



Universidad Femenina del Sagrado Corazón

Escuela de Posgrado

Programa Académico de Maestría en Nutrición y Dietética

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL AGUAYMANTO
(*Physalis peruviana* L.) EN TRES PRESENTACIONES PARA
EL CONSUMO HUMANO

Tesis presentada por:

TERESA YOLANDA ARENAS TAIPE

ISABEL SUELÍ DÍAZ AYÓN

Para optar el Grado Académico de
MAESTRA EN NUTRICIÓN Y DIETÉTICA
con mención en Ciencias de la Nutrición y Alimentación Humana

Asesora

Mirtha Marieta Yarlequé Chocas

Cód.Orcid: 0000-0002-3440-1780

Lima-Perú

2020

Los miembros del jurado han aprobado el estilo y el contenido de la tesis sustentada por:

TERESA YOLANDA ARENAS TAIPE

ISABEL SUELÍ DÍAZ AYÓN

Mirtha Marieta Yarleque Chocas

Nombre y Apellidos, Asesor(a)

Danton Jorge Miranda Cabrera

Nombre y Apellidos, miembro

Ela Leila del Socorro Estrada Oré,

Nombre y Apellidos, miembro

Ángel Guillermo Gómez Navarro

Nombre y Apellidos, miembro

Dr. Ángel Guillermo Gómez Navarro
Director de la Escuela de Posgrado



RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar y comparar la capacidad antioxidante, contenido de vitamina C y contenido de polifenoles totales del aguaymanto, en tres presentaciones para el consumo humano: fresco (AF), mermelada casera (MC), mermelada comercial (Mc). La capacidad antioxidante fue analizada por dos métodos ABTS y DPPH; el contenido de vitamina C por el método Folin-Ciocalteu y los polifenoles totales por el método de Singleton. La investigación es de nivel explicativo, tipo básico y de diseño experimental puro. Las muestras fueron los frutos maduros de aguaymanto procedentes de Acomayo-Huánuco cosechados durante el mes de octubre del año 2018. Los resultados muestran que la mayor capacidad antioxidante medida por la Capacidad Inhibitoria Media Máxima (IC_{50}) tanto con ABTS y DPPH, la presentó AF con 7.63 y 9.33 mg/mL respectivamente, en segundo lugar, la MC con 8.34 y 14.58 mg/mL, siendo la Mc la que presentó menor valor 12.69 y 17.73 mg/mL. En cuanto a la vitamina C la mayor concentración se encontró en AF 43.80 mg% de fruta, la MC 24.04 mg%, y la Mc 15.63mg%. La concentración de polifenoles totales fue de 68.15 mg% para AF, 53.48 mg% para MC y 36.97 mg% para Mc. Se concluye que AF mostró mayor capacidad antioxidante, mayor concentración de vitamina C y de polifenoles totales; la MC presentó valores intermedios entre las dos presentaciones, mientras que, la Mc presentó los valores más bajos en todas las evaluaciones realizadas.

Palabras clave: aguaymanto, capacidad antioxidante, vitamina C, polifenoles.

ABSTRACT

This research aimed to determine and compare the antioxidant capacity, vitamin C and total polyphenol of goldenberry, in three presentations for human consumption: fresh (FGb), homemade jam (HJ) and commercial jam (CJ). The antioxidant capacity was analyzed by two methods ABTS and DPPH; the content of vitamin C by the Folin-Ciocalteu method and the total polyphenols by the Singleton method. The research is explanatory level, basic type and pure experimental design. The samples were ripe fruits of goldenberry from Acomayo-Huánuco harvested during October 2018. The results show that the highest antioxidant capacity measured by the half maximal inhibitory concentration (IC_{50}) with ABTS and DPPH was FGb with 7.63 and 9.33 mg/mL respectively, in second place the HJ with 8.34 and 14.58 mg/mL, being the CJ the lowest value with 12.69 and 17.73 mg/mL. Regarding vitamin C, the highest concentration was found in FGb 43.80 mg% of fruit, HJ 24.04 mg%, and CJ 15.63%. The total polyphenol concentration was 68.15 mg% for FGb, 53.48 mg% for HJ and 36.97 mg% for CJ. It is concluded that FGb showed higher antioxidant capacity, a higher concentration of vitamin C and total polyphenols, the HJ presented intermediate values between the two presentations, while the CJ presented the lowest values in all the evaluations carried out.

Keywords: goldenberry, antioxidant capacity, vitamin C, polyphenols.

RECONOCIMIENTOS

A la Doctora Mirtha Marieta Yarlequé Chocas por su motivación, apoyo, indicaciones, sugerencias y supervisión constante del presente trabajo.

A los Licenciados Jorge Arturo Fernández Paredes y Jairo Valeriano Pérez, encargados del Laboratorio de Química de la Facultad de Nutrición y Dietética de UNIFÉ, quienes en todo momento colaboraron con el desarrollo práctico de la tesis.



A Dios que me regala cada día
sintiendo su bendición.

A mis padres Silvia y Juan por
su apoyo incondicional.

A Gino (mi esposo) y Gino Paolo (mi hijo)
por ser los motores de mi vida y
acompañarme en cada paso.

Sueli

A Dios de quien siempre sentí su presencia
y protección.

A mis padres (†) quienes forjaron en mí
el deseo de superación constante.

A mi familia por caminar a mi lado en
pro de mis metas.

Teresa

ÍNDICE

	Página
RESUMEN/ABSTRACT	4
RECONOCIMIENTOS	5
DEDICATORIA	6
ÍNDICE	7
LISTA DE TABLAS	11
LISTA DE FIGURAS	15
INTRODUCCIÓN	18
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.1 Planteamiento del problema	20
1.2 Justificación de la investigación	24
1.3 Delimitación y limitaciones de la investigación	25
1.4 Objetivos de la investigación	25
1.4.1 Objetivo general	25
1.4.2 Objetivos específicos	26
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	27
2.1 Antecedentes de la investigación	27
2.2 Bases teóricas	31
2.2.1 Aguaymanto	32
2.2.1.1 Propiedades	36
2.2.1.2 Compuestos bioactivos del aguaymanto	38
2.2.2 Antioxidantes	45
2.2.2.1 Capacidad antioxidante	49

