y compuestos de carácter antioxidante, en comparación con las demás temperaturas de almacenamiento. (74)

- **En cuanto a temperatura ambiente y su modificación de la capacidad antioxidante nuestros resultados salen a favor de esta propuesta indicando un mantenimiento de la capacidad antioxidante dependiendo de la concentración a la que se encuentra la muestra a temperatura ambiente (a mayor concentración mayor capacidad antioxidante), resultados que contrastan con lo obtenido en las muestras sometidas a temperatura de congelación en donde se evidenció una ligera disminución de la capacidad antioxidante pero de igual forma que la muestra a temperatura ambiente sigue aumentando su capacidad antioxidante conforme aumenta su concentración.**

En contraste a nuestros resultados se encontró en un estudio donde se evalúa la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del aguaymanto de diferentes lugares geográficos del Perú, donde se obtuvo que el fruto proveniente de Huánuco presentó mayor capacidad antioxidante comparado con los frutos provenientes de Junín, Cajamarca y Ancash, este resultado nos indica que a pesar de presentar la misma variedad a la misma temperatura puede haber variación en la capacidad antioxidante del fruto (13). Un estudio con similares resultados también se encuentran donde se evalúa la capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de *Ipomoea batatas* (camote) (14)

En el efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*Vaccinium corymbosum*, variedad "biloxi") cultivados en diferentes microclimas de Perú, encontraron que el contenido de polifenoles totales aumentó (85,5% en refrigeración y 61,2% en congelación) y la actividad antioxidante también mostró un incremento (56,7% en refrigeración y 58,6% en congelación), mientras que el contenido de antocianinas totales disminuyó en ambos tratamientos (57,1% en refrigeración y 45,1% en congelación). El tratamiento de congelación presentó una menor velocidad de degradación de antocianinas. (10)

Así mismo en el estudio de cambios en los antioxidantes fenólicos de berenjena violeta durante el desarrollo y almacenamiento refrigerado, se encontró que a diferencia de lo que ocurre en otros productos en los que prevalecen los procesos degradativos, los antioxidantes se incrementaron después de 14 d a 10 °C. Contrariamente los frutos almacenados a 0 °C, mostraron una marcada degradación. Esta caída se relacionó con la aparición de síntomas de daño por frío y pardeamiento (75).

En el estudio, cambios físicos, químicos y sensoriales durante el almacenamiento congelado de la pulpa de arazá con muestras de pulpas congeladas se encontró que el tratamiento de congelación conservó la pulpa con buenas características sensoriales durante el primer mes de almacenamiento, los compuestos fenólicos totales, los carotenoides y la actividad antioxidante se mantuvieron invariables. Si se considera que esta fruta es una buena fuente de sustancias con poder antioxidante y que su capacidad antioxidante es buena (76).

En el estudio factores fisiológicos, bioquímicos y de calidad en frutos de *Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn (zapote mamey) durante poscosecha se observó un aumento en la concentración de carotenoides totales en peso fresco en frutos testigo, lo que podría explicar el ligero aumento en la capacidad antioxidante en la muestra a T⁰ ambiente. En los

frutos almacenados a 5 y 10 °C se observó una menor acumulación de estos pigmentos, lo que sugiere que la síntesis de carotenoides es afectada por la exposición a bajas temperaturas. (67).

En el estudio de determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, encontró que se producen cambios en las frutas durante el proceso de madurez y se determinó que el ácido ascórbico y los compuestos fenólicos aumentan continuamente durante la madurez y la actividad antioxidante aumenta del estado inmaduro al estado totalmente maduro para todas las frutas (77).

Un estudio que puede dar explicación al particular resultado obtenido que a temperatura ambiente hay mayor capacidad, es el estudio de actividad antioxidante del jugo de *Passiflora edulis* Sims durante la postcosecha, donde nos menciona que el contenido de antioxidantes en los vegetales está determinado por numerosos factores que intervienen en la síntesis de estos compuestos, como la especie, variedad, condiciones de cultivo, zona geográfica, factores fisiológicos y la maduración. La actividad de los sistemas enzimáticos antioxidantes en algunas especies se reduce a medida que avanza el proceso de maduración, como se ha notado en naranja dulce (*Citrus sinensis* L), mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw), acai (*Euterpe oleraceae* Mart), guayaba del Perú (*Psidium cattleianum* Sabine) mientras que en otras especies se incrementa como en pimentón (*Capsicum annuum* cv. Kulai), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), mora (*Rubus glaucus* Benth), maracuyá (*Passiflora edulis* S), guayaba (*Psidium guajava* L) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J). Es probable entonces que el sistema de defensa antioxidante juegue un papel importante en la maduración y senescencia de frutos. (17)