	Página
2.2.3 Factores que influyen en los antioxidantes	49
2.2.4 Factores que afectan el cultivo, características sensoriales y nutricionales	50
2.2.5 Mermelada sin frutos cítricos.....	51
2.3 Definición de términos	52
2.4 Hipótesis	53
2.4.1 Hipótesis general	53
2.4.2 Hipótesis específicas	53
CAPÍTULO III: MÉTODO	54
3.1 Nivel, tipo y diseño de la investigación	54
3.2 Participantes	55
3.2.1 Población	55
3.2.2 Muestra	57
3.3 Variables de investigación	58
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	60
3.4.1 Preparación de la muestra para la determinación de la capacidad antioxidante por los métodos ABTS y DPPH.....	62
3.4.2 Preparación de la muestra para determinación de vitamina C y polifenoles totales	63
3.4.3 Métodos	63
3.4.3.1 Determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS.....	63
3.4.3.2 Determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH.....	64
3.4.3.3 Determinación de vitamina C por el método de Folin-Ciocalteu	66

	Página
3.4.3.4 Determinación de polifenoles totales por el método Singleton.....	66
3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	68
CAPITULO IV: RESULTADOS	69
4.1 Descripción de los resultados	69
4.1.1 Capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS.....	69
4.1.2 Capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH	70
4.1.3 Capacidad antioxidante equivalente en Trolox por el método ABTS.....	71
4.1.4 Capacidad antioxidante equivalente en Trolox por el método DPPH	72
4.1.5 Porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS	73
4.1.6 Porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH	74
4.1.7 Concentración inhibitoria media máxima (IC ₅₀) por el método ABTS	75
4.1.8 Concentración inhibitoria media máxima (IC ₅₀) por el método DPPH	76
4.1.9 Vitamina C	77
4.1.10 Contenido de polifenoles totales	78
4.2 Resultados inferenciales	79
4.2.1 Prueba de hipótesis general para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS.....	79
4.2.2 Prueba de hipótesis general para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH.....	82
4.2.3 Prueba de hipótesis general para la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS.....	86

	Página
4.2.4 Prueba de hipótesis general para la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH	89
4.2.5 Prueba de hipótesis específica para la captación de radicales libres por el método ABTS.....	92
4.2.6 Prueba de hipótesis específica para la captación de radicales libres por el método DPPH	95
4.2.7 Prueba de hipótesis específica para la concentración inhibitoria IC ₅₀ por el método ABTS	96
4.2.8 Prueba de hipótesis específica para la concentración inhibitoria IC ₅₀ por el método DPPH	99
4.2.9 Prueba de hipótesis específica para el contenido de vitamina C.....	102
4.2.10 Prueba de hipótesis específica para el contenido de polifenoles totales	105
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	108
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
6.1. Conclusiones	118
6.2 Recomendaciones	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
APÉNDICE: Informe de resultados capacidad antioxidante CIBN-UNMSM.....	134

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1.	Composición nutricional de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.).....	34
2.	Sólidos solubles totales expresado como grados Brix de acuerdo con la tabla de color.....	35
3.	Exportación de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) fresco según país de destino.....	35
4.	Exportación de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) fresco según mes.....	36
5.	Datos de temperatura del distrito de Chinchao.....	56
6.	Distrito de Chinchao: fenómenos climatológicos zona sierra...	57
7.	Distrito de Chinchao: fenómenos climatológicos zona selva...	57
8.	Operacionalización de la variable independiente.....	58
9.	Operacionalización de la variable dependiente.....	59
10.	Operacionalización de la variable interviniente	60
11.	Capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda.....	69
12.	Capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda.....	71
13.	Capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.....	72
14.	Capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.....	73

Tabla	Página
15. Porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.).....	74
16. Porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.)	75
17. IC ₅₀ por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg/mL.....	76
18. IC ₅₀ por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg/mL	77
19. Contenido de vitamina C en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) en mg de ácido ascórbico/100 g de fruto húmedo	78
20. Contenido de polifenoles totales en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg equivalente de ácido gálico/100 g fruto húmedo	79
21. Análisis de varianzas (ANOVA) para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS.....	80
22. Comparaciones múltiples de Tukey para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS.....	81
23. Prueba post hoc de HSD Tukey para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS en mg de vitamina C/100 g fruto húmedo	82
24. Análisis de varianzas (ANOVA) para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH.....	83
25. Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH en mg vitamina C/100 g fruto húmedo.....	84
26. Prueba post hoc de HSD Tukey para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH mg de vitamina C/100 g fruto húmedo.....	85

Tabla	Página
27. Análisis de varianzas (ANOVA) para la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS.....	86
28. Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.....	87
29. Prueba post hoc de HSD Tukey para la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.....	88
30. Análisis de varianzas (ANOVA) para la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH	89
31. Comparaciones múltiples de la prueba de Tukey para la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.....	90
32. Prueba post hoc de HSD Tukey para la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.....	91
33. Análisis de varianzas (ANOVA) para el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS	92
34. Comparaciones múltiples de la prueba de Tukey para el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS	93
35. Prueba post hoc de HSD Tukey para el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS.....	94
36. Análisis de varianzas (ANOVA) para el porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH.....	95
37. Análisis de varianzas (ANOVA) para la concentración inhibitoria IC ₅₀ por el método ABTS.....	96
38. Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para la concentración inhibitoria IC ₅₀ por el método ABTS expresado en mg/mL.....	97
39. Prueba post hoc de HSD Tukey para la concentración inhibitoria IC ₅₀ por el método ABTS expresado en mg/mL.....	98
40. Análisis de varianzas (ANOVA) para la concentración inhibitoria IC ₅₀ por el método DPPH.....	99

Tabla	Página
41. Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para la concentración inhibitoria IC ₅₀ por el método DPPH expresado en mg/mL.....	100
42. Prueba post hoc de HSD Tukey para la concentración inhibitoria IC ₅₀ por el método DPPH expresado en mg/mL.....	101
43. Análisis de varianzas (ANOVA) para el contenido de vitamina C total	102
44. Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para el contenido de vitamina C expresado en mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda.....	103
45. Prueba post hoc de HSD Tukey para el contenido de vitamina C expresado en mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda.....	104
46. Análisis de varianzas (ANOVA) para el contenido de polifenoles totales	105
47. Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de polifenoles totales expresado en mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda.....	106
48. Prueba post hoc de HSD Tukey para el contenido de polifenoles totales expresado en mg equivalente de ácido gálico/100 g muestra base húmeda.....	107

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Perú: promedio de días a la semana de consumo de frutas en personas de 15 y más años, según área de residencia y sexo 2015	21
2. Perú: promedio de días a la semana de consumo de ensalada de verduras en personas de 15 y más años según sexo y región natural,2015 (porcentaje).....	22
3. Perú: personas de 15 y más años que consumen al menos cinco porciones de fruta y/o ensalada de verduras al día según sexo y región natural, 2015 (porcentaje).....	22
4. Aguaymanto.....	33
5. Ácido ascórbico.....	39
6. Estructura del β -caroteno.....	40
7. Estructura del retinol (vitamina A).....	40
8. Estructura de los flavonoides y sistema de numeración.....	42
9. Estructuras de la quercetina, miricetina y kaempferol.....	43
10. Estructura de witanólidos en aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.).....	44
11. Estructura química de fisalinas.....	45
12. Proceso de óxido reducción.....	46
13. Estrés oxidativo.....	49
14. Representación gráfica del diseño de la investigación.....	55
15. Reacción química entre el radical ABTS y un antioxidante.....	64
16. Reacción química entre el radical DPPH y un antioxidante.....	65
17. Mecanismo de reacción del reactivo Folin-Ciocalteau.....	67
18. Curva de calibración del ácido gálico.....	67

Figura	Página
19. Diagrama de cajas para valores de capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda.....	70
20. Diagrama de cajas para valores de capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda.....	71
21. Diagrama de cajas para valores de la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda	72
22. Diagrama de cajas para valores de la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda	73
23. Diagrama de cajas para el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.).....	74
24. Diagrama de cajas para el porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.)	75
25. Diagrama de cajas para valores de IC ₅₀ por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg/mL	76
26. Diagrama de cajas para valores de IC ₅₀ por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg/mL	77
27. Diagrama de cajas de vitamina C en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) en mg de ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda.....	78
28. Diagrama de cajas de polifenoles totales en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda.....	79

Figura	Página
29. Gráfico de comparación de medias de la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda.....	82
30. Gráfico de comparación de medias de la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda	85
31. Gráfico de comparación de medias de la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.....	88
32. Gráfico de comparación de medias de la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda	91
33. Gráfico de comparación de medias del porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.)..	94
34. Gráfico de comparación de medias de la concentración inhibitoria IC ₅₀ por el método ABTS en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg/mL.....	98
35. Gráfico de comparación de medias de la concentración inhibitoria IC ₅₀ por el método DPPH en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg/mL.....	101
36. Gráfico de comparación de medias del contenido de vitamina C en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg de ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda.....	104
37. Gráfico de comparación de medias del contenido de polifenoles totales en las diferentes muestras de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) expresado en mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda.....	107

INTRODUCCIÓN

El agitado mundo en el que vivimos y por consiguiente la falta de tiempo para una alimentación saludable y la poca actividad física, entre otros factores, favorecen el riesgo de adquirir las llamadas enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes y sobrepeso-obesidad, constituyendo un problema para la salud.

Existen soluciones en la naturaleza, especialmente en frutas y vegetales que pueden contrarrestar dichos daños por lo que su consumo debería incrementarse.

El Perú posee gran variedad de frutas nativas siendo en su mayoría un gran complemento para una alimentación rica en vitaminas y antioxidantes. De esta gran variedad fue el aguaymanto que motivó el presente trabajo de investigación por haber sido utilizado en la medicina tradicional por sus múltiples beneficios.

A pesar de que actualmente se encuentran muchos estudios sobre este fruto oriundo del Perú, ninguno de estos fue abordado desde el punto de vista de requerimiento diario de antioxidantes, por lo cual el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar y comparar la capacidad antioxidante del aguaymanto en tres presentaciones, que con frecuencia son consumidas por la población.

El estudio se realizó para conocer si el efecto protector de este fruto variaba con el procesamiento y podría ser recomendado su consumo como una fuente de antioxidantes en la dieta.

Así mismo, con los resultados obtenidos, se ha podido analizar

estadísticamente si los procesos tecnológicos que se emplearon para alargar la vida útil de los alimentos, han tenido influencia sobre la capacidad antioxidante, contenido de polifenoles y contenido de vitamina C del aguaymanto, ya que se emplearon dos métodos para determinar la capacidad antioxidante frente a la generación de radicales libres *in vitro*.

Por otro lado, el tema de la tesis estudia variables poco tratadas en el campo de la nutrición en la UNIFE, ya que, se trabajó con protocolos de análisis en el laboratorio, contribuyendo con la estandarización de técnicas y métodos para la determinación de la capacidad antioxidante, contenido de polifenoles y vitamina C del fruto de aguaymanto en tres formas de presentación. Con esta información, recomendar su dosis y forma ideal de consumo para aprovechar al máximo sus propiedades antioxidantes y de esta manera contribuir con la población, lo que nos indica que tiene relevancia social.

En el Capítulo I se plantea el problema de la investigación, luego se procede a la explicación de la justificación, delimitación y finalmente se formulan los objetivos que orientan nuestro estudio. En el Capítulo II, que corresponde al marco teórico, se hace una revisión bibliográfica del aguaymanto, así como la revisión de conceptos y fundamentos de los antioxidantes y los métodos para determinar la capacidad antioxidante, en el Capítulo III se presenta la parte operativa que sirve de base para organizar y llevar a cabo la investigación. En el Capítulo IV se describen los resultados, el Capítulo V presenta la discusión de resultados y finalmente encontramos en el Capítulo VI las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se plantea el problema que es motivo de esta investigación. Luego, se procede a la explicación de la justificación, delimitación y finalmente se formulan los objetivos que orientan nuestro estudio.

1.1 Planteamiento del problema

La alimentación y nutrición son piezas fundamentales para mantener y conservar una buena salud, pero si no se asocian de manera correcta pueden causar las llamadas enfermedades crónicas no transmisibles (ENT)¹.

Estas enfermedades han propiciado cuatro cambios metabólicos/fisiológicos tales como hipertensión arterial, sobrepeso/obesidad, hiperglucemia e hiperlipidemia que ocasionan el aumento de las muertes en menores de 70 años y el incremento de niños con sobrepeso². Debido a esto, es conveniente mirar hacia la naturaleza y encontrar en ella, posibles soluciones que puedan prevenir o revertir condiciones de salud no adecuadas, provocadas por el tipo de alimentación elegida.

Dentro de las metas mundiales al 2025 que informa la OMS se menciona reducir lo siguiente: ingesta media de sal o sodio en un 30 %, hipertensión en un 25 %, el sedentarismo en un 10 % (realizando actividad física), el desarrollo de diabetes y obesidad; además, disponer del 80 % de medicamentos básicos en centros privados y públicos, entre otros³.

Por lo mencionado anteriormente, se puede evidenciar la importancia que tienen algunos alimentos, como las frutas, verduras y especias, ricos en antioxidantes. Es así que, en América Latina como en el Perú se vienen desarrollando estudios sobre las propiedades de diversas frutas y vegetales en

los cuales estaría parte de la solución y a los cuales deberíamos volver nuestra mirada, dado que desde la aparición del hombre fueron la base de su alimentación.

Se ha demostrado científicamente que, los antioxidantes al ser potenciadores de la salud previenen el cáncer y las enfermedades cardiovasculares⁴. Las frutas y verduras contribuyen a un estado de salud óptimo, reduciendo el riesgo de contraer las ENT. Se asume que, aproximadamente 6.7 millones de muertes en el 2010 por un consumo bajo de estos alimentos⁵.