- **En relación a la hipótesis sobre si la temperatura ambiente o de congelación modifica el contenido de vitamina C, obtuvimos los siguientes resultados: las muestras a temperatura ambiente mostraron una menor cantidad de vitamina C (49.5mg/100g) en contraste con las muestras sometidas a congelación en donde se obtuvo un incremento de la vitamina C (65.6mg/100g).**

En la evaluación de factores de procesamiento y conservación de pulpa de camu-camu que reducen el contenido de vitamina c se encontró que, luego de distintos tratamientos a la pulpa, existe al primer mes una pérdida de vitamina C, mas no es así cuando el tratamiento es congelar a todo el fruto, ya que al primer mes de evaluación se muestra un incremento de 11.6% y en los siguientes meses se comporta semejante a los otros tratamientos. Menciona también que el incremento de la vitamina C, se debe a la donación (durante el congelamiento) de vitamina C y de pigmentos antocianinas cedidos por la cáscara, pues la cáscara de fruto de camu-camu contienen 1142.9mg de vitamina C reducida /100g de cáscara (78).

En el estudio de actividad enzimática y capacidad antioxidante en menta se muestra que la refrigeración incrementó el contenido de fenoles totales y vitamina C. Por otro lado, la capacidad antioxidante fue mayormente afectada por la temperatura de almacenamiento a 10°C. Al respecto se ha indicado que la actividad antioxidante de las hierbas aromáticas se debe a la presencia de grupos hidroxilo en los compuestos fenólicos, donde las condiciones de almacenamiento a bajas temperaturas pueden favorecer su expresión (19).

En la retención de vitamina en ocho frutas y verduras: una comparación de almacenamiento refrigerado y congelado, se analizó cuatro vitaminas (ácido ascórbico, riboflavina, α -tocoferol y β -caroteno) en varios productos de frutas y verduras para evaluar las diferencias entre los productos frescos y congelados. Las muestras de cada producto se cosecharon, procesaron

y analizaron para determinar el contenido de nutrientes en tres tiempos de almacenamiento por tratamiento. El ácido ascórbico no mostró diferencias significativas para cinco de los ocho productos básicos y fue mayor en las muestras congeladas que en las frescas para los tres productos restantes. (16)

En el efecto del método de congelación: rápida y lenta en el contenido de vitamina c de guayaba variedad roja, se encontró que el método de congelación tiene un efecto significativo sobre el contenido de vitamina C de piel y casco liofilizado de guayaba variedad roja, obteniéndose pérdidas del contenido de vitamina C entre 69,64 y 73,98 para los tratamientos de congelación rápida-liofilización y congelación lenta-liofilización, respectivamente. (11)

En el estudio donde se evalúa el efecto del tiempo de almacenamiento y tipo de procesamiento en los antioxidantes del nopal. Se realizaron análisis de compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante, clorofila y ácido ascórbico cada semana durante cuatro semanas para nopal fresco y nopal escaldado y cada dos semanas durante seis semanas para nopal seco. Se observó una degradación del ácido ascórbico debido al tiempo de almacenamiento para nopal fresco y nopal escaldado. Los compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidantes aumentaron con el tiempo de almacenamiento para nopal fresco y nopal escaldado. (20)

CONCLUSIONES

- El efecto de la temperatura ambiente conserva la capacidad antioxidante del extracto acuoso del *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey).
- Al comparar los resultados de CI50 a temperatura ambiente y a temperatura de congelación, se observó que el CI50 de temperatura de congelación indicaba un mayor poder de reducción frente a los radicales libres del reactivo DPPH* (2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo).
- El efecto en la temperatura de congelación modifica levemente su capacidad antioxidante.
- Al determinar complementariamente la cantidad de vitamina C en las muestras a temperatura ambiente y a congelación, mediante el método de Folin Ciocalteu, se encontró que la muestra sometida a congelación mostró una mayor conservación de vitamina C (65,6mg) frente a la muestra a temperatura ambiente (49,5mg).

RECOMENDACIONES

- Para futuros investigadores se les recomienda que para mejorar sus resultados realicen un estudio complementario de valoración de carotenoides y polifenoles para ver cuán presentes e implicados en la capacidad antioxidante del *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey).