En el Perú, la baja ingesta de estos alimentos es uno de los principales factores de riesgo sobre todo en las áreas rurales, poblaciones con bajo nivel educativo e ingresos económicos.

En una encuesta de INEI (2015), realizada a personas mayores de 15 años de edad, respondieron haber consumido 4.3 días en promedio fruta entera o en trozos (Fig.1), siendo las mujeres quienes consumen fruta más días a la semana que los hombres (4.7 y 4.0 días respectivamente)⁶.

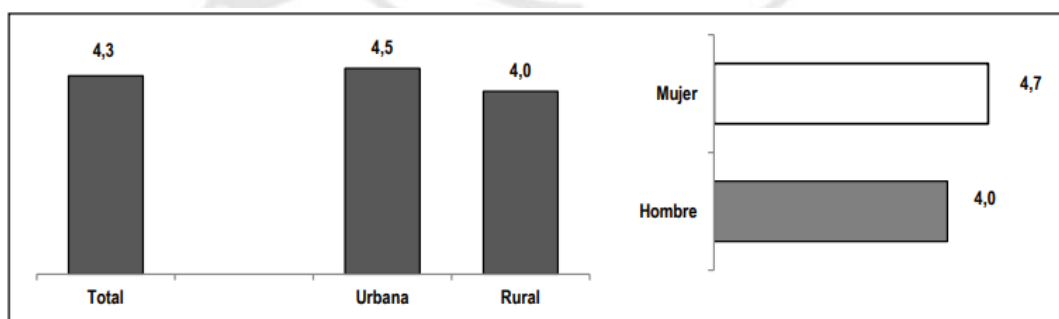


Figura 1. Perú: promedio de días a la semana de consumo de frutas en personas de 15 y más años, según área de residencia y sexo 2015
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Demográfica y de Salud Familiar⁶.

El promedio del consumo de fruta es de 2.0 porciones diarias en la

población de 15 años y más (Fig.2). Los valores por regiones son similares, en la selva (2.1), en la costa y Lima Metropolitana (2.0) y en la sierra (1.8). Una porción hace referencia a un puñado, tajada, racimo o unidad⁶.

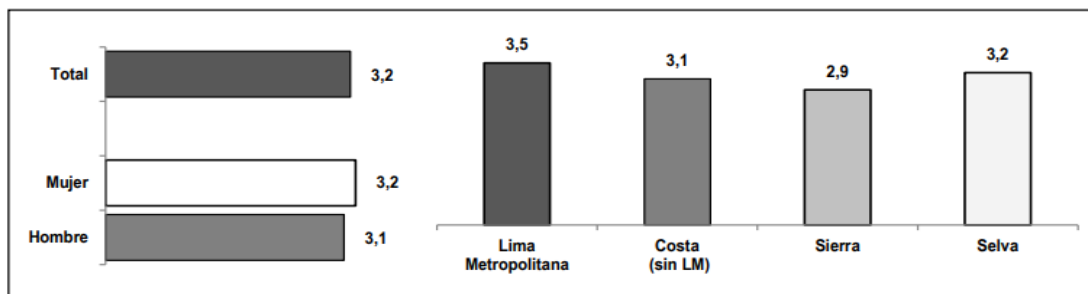


Figura 2. Perú: promedio de días a la semana de consumo de ensalada de verduras en personas de 15 y más años, según sexo y región natural, 2015
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Demográfica y de Salud Familiar⁶.

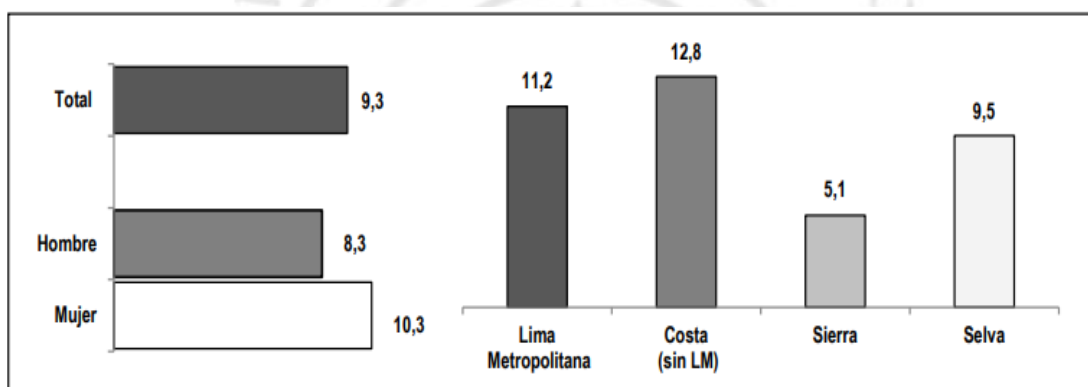


Figura 3. Perú: personas de 15 y más años que consumen al menos cinco porciones de fruta y/o ensalada de verduras al día, según sexo y región natural, 2015 (porcentaje)
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Demográfica y de Salud Familiar⁶.

En la figura 3, se observa que al menos cinco porciones de frutas y/o verduras fueron consumidas por aproximadamente el 9.3 % de personas de 15 años a más, destacando la costa con 12.8 % y Lima Metropolitana con 11.2 %⁶.

Dentro de las frutas, el aguaymanto contiene estructuras bioactivas como el ácido ascórbico conocido como antioxidante debido a que bloquea parte del daño causado por radicales libres, el β -caroteno, que cumple

funciones semejantes y los compuestos fenólicos que poseen gran variedad de actividades biológicas como antiinflamatoria y antioxidante⁷.

Los antioxidantes presentes en una dieta balanceada podrían ayudar a disminuir los efectos negativos del estrés oxidativo sobre el cuerpo y aumentar la esperanza y calidad de vida de la población⁸.

A nivel mundial, Colombia, Australia, India, Ecuador, Kenia, Zimbabue y Nueva Zelanda destacan como los principales productores de aguaymanto y a nivel nacional están Ancash, Huancayo, La Libertad, Cusco y Cajamarca⁹.

En la agroindustria, el aguaymanto es utilizado para obtener principalmente pulpas; néctares, refrescos, deshidratados, conservas, jarabes, salsas, compotas o mermeladas, entre otros¹⁰.

Actualmente se aprecia una mayor presencia de productos con frutas nativas, es así como surge el interés en investigar si la capacidad antioxidante, contenido de vitamina C y polifenoles totales presentes en el aguaymanto se ven afectados por el proceso y los ingredientes empleados.

Por todo lo expuesto se plantean las siguientes preguntas de investigación.

Problema general:

- ¿Cuál es la capacidad antioxidante del aguaymanto en tres presentaciones para el consumo humano: aguaymanto fresco, mermelada casera y mermelada comercial?

Problemas específicos:

- ¿Cuál es la capacidad antioxidante del aguaymanto en tres presentaciones para el consumo humano por los métodos ABTS y DPPH?

- ¿Cuál es el contenido de vitamina C del aguaymanto en tres presentaciones para el consumo humano?
- ¿Cuál es el contenido de polifenoles totales del aguaymanto en tres presentaciones para el consumo humano?

1.2 Justificación de la Investigación

El presente trabajo de investigación tiene significatividad porque nos brindará aportes a nivel teórico, metodológico y práctico del uso del aguaymanto.

A nivel teórico, la investigación permitirá enriquecer los conocimientos sobre la capacidad antioxidante, contenido de polifenoles y contenido de vitamina C del aguaymanto en tres presentaciones. De esta manera se contribuirá a la promoción de sus beneficios para que pueda ser incluido con mayor frecuencia en la dieta de los peruanos.

A nivel metodológico, se considera que fue un gran aporte la ejecución de la parte experimental en el laboratorio de Química de la Facultad de Nutrición y Alimentación, por tener un diseño experimental que estudia variables no antes investigadas en la Facultad. Por tanto, se ha contribuido con la estandarización de las técnicas y/o protocolos de métodos que pueden ser utilizados para otros trabajos de investigación. Se realizaron ensayos para evaluar la capacidad antioxidante, el contenido de vitamina C y el contenido de polifenoles en el aguaymanto de tres presentaciones.

En cuanto al nivel práctico, el aporte se manifiesta en el hecho de que se puede dar a conocer las presentaciones con más contenido en polifenoles, antioxidantes y vitamina C para consumo, de tal manera, que se pueda aprovechar al máximo sus propiedades. También se manifiesta como relevancia social, dado que se podría promocionar el consumo de las

presentaciones de mayor contenido de los principios activos evaluados, en los comedores populares, donde la población tiene bajos recursos económicos; en los hospitales, para que puedan incluirlo en la dieta y por consiguiente contribuya a la recuperación de los pacientes. Además, al incrementar el consumo se promueve el incremento de la producción agrícola, con lo que se lograría mejorar la economía de los productores.

1.3 Delimitación y limitaciones de la investigación

El presente trabajo de investigación llamado CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.) EN TRES PRESENTACIONES PARA EL CONSUMO HUMANO, se realizó en el Laboratorio de Química de la Facultad de Nutrición y Alimentación de la Universidad del Sagrado Corazón. Además, se solicitó los servicios del Centro de Bioquímica y Nutrición de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos durante los años 2018 - 2019 en el Departamento de Lima – Perú.

El aguaymanto como materia prima se obtuvo de Acomayo-Huánuco. Las unidades de análisis fueron el aguaymanto fresco, la mermelada casera y la comercial.

En cuanto a las limitaciones de la investigación, podemos señalar las técnicas empleadas para los análisis de las muestras en el laboratorio, debido a que estas no se realizaban, la falta de reactivos utilizados para dichas técnicas debido a su alto costo. Finalmente, conseguir y transportar la materia prima en óptimas condiciones desde Acomayo-Huánuco hacia Lima.

1.4 Objetivos de la investigación

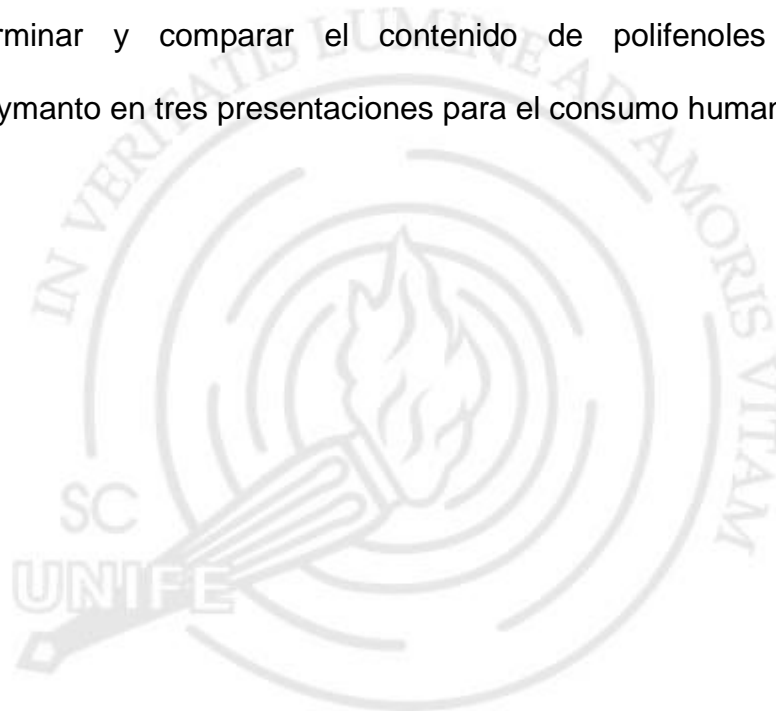
1.4.1 Objetivo general.

- Determinar y comparar la capacidad antioxidante del aguaymanto en

tres presentaciones para el consumo humano: aguaymanto fresco, mermelada casera y mermelada comercial.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Determinar y comparar la capacidad antioxidante del aguaymanto en tres presentaciones para el consumo humano por los métodos ABTS y DPPH.
- Determinar y comparar el contenido de vitamina C del aguaymanto en tres presentaciones para el consumo humano.
- Determinar y comparar el contenido de polifenoles totales del aguaymanto en tres presentaciones para el consumo humano.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se hará una revisión bibliográfica del aguaymanto, así como la revisión de conceptos y fundamentos de los antioxidantes y los métodos para determinar la capacidad antioxidante.

2.1 Antecedentes de la investigación

- **Antecedentes Nacionales.**

Ayala, en el 2018, realizó una investigación sobre los componentes bioactivos de lima, aguaymanto y camu camu e hizo una comparación con las mezclas de mermeladas de las frutas en mención. El objetivo fue cuantificar los componentes bioactivos y determinar el nivel de aceptabilidad de las mermeladas. Los métodos empleados fueron Folin-Ciocalteu y Singleton. Se concluyó que, en las mezclas de mermeladas, la vitamina C se incrementó hasta un 267 % cuando se les comparó con la fruta fresca y que los compuestos fenólicos mostraron una disminución de hasta un 68% en las 3 mermeladas, en comparación con la fruta fresca, pudiendo deberse al lugar de procedencia, estado de madurez, o al solvente empleado en el análisis¹¹.