- En los estudios previos se menciona mucho que el grado de maduración de los alimentos puede influir en el contenido fitoquímico de las frutas, por lo tanto sería importante realizar un estudio para observar cuan correlacionada están estas variables.
- Se sugiere a los futuros investigadores continuar con la línea de investigación de los antioxidantes pues los resultados obtenidos servirán de mucho a los estudiantes de nutrición que inician la carrera y para ir rompiendo mitos en cuanto a la conservación de los alimentos y la capacidad antioxidante que estos poseen.
- Realizar investigaciones comparando los distintos métodos de conservación para conocer cuál sería el más adecuado para el fruto estudiado

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Jaramillo** Juárez, F., et al. Estrés oxidativo y su impacto en la salud. Universidad Autónoma de Aguascalientes. [Internet] **2012**. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/674/67431579010.pdf>
2. **Avello** M y **Suwalsky** M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Rev Elect Scielo Chile **2006**. Atenea 494, II Sem. Pp.161-172.
3. **Coronado** M, Vega S, et al. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Rev Chil Nut. **2015**. Vol. 42, N°2, pp. 206-212. México.
4. **Zapata** L, **Gerard** L, et al. Estudio de los componentes antioxidantes y actividad antioxidante en tomates. Rev. Scielo - Ciencia, Docencia y Tecnología **2007** N° 35, pp. 175-193.
5. **González-Torres** M, **Betancourt-Rule** M y **Ortiz-Muñiz** R. Daño Oxidativo y Antioxidantes. Bioquímica 98 – 2000. Vol. 25 N°. 1. México.
6. **Mayer** Z, El cáncer como problema de salud pública en el Perú. Rev Peru Med Exp Salud Pública. **2013**; 30(1):7-8
7. **Instituto Nacional de Estadística e Informática**. Perú: Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles 2015.[Internet] Mayo **2016**. Disponible en:https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digita/es/Est/Lib1357/index.html. Citado: 28 de noviembre del 2016.
8. **Salazar** MR, et al. El Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas en el control del cáncer en el Perú. Rev Peru Med Exp Salud Pública. **2013**; 30(1):105-12.

9. **Bastías J; Cepero Y.** La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos. *Rev Chil Nutr* **2016**. Vol. 43, N°1.
10. **Price, D; et al.** Efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*Vaccinium corymbosum*, variedad "biloxi") cultivados en diferentes microclimas de Perú. [Tesis] Lima, Perú. E.A.P. de nutrición- Facultad de Ciencias de la Salud - Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas **2017**.
11. **Callirgos, D.** Efecto del método de congelación: rápida (nitrógeno líquido) y lenta (convencional), en el contenido de vitamina c en piel (epicarpio) y casco (mesocarpio) liofilizado de (*Pisidium guajava l.*) guayaba variedad roja. [Informe de tesis para obtener el título de Ingeniero Agrindustrial]. La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo. **2015**.
12. **Soto, E; Barraza, G.** Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba (*Psidium guajava l.*) Variedad criolla roja. *Cientifi-k* **2014**. 2(2).
13. **Aparcana, J; Villareal, L.** Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* "aguaymanto" de diferentes lugares geográficos del Perú. [Tesis] Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. **2014**
14. **Valverde G.** Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de *Ipomoea batatas* (camote). *Cybertesis*. [Tesis] Lima, Perú. E.A.P. de nutrición- Facultad de Medicina- Universidad Nacional Mayor de San Marcos. **2014**.

15. **Mallik**; Hamilton. Fecha de cosecha y efecto de almacenamiento en el tamaño de la fruta, el contenido fenólico y la capacidad antioxidante de los arándanos silvestres del noroeste de Ontario, Canadá. *J Food Sci Technol.* **2017** de mayo; 54 (6): 1545-1554.
16. **Bouzai**, et al. Retención de vitamina en ocho frutas y verduras: una comparación de almacenamiento refrigerado y congelado. *J Agric Food Chem.* 28 de enero de **2015**; 63 (3): 957-62.
17. **Franco**, et al. Actividad antioxidante del jugo de *Passiflora edulis Sims* (Gulupa) durante la postcosecha. *Rev. Cubana Plant Med* vol.19 no.3 Ciudad de la Habana jul.-set. **2014**
18. **López-Blancas**, et al. Calidad poscosecha de albahaca 'nufar' (*Ocimum basilicum L.*) en condiciones de refrigeración. *Rev. Chap Hort*, vol. 20, núm. 2, mayo-agosto, **2014**, pp. 187-200. Universidad Autónoma Chapingo.
19. **Martínez-Damian**, et al. Actividad enzimática y capacidad antioxidante en menta. *Agro Meso* 24(1):57-69. **2013**
20. **Flores-Álvarez**, M; et al. Efecto del tiempo de almacenamiento y tipo de procesamiento en los antioxidantes del nopal. [Tesis]. **2011**
21. **Boveri** A, Antioxidantes: efectos biológicos y sobre el envejecimiento. *Folia Dermatológica Peruana* **1999**; Vol. 10 • N°. 4.
22. **Venero** J. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Rev Cubana Med Milit* **2002**; 31(2):126-133.
23. **Belizario** J, Cahuana P. Evaluación de la capacidad antioxidante del Copoazú y Ungurahuí en el proceso de la elaboración del néctar. [Tesis]

Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios – Puerto Maldonado. **2014.**

- 24. Muñoz M, Dra Gutiérrez D.** Determinación de actividad antioxidante de diversas partes del árbol *Nicotiana Glauca* Univ. Autónoma de Querétaro - Fac. Quím. [Internet] **2008.** Disponible en: <http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/7VeranoUAQ/14MunozJuarez.pdf>. Citado: 22 de julio de 2016.
- 25. Díaz, P.** Papel de las actividades superóxido dismutasa y catalasa en la virulencia de *Photobacterium damsela subsp. piscicida*. Estrategias para la estimulación del estallido respiratorio en fagocitos de lenguados cultivados. [Tesis doctoral]. España. Facultad de Ciencias Departamento de Microbiología, Universidad de Málaga. **2006.**
- 26. Cota A.** Actividad de las enzimas antioxidantes: superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa, en el espermatozoide y líquido seminal de conejo Nueva Zelanda y su relación con el sobrepeso. [Tesis maestría]. México D. F. Universidad Autónoma Metropolitana. 25 de Junio de **2014.**
- 27. Meixia, Che; Ren, Wang; et al.** Expanding roles of superoxide dismutases in cell regulation and cáncer (Expansión de las funciones de superóxido dismutasas en la regulación celular y el cáncer). *Drug Discov Today*. **2016** January; 21(1): 143–149.
- 28. Pérez H.** Catalasa para el manejo del peróxido de hidrógeno en la industria textil. [Proyecto de grado]. Santiago de Cali Colombia. Facultad de ciencias administrativas y económicas. Universidad ICESI. **2015.**

29. **Céspedes**, E; et al. Enzimas que participan como barreras fisiológicas para eliminar los radicales libres: II. Catalasa. Rev Cubana Invest Bioméd jul.-dic. **1996**; 15 (2).
30. **Cisneros** E; et al. Enzimas que participan como barreras fisiológicas para eliminar los radicales libres: III. Glutación peroxidasa. Rev Cubana Invest Biomed **1997**; 16(1):10-15.
31. **Céspedes** T; Sánchez D. Algunos aspectos sobre el estrés oxidativo, el estado antioxidante y la terapia de suplementación. Rev Cubana Cardiol **2000**; 14(1):55-60.
32. **Torres** J, et al. Micronutrientes la Lucha por la Salud: Las Selenoproteínas. Rev Nat Tec **2013** N°1: 34-38.
33. **Cisneros** E, et al. La glutación reductasa y su importancia biomédica. Rev Cubana Invest Biomed **1995** 14(1).
34. **Acevedo** C, et al. Actividad de la glutación reductasa en el embarazo diabético. Rev Chil Obstet Ginecol **2007**; 72(2):82-88.
35. **Montero** M. Los radicales libres y las defensas antioxidantes. Revisión. Anales de la Facultad de Medicina UNMSM **1996**; Vol. 57, N°4: 278-281.
36. **Mayor-Oxilia**, R. Estrés Oxidativo y Sistema de Defensa Antioxidante Rev. Inst. Med. Trop. **2010**; 5(2):23-29.
37. **Febles** C. et al. Funciones de la vitamina E. Actualización. Rev Cubana Estomatol **2002**; 40(1):28-32. La Habana-Cuba.
38. **Kuklinski** C. Nutrición y Bromatología. Barcelona: Omega; **2010**.