En el año 2016, Arroyo y Delgado cuantificaron los compuestos fenólicos evaluando el efecto antioxidante del aguaymanto en los productos liofilizado y desecado. El objetivo fue determinar y comparar cuantitativamente los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos y metanólicos. Los métodos empleados fueron Folin-Ciocalteu y CUPRAC. Los resultados para compuestos fenólicos expresados en mg eq. ácido gálico/10 g de muestra fueron de 151.053 y 137.025 para los extractos etanólicos y metanólicos respectivamente. La capacidad antioxidante por el método

CUPRAC expresado en mg eq. ácido ascórbico /10 g de muestra fueron 2430.45 y 2271.95 para los extractos etanólicos y metanólicos respectivamente. Se concluyó que en el liofilizado los dos tipos de extractos presentan mayor capacidad antioxidante y compuestos fenólicos ya que en este proceso los principios activos se encuentran protegidos del oxígeno por lo cual no sufrirían oxidación¹².

Aparcana y Villareal, en el año 2014, evaluaron la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del aguaymanto de diferentes zonas del Perú. El objetivo fue valorar y comparar su contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante. Los resultados para fenoles totales (mg/Eq.AG/100 g fruto) fueron, Huánuco 149.3, Junín 144.4, Áncash 127.9 y Cajamarca 106, asimismo, expresaron por el método DPPH un IC₅₀ de 1.86; 2.04; 2.24 y 2.36 mg/mL, por el método ABTS expresaron valores de IC₅₀ de 1.29; 1.30; 1.47 y 1.55 mg/mL respectivamente. Se llegó a la conclusión que el fruto de aguaymanto de Huánuco tuvo un mayor contenido de compuestos fenólicos y una mayor capacidad antioxidante determinada por los métodos DPPH y ABTS⁷.

En el año 2013, Málaga, Guevara y Araujo investigaron como influye el procesamiento de puré de aguaymanto sobre sus compuestos bioactivos. Los resultados fueron que los valores iniciales para vitamina C, compuestos fenólicos totales y carotenoides totales del aguaymanto fresco fueron 131.10 mg/100 g base seca (b.s.), 317.28 mg AGE/100 g b.s. y 15.93 mg β -caroteno eq./100 g b.s. respectivamente; después del procesamiento para obtener el puré, los valores obtenidos para vitamina C fueron 69.25 mg/100 g b.s. cuyo porcentaje de retención respecto del valor inicial fue 52.85 %, para compuestos

fenólicos totales 179.22 mg AGE/100 g b.s. con un porcentaje de retención de 56.45 % y para carotenoides totales 6.25 mg α -caroteno eq./100 g b.s. en donde la retención fue 38.91 %. La evaluación del efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante ABTS ($\mu\text{mol TROLOX eq./g}$), como resultado de retenciones (% b.s.) de 62.75 %, 49.15 % y 61.09 % para la capacidad antioxidante hidrofílica, lipofílica y total respectivamente¹³.

Encina, Bernal y Rojas (2013) realizaron una investigación cuyo objetivo principal fue determinar el efecto de la temperatura de pasteurización y de la proporción de mezclas de pulpa de carambola y mango variedad Haden sobre su capacidad antioxidante lipofílica medida por el método ABTS. Para las muestras independientes los valores hallados fueron; mango $0.360 \pm 0.02 \mu\text{mol eq Trolox/g}$ y carambola $0.320 \pm 0.02 \mu\text{mol eq Trolox/g}$. Empleando la metodología de superficie de respuesta, la maximización de la capacidad antioxidante resultó en la proporción de 51:49 de mango: carambola. Para el factor temperatura de pasteurización, el valor fue de 91 °C, obteniéndose un valor de $0.333 \mu\text{mol eq Trolox/g}$ ¹⁴.

- **Antecedentes Internacionales.**

En el año 2018, Gutiérrez, Santiago, Hernández *et al.* realizaron un estudio sobre el efecto que tienen los métodos de cocción como el rehogado, hervido y asado en la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del tomate. El objetivo fue evaluar, después de los tratamientos, las propiedades fisicoquímicas, el contenido de ácido ascórbico, fenoles totales, β -caroteno, licopeno y actividad antioxidante *in vitro* utilizando los ensayos ABTS y DPPH. Se concluyó que el rehogado fue el mejor método de cocción porque registró una mayor concentración de fenoles y carotenoides respecto del testigo, que

no tuvo ningún método de cocción. En el asado hubo una mayor retención de la concentración de vitamina C. En el hervido se redujo su valor antioxidante¹⁵.

Cuastumal, Valencia y Ordóñez, en el año 2016, estudiaron la variación de la concentración de ácido ascórbico por el empleo de tratamientos térmicos en frutas. El objetivo fue determinar el efecto de estos tratamientos sobre la concentración de vitamina C, en tomate de árbol, mango y guayaba utilizando el método volumétrico. Los métodos empleados fueron cocción con agua, vapor saturado, horno y microondas. Los valores registrados fueron 102.34, 39.45 y 13.85 mg ac. ascórbico/100 g de fruta para guayaba, mango y tomate de árbol respectivamente. Se concluyó que el tratamiento con microondas fue el que menos afectó la concentración final de vitamina C¹⁶.

El estudio de Peppi, en el 2015, se enfocó en elaborar un producto procesado a base de tomates anaranjados de variedad tipo perita con propiedades nutricionales saludables. El objetivo fue elaborar una mermelada con buenas características organolépticas y un aporte en compuestos fitoquímicos con actividad antioxidante. Los métodos utilizados fueron ABTS, FRAP y Folin-Ciocalteu. Los resultados obtenidos fueron para capacidad antioxidante expresada en meq. Trolox % g muestra, lipofílico 0.0477 e hidrofílico 0.5642, FRAP 0.2779 y polifenoles totales 256.29 mg ac. gálico % g muestra. La conclusión fue que la mermelada contiene antioxidantes además de contar con una buena aceptación por lo cual podría incluirse en la alimentación como opción saludable¹⁷.

En el año 2014, Choco realizó una investigación cuyo objetivo fue evaluar el potencial antioxidante de la uvilla o aguaymanto por el método DPPH y el contenido total de compuestos fenólicos por el método de Folin-Ciocalteu,

considerando además diferentes estados de maduración y productos alimenticios desarrollados como mermelada, concentrado y jugo. Los resultados IC_{50} en $\mu\text{g/mL}$ fueron para la mermelada 66.106, para el concentrado 100.72, el jugo 52.218 y en el fruto fresco estuvieron en el rango de 27.170 a 32.585 $\mu\text{g/mL}$. Para polifenoles expresados en mg GAE/mL fueron, para la mermelada 4.893, para el concentrado 4.536 y para el jugo 5.464, en el fruto fresco en los diferentes grados de madurez los resultados hallados estuvieron en un rango de 5.393 a 6.036 mg GAE/mL . El estudio concluyó que los frutos de aguaymanto tienen una mayor capacidad antioxidante comparado con los productos desarrollados y que el contenido de fenoles totales no varía con la maduración¹⁸.