- 39. Torres A.** Antioxidantes como alimentos funcionales. [Monografía]. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mayo **2015**.
- 40. Benítez D.** Vitaminas y oxidoreductasas antioxidantes: defensa ante el estrés oxidativo. Rev Cubana Invest Bioméd **2006**; V.25 N.2.Ciudad de la Habana- Cuba.
- 41. Serra M.** Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo. Acta Bioquím Clín Latinoam **2007**; 41 (4): 525-32
- 42. Salas-Salvado J;** et al. Nutrición y Dietética Clínica. 3ª edición. Barcelona, España: MASSON; **2014**. PP 14.
- 43. Mercado-** Mercado G. Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. Rev. Nutr. Hosp. **2013**; 28(1):36-46.
- 44. Walter, M;** et al. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante del arroz. Braz. Arch. Biol. Technol. **2011**; V.54 N.2: pp. 371-377.
- 45. Tomás-Barberán, F.** Los polifenoles de los alimentos y la salud. Alim. Nutri. Salud **2003**. Vol. 10, Nº 2, pp. 41-53.
- 46. Sancho, M;** et al. Efecto de los polifenoles del vino sobre la prevención del cáncer. Nutr Hosp. **2015**; 31(2):535-551.
- 47. Williams, R;** et al. Flavonoides, cognición y demencia: Acciones, mecanismos y utilidad terapéutica potencial para la enfermedad de Alzheimer. Free Rad Bio Med. **2012**; Volume 52, Issue 1, 1: Pp 35–45.
- 48. Maldonado O,** et al. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. Rev Med UV. **2010**; 33-38. México

- 49. Constanza, L;** et al. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. Nova. Publicación Científica en Ciencias Biomédicas **2012**– ISSN. 1794-2470 - Vol. 10 No. 18: 135 – 250.
- 50. 1er. Tte. Rodríguez J,** et al. Radicales libres en la biomedicina y estrés oxidativo. Rev. Cub. Med. Milt. **2001**; La Habana, Cuba.
- 51. Delgado L,** et al. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. Rev. Inv. Cien. **2010**; N° 50: (10-15)
- 52. Núñez, A.** Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: retos y oportunidades. Revista Cubana de Salud Pública **2011**; Vol. 37 Suppl 6:644-660
- 53. Mendoza-Corvis F,** et al. Efecto del Escaldado sobre el Color y Cinética de Degradación Térmica de la Vitamina C de la Pulpa de Mango de Hilacha (*Mangífera indica var magdalena river*). Inf. Tecnol. **jun. 2015**; vol.26 no.3 La Serena
- 54. Adrianza de Baptista G, Murillo C.** Cáncer-vitaminas-minerales: Relación compleja. Arch. Lat. Nut. **2014**; Vol. 64 No 4:220-230.
- 55. Velez-Marin M.** Papel del Resveratrol de uva como antioxidante. Revista.luna.azúl. **2012**; No. 34: 240-256.
- 56. Villanueva-Arce R,** et al. Cambios bioquímicos y físicos durante el desarrollo y postcosecha del mamey (*Pouteria sapota (Jacq.) H.E. Moore & Stearn*). Rev. Chap. Ser. Hort. **2000**; 6(1): 63-72.

57. **Rendón** Aguilar, B; et al. Plantas, Cultura y Sociedad, Estudio sobre la Relación entre Seres Humanos y Plantas en los Albores del Siglo XXI. 1ª edición. México. Univ. Autónoma Metropolitana. **2001**.
58. **Arcos** López, E. Caracterización del sistema de producción de mamey (*Pouteria sapota Jacq.*) del municipio de Huamuxtítlán, Gro. [Tesis de maestría] Puebla, México. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. **2011**.
59. **Morera** J. El Zapote. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)-Programa de capacitación. **1992** Pp. 6-8. Costa Rica.
60. **Velázquez** K; **Alvarado** B; **Reyes** A. Historia del mamey *Pouteria sapota*. Revista Iberoamericana de Ciencias. **2015**. Vol. 2 No. 3. Pp. 55 – 63.
61. **Saavedra**, G; et al. Potencial industrial de la pulpa de *Pouteria sapota* para la preparación de néctar de calidad. REBIOL **2014**; 34(2): 5-12.
62. **MINAGRI- Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA)**, Anuario-Producción Agrícola **2014**. Edición Octubre 2015, pp: 238-239.
63. **MINAGRI- Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA)**, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera **2015**. Edición Noviembre 2016, pp: 174.
64. **Peña** M. Temperatura. [Internet] **2007**. Disponible en: https://academica.ues.edu.sv/uiu/elementos_estudio/ciencias_naturales/fisica/termodinamica/termodinamica.pdf. Citado 22 de mayo del 2017

- 65. Física 2º medio.** El calor 2da unidad. [Internet]. **2014**. Disponible en: <http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/2014/02/Libro-Fisica-Unidad-2.pdf>. Citado 22 de mayo del 2017
- 66. EUFIC**, European Food Information Council. La congelación - Congelar los alimentos para preservar su calidad y seguridad. [Internet]. **2002**. Disponible en: <http://www.eufic.org/article/es/artid/congelacion-alimentos-calidad-seguridad/>. Consulta: 14 de noviembre del 2016.
- 67. Alia-Tejacal I;** et al. Factores Fisiológicos, Bioquímicos y de calidad en frutos de Zapote Mamey (*Pouteria sapota Jacq. H.E. Moore & Stearn*) durante postcosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura **2002**; 8(2): 263-281.
- 68. Otero, L;** et al. Últimos avances en tecnologías de congelación de alimentos. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición. [Internet] **2010**. Disponible en: digital.csic.es/bitstream/10261/89713/1/409392.pdf. Citado: 16 de setiembre del 2016
- 69. Inocua.** Compendio de normas sanitarias peruanas. Norma Sanitaria para el almacenamiento de alimentos terminados destinados al consumo humano NTS N° 414-MINSA/DIGESA-V.01. 2ªedición. Lima-Perú, agosto **2015**. Pp 198.
- 70. Bovaira J,** et al. Conservación de medicamentos termolábiles. [Internet] Diciembre de **2004**. Disponible en: <http://www.sefh.es/pdfs/ConservacionDeMedicamentos.pdf>. Citado el 22 de mayo del 2017.
- 71. Diccionario de la Lengua Española versión electrónica** [Internet]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=2udyfqm> Consultado: 7 de julio del 2016.

- 72. Hernández, R.** et al. “Metodología de la Investigación” [Internet] Disponible en: <https://psicologiaexperimental.files.wordpress.com/2010/03/metodologia-de-la-investigacion.pdf> Consultado 20 noviembre **2017**
- 73. FUNIBER**, Base de datos Internacional de Composición de Alimentos. [Internet]. **2012**. Disponible en: <http://www.composicionnutricional.com/alimentos/MAMEY-5>. Consultada: 10 de diciembre del 2016.
- 74. Camelo-Méndez Y Sotelo.** Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre el color, contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de una bebida de *Borojoa patinoi Cuatrecasas*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 11 (2): 196 – 205. **2012**
- 75. Zaro, M.** et al. Cambios en los antioxidantes fenólicos de berenjena violeta durante el desarrollo y almacenamiento refrigerado Rev. Iber. Tecnología Postcosecha vol. 17, núm. 1, **2016**, pp. 86-92. México.
- 76. Mejía J,** et al. Cambios físicos, químicos y sensoriales durante el almacenamiento congelado de la pulpa de arazá (*Eugenia stipitata Mc Vaugh*). Agron. colomb., Volumen 24, Número 1, p. 87-95, **2006**.
- 77. Rodríguez** et al. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus glaucus B.*), maracuyá (*Passiflora edulis S.*), guayaba (*Psidium guajava L.*) Y papayuela (*Carica cundinamarcensis J.*). Universidad Jorge Tadeo Lozano.**2010**
- 78. Ramos,** et al. Evaluación de factores de procesamiento y conservación de pulpa de *myrciaria dubia* h.b.k. (camu-camu) que reducen el

contenido de vitamina c (ácido ascórbico). Rev Ama Inv Alim, v.2 n° 2 p. 89 – 99. **2002**. Iquitos-Perú.

- 79. Mazza, G.** Journalist- Scientific photographer. Artículo Pouteria sapota, traducción al español por Susana Franke. [Internet]. **2003**. Disponible en: <http://www.photomazza.com/?Pouteria-sapota&lang=es>. Consulta 1 de marzo del 2016.