En el 2013, Hernández propone elaborar conservas y zumos de *Physalis peruviana* Linnaeus empleando tratamientos térmicos (pasteurización y esterilización) y no térmicos (altas presiones hidrostáticas). Se llegó a la conclusión que los mejores tratamientos fueron la pasteurización a 75 °C por 4 min. y el tratamiento de altas presiones de 500 MPa por 1 min. Con la pasteurización se redujo significativamente el ácido ascórbico y los compuestos fenólicos (ABTS). La capacidad antioxidante aumentó probablemente por una concentración del zumo o alguna extracción producto del tratamiento. Con la esterilización, el ácido ascórbico, compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante disminuyeron. Con el tratamiento de altas presiones hidrostáticas la capacidad antioxidante fue mayor¹⁹.

2.2 Bases teóricas

Se revisó la información más relevante la cual permitirá comprender, describir, explicar y analizar la teoría relacionada con el problema a investigar.

2.2.1 Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

A continuación, realizaremos una breve descripción de las características principales del aguaymanto.

- **Definición.**

Physalis peruviana L., es una fruta redonda y pequeña, que pertenece a la familia de las solanáceas, de origen peruano, cuyo color varía de amarillo a naranja y presenta sabor agridulce²⁰.

También se le conoce como uchuva, uvilla, capulí, goldenberry²⁰, joto-joto, jarill, aguallumantu, toccoro²¹.

- **Taxonomía.**

La clasificación taxonómica de *Physalis peruviana* L.⁷ es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Scrophulariales

Familia: Solanaceae

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis peruviana* L.

- **Descripción botánica.**

Planta herbácea pudiendo llegar hasta más de un metro de altura, hojas en forma de corazón, agudas, flores solitarias, axilares o terminales de cáliz globoso, angulado con sépalos soldados y sagitados y corola en forma de campana. El fruto, de color amarillo y sabor agradable, es una baya esférica con numerosas semillas, incluido totalmente en el cáliz persistente y

membranoso. Las semillas son ovaladas, comprimidas, de color amarillo pardo grisáceo²¹.



Figura 4. Aguaymanto
Fuente: Diario El Comercio²².

Physalis contiene casi 120 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales alrededor del mundo especialmente en América²³.

- **Ecotipo**

Son sub-especies que se adaptan a unas características ambientales específicas, estas variaciones se transmiten genéticamente. En el caso del aguaymanto el ecotipo identifica el lugar de su procedencia, con características bien definidas (color). Los ecotipos comerciales son: verde limón, amarillo y naranja²⁰.

- **Composición nutricional.**

El aguaymanto contiene una buena cantidad de carbohidratos entre ellos azúcares, pectinas y almidones en la pulpa y un elevado contenido de agua. También se encuentran minerales como el zinc, hierro, fósforo y potasio, vitaminas como el ácido ascórbico y la vitamina A, fibra y proteínas⁷.

En la tabla 1 se muestra la composición nutricional por 100 g de fruta.

Tabla 1
Composición nutricional de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

Factor nutricional	Contenido por 100 g de fruta
Calorías	54.00 cal
Agua	79.60 g
Proteína	1.10 g
Grasa	0.40 g
Carbohidratos	13.10 g
Fibra	4.80 g
Ceniza	1.00 g
Calcio	7.00 g
Fósforo	38.00 mg
Hierro	1.20 mg
Vitamina A	648 U.I.
Tiamina	0.18 mg
Riboflavina	0.03 mg
Niacina	1.30 mg
Ácido ascórbico	26.00 mg

Fuente: Fernández, 2015²⁴.

- **Requisitos de madurez**

La madurez puede definirse visualmente de acuerdo con el color del fruto siendo entre verde limón, amarillo y naranja. Se puede verificar con el contenido total de sólidos solubles el cual deberá ser al menos 12 °Brix²⁰.

- **Índice de madurez**

Es la relación entre sólidos solubles totales (Brix) y el porcentaje de acidez de los frutos. Tiene una relación directa con la cantidad de azúcares en el fruto, esto es a medida que madura se incrementa la cantidad de sólidos y disminuye el porcentaje de acidez⁷.

Relacionando el índice de madurez con los cambios de color que se dan en el fruto, tenemos una escala del 0 al 6. El color 0 es verde oscuro, color 1 verde un poco más claro, color 2 el color verde se mantiene cercano al cáliz y en el centro del fruto se ven tonos anaranjados, color 3 fruto anaranjado con visos verdes hacia el cáliz, color 4 fruto anaranjado claro, color 5 fruto

anaranjado y color 6 fruto anaranjado intenso²⁵.

- **Sólidos solubles totales**

Se expresan como grados Brix (°Brix) y es el contenido mínimo de sólidos solubles totales de acuerdo con la tabla 2 de color.

Tabla 2

Sólidos solubles totales expresados como °Brix de acuerdo con la tabla de color.

Color	0	1	2	3	4	5	6
°Brix (mínimo)	9.4	11.4	13.2	14.1	14.5	14.8	15.1

Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 4580²⁵.

- **Exportación de aguaymanto fresco según país de destino y mes.**

En la tabla 3, se puede observar que en los últimos cinco años Holanda ha sido el principal destino de exportación de aguaymanto (18.4 toneladas), seguido de Estados Unidos (16 toneladas) y muy por debajo Corea del Sur (7.8 toneladas) sin embargo el año pasado fue el destino con mayor exportación de aguaymanto.

Tabla 3

*Exportación de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) fresco según país de destino*

País	2015	2016	2017	2018	2019	Total, por país
Japón	0.1	1.3	1.2	--	3.5	6.1
Corea del Sur	--	--	0.7	1.1	6.0	7.8
USA	0.5	10.9	0.5	3.4	0.6	16.0
Canadá	--	3.1	0.3	--	0.2	3.6
Francia	0.0	2.2	0.1	1.4	0.1	3.8
Alemania	0.1	3.1	3.3	0.2	0.0	6.7
Holanda	1.0	10.1	3.5	1.8	2.0	18.4
Israel	--	--	6.2	--	--	6.2

- Fuente: Minagri, 2020²⁶.

En la tabla 4 se puede observar que la exportación del aguaymanto en

los últimos cinco años no ha tenido un crecimiento constante. Se observa que en el año 2016 el volumen total de exportación fue 31.1 toneladas siendo el mes de julio el de mayor volumen de exportación con 7.3 toneladas. El segundo mes de mayor exportación fue diciembre 2019 con 6.4 toneladas.