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de Tesis: Efecto de la temperatura en la capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Pouteria sapota* Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey)

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>¿Cuál es el efecto de la temperatura en la capacidad antioxidante del extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey)?</p> <p><u>Problemas Específicos:</u></p> <p>P.E.1. ¿Cuál es la capacidad antioxidante del extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura ambiente?</p> <p>P.E.2. ¿Cuál es la capacidad antioxidante del extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura de congelación?</p> <p>P.E.3. ¿Qué cantidad de vitamina C presenta el</p>	<p><u>Objetivo General:</u></p> <p>Determinar el efecto de la temperatura en la capacidad antioxidante del extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey)</p> <p><u>Objetivos Específicos:</u></p> <p>O.E.1 Determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura ambiente.</p> <p>O.E.2 Determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura de congelación.</p>	<p><u>Hipótesis General:</u></p> <p>El efecto de la temperatura modifica la capacidad antioxidante, del extracto acuoso del <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey).</p> <p><u>Hipótesis Secundarias:</u></p> <p>H.S.1 El extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura ambiente, modifica su capacidad antioxidante.</p> <p>H.S.2 El extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura de congelación modifica su capacidad antioxidante.</p> <p>H.S.3 La cantidad de vitamina C del extracto</p>	<p><u>Tipo de investigación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analítico: Porque se trata de establecer una relación causa efecto. • Longitudinal: Pues describe la intervención en la fruta durante ciertos tiempos de temperatura para evaluarlas. • Retrospectivo: pues los datos e información se consiguen de investigaciones que se realizaron tiempo antes que se realizara este tema. • Experimental: Debido a que mediante el método de congelación (causa) se pretende intervenir en la capacidad y contenido antioxidante del fruto mamey. <p><u>Nivel de Investigación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicativo: Porque se desea encontrar el por qué se desarrollan los hechos, 	<p><u>Variable Dependiente</u></p> <p><u>(Y):</u></p> <p>Y: Capacidad antioxidante</p> <p><u>Indicadores.</u></p> <p>Y1: Capacidad antioxidante del extracto acuoso de pulpa de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) por el reactivo DPPH.</p> <p>Y2: Cantidad de vitamina C en el extracto acuoso de pulpa <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey).</p>	<p><u>Población:</u></p> <p>Fruta de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey), obtenidas del mercado de frutas de Surquillo.</p> <p><u>Muestra:</u></p> <p>Extracto acuoso de pulpa de la fruta <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey)</p>

<p>extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura ambiente?</p> <p>P.E.4 ¿Qué cantidad de vitamina C presenta el extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura de congelación?</p>	<p>O.E.3 Determinar la cantidad de vitamina C del extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura ambiente.</p> <p>O.E.4 Determinar la cantidad de vitamina C del extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura de congelación.</p>	<p>acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura ambiente modifica su concentración.</p> <p>H.S.4 La cantidad de vitamina C del extracto acuoso de <i>Pouteria sapota</i> Jacq. H.E.Moore & Stearn (mamey) a temperatura de congelación, modifica su concentración.</p>	<p>mediante la relación causa-efecto.</p> <p>Método de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Científico: El proyecto de tesis es científico pues su estructura se apoya en los pasos del método científico. • Deductivo: Pues el proyecto estudiar dentro de los componentes nutricionales del mamey a uno de ellos, que son su contenido y efecto antioxidante. <p>Diseño de Investigación</p> <p>GE 1: O1 X O2 GE 2: O1 X O2</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>(X): X: Temperatura</p> <p>Indicadores.</p> <p>X1: Temperatura ambiente X2: Temperatura de congelación</p>	
--	---	--	--	--	--

ANEXO 2: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

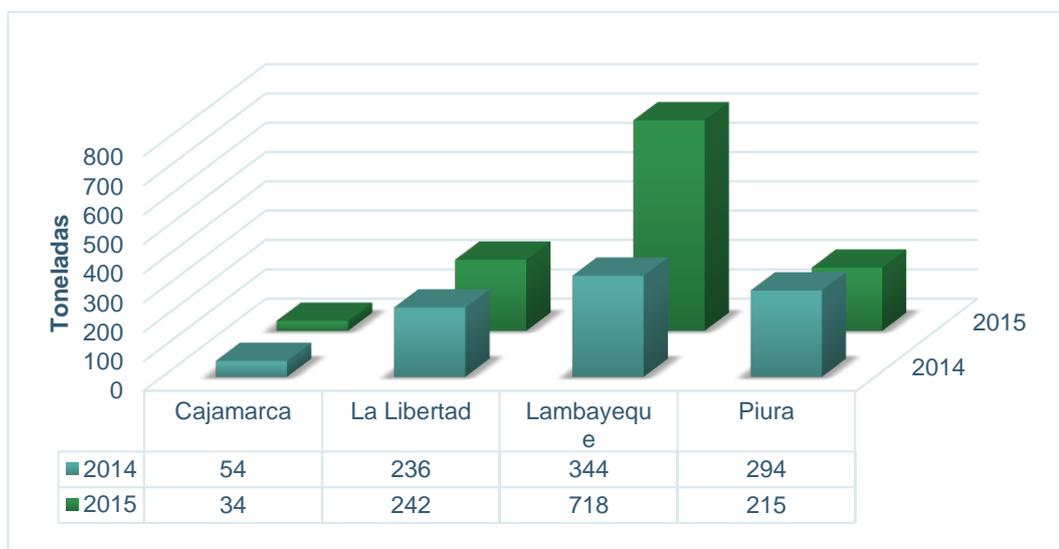
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (DPPH).

FRUTA	Fecha	B	C	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Mamey temperatura ambiente							
Mamey temperatura congelación							

DETERMINACIÓN DE VITAMINA C (FOLIN CIOCALTEU).

FRUTA	Fecha	B	C	X ₁	X ₂	X ₃
Mamey temperatura ambiente						
Mamey temperatura congelación						

ANEXO 3: GRÁFICAS COMPLEMENTARIAS



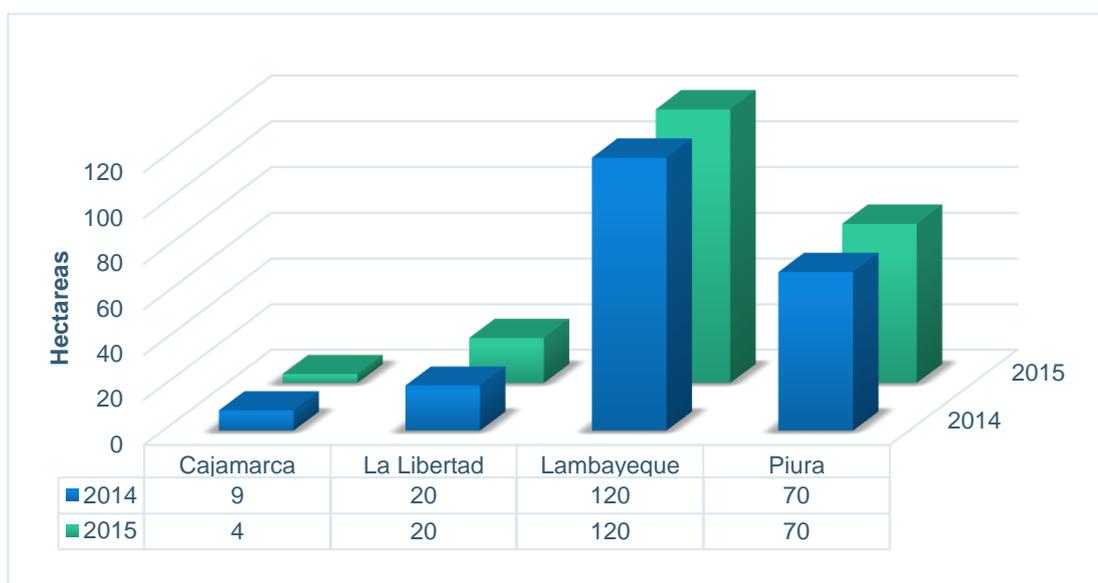
FUENTE: Elaboración propia F.J.M.V, utilizando datos del Anuario de Producción Agrícola 2014 y el Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2015 (58,59).

Gráfica 6: Producción de Mamey a Nivel Nacional, años 2014-2015



FUENTE: Elaboración propia F.J.M.V, utilizando datos del Anuario de Producción Agrícola 2014 y el Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2015 (58,59).

Gráfica 7: Producción de Mamey por departamentos, años 2014-2015



FUENTE: Elaboración propia F.J.M.V, utilizando datos del Anuario de Producción Agrícola 2014 y el Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2015 (58,59).

Gráfica 8: Superficie de Mamey por departamentos, año 2014-2015.

ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS



FUENTE: Dr. Giuseppe Mazza. Journalist- Scientific photographer (79)

Figura 1: Fruto y hojas del Mamey.



FUENTE: Dr. Giuseppe Mazza. Journalist- Scientific photographer (79)

Figura 2: Flor de *Pouteria sapota*.