Tabla 4
Exportación de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) fresco según mes

Mes	Peso neto (toneladas)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Ene	0.1	0.0	0.7	0.3	0.8
Feb	0.0	1.3	3.5	1.6	0.4
Mar	0.2	1.6	2.0	2.2	1.6
Abr	0.1	0.3	0	0.038	3.9
May	0.0	4.4	3.6	1.8	0.1
Jun	0.0	6.2	1.7	1.2	0.7
Jul	0.3	7.3	4.6	0.2	0.5
Ago	0.0	0.9	0.2	1.1	0.0
Set	0.0	3.5	1.4	0.4	0.1
Oct	0.0	0.0	0.1	0.8	1.0
Nov	1.0	0.5	0.3	0.1	0.0
Dic	0.1	4.9	0.7	0.0	6.4
Total, por año	1.8	31.1	18.7	9.8	15.6

Fuente: Minagri, 2020²⁶.

2.2.1.1 Propiedades.

Es una planta empleada en la medicina popular como anticancerígena, antimicobacteriana, antipirética, inmunomoduladora, diurética y que ayuda a combatir enfermedades como hepatitis, malaria, asma, dermatitis y reumatismo²³. Los extractos de las hojas han presentado funciones antiinflamatorias, antioxidantes y antibióticas²³.

- **Actividad antiinflamatoria**

En un estudio realizado sobre la actividad antiinflamatoria del fruto de *Physalis peruviana* L. se encontraron flavonoides en cantidades elevadas (234 mg/g), fenoles (90 mg/g) y que los extractos a una concentración de 0.1 - 30 µg/mL podían inhibir la enzima xantina oxidasa, favoreciendo la acción antioxidante de polifenoles, específicamente de los flavonoides, además de prevenir la liberación de prostaglandinas (responsables del proceso inflamatorio), formación de óxido nítrico y concentración de lipopolisacáridos²⁷.

- **Actividad antioxidante**

En el estudio de actividad antioxidante de *Physalis peruviana* (PP), se demostró que los extractos de etanol de este fruto poseen una excelente actividad antioxidante en los sistemas oxidativos enzimáticos y no enzimáticos del tejido hepático. Los beneficios para la salud de ciertos medicamentos naturales, se han explicado por su capacidad para proteger a las membranas celulares de los radicales libres, mediante la reducción del nivel de peróxidos lipídicos. En conclusión, los extractos de *Physalis peruviana* preparados con diferentes condiciones de disolvente, poseen una magnitud diferente de potencia antioxidante. Comparado con el extracto acuoso, los extractos de etanol exhibieron una mejor actividad antioxidante con 95 EtOH-PP que mostró las actividades más potentes antioxidantes y de eliminación de radicales libres²⁸.

- **Efecto sobre la glicemia**

Estudios confirman que la ingesta de 25 gramos (5 ó 6 unidades) del fruto reduce la glicemia postprandial en adultos jóvenes entre 20 y 29 años²⁹.

2.2.1.2 Compuestos bioactivos del aguaymanto.

El agua, ácido ascórbico, β -caroteno y los compuestos fenólicos están presentes en el aguaymanto y serían los responsables de su efecto fisiológico saludable⁷. Witanólidos, esteroides, alcaloides, flavonoides y glicósidos también están presentes en el fruto según lo demuestran los estudios fitoquímicos del género *Physalis*²³.

La mayoría de los productos vegetales tiene un importante porcentaje de agua que puede estar como agua libre o agua ligada, esta última es la que está unida de forma compleja a otras estructuras moleculares constituyentes de los alimentos, de ahí su importancia en la estabilidad de productos³⁰. En el aguaymanto el porcentaje de humedad está entre 79.8 y 85.5 %⁷.

- **Vitamina C**

Es una sustancia blanca cristalina, muy soluble en agua y presenta características ácidas y reductoras, sus propiedades nutricionales se las da el isómero L del compuesto³¹. No es sintetizada por el hombre, se absorbe en el intestino delgado y los excesos se eliminan en la orina³².

Su deficiencia en la dieta provoca hemorragias subcutáneas, inflamación articular, escorbuto e incapacidad de funcionamiento de los osteoblastos³².

La vitamina C es empleada como índice de retención de nutrientes por su marcada inestabilidad. Su oxidación se debe a metales de transición como el hierro y el cobre, la temperatura, el potencial de hidrogeno (pH), la presencia de oxígeno, luz, algunas enzimas y vitaminas³². Es uno de los más potentes antioxidantes naturales en fase acuosa ya que inhibe la oxidación de lípidos y la formación de nitrosaminas, regenera la vitamina E, brinda protección contra enfermedades como el cáncer, pero en sobredosis puede causar cálculos en riñones o vías urinarias³³.

Cumple una función transportadora de hidrógeno y oxígeno, participa de manera importante en los procesos de desintoxicación hepática, contrarresta los efectos de algunos compuestos químicos como los nitratos de pesticidas en la cavidad estomacal, protege no sólo vasos sanguíneos, dientes, huesos y encías sino también al sistema inmunológico³⁴.

La vitamina C, es un poderoso reductor, ayudando a la absorción de hierro no-hemínico, por lo cual, es necesario tanto para la formación como para el mantenimiento del material intercelular, especialmente el colágeno³⁵.

Durante el procesado de alimentos parte de la vitamina C se pierde debido a su solubilidad. El ascorbato y el dehidroascorbato son formas biológicamente activas de la vitamina C, que actúa como antioxidante en los alimentos, Fig.5. El ascorbato puede actuar eliminando los radicales libres³⁶.

La cantidad que recomienda la FAO³⁷ de vitamina C por rangos de edad son, en niños de 4 a 8 años 25 mg, de 9 a 13 años 45 mg, adolescentes varones de 14 a 18 años 75 mg y en mujeres 65 mg, adultos hombres 90 mg y adultos mujeres 75 mg.

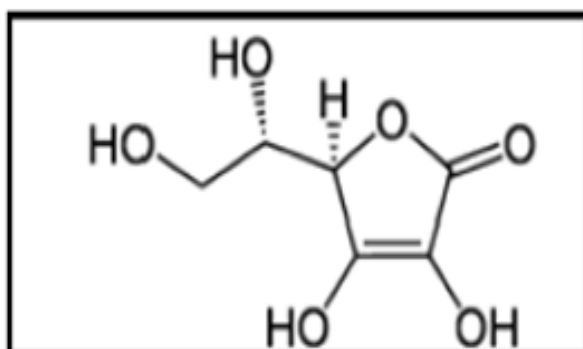


Figura 5. Ácido ascórbico
Fuente: Jamanca, 2017³⁸.

Debido a la actividad de enzimas oxidasas, la vitamina C disminuye después de la cosecha, manipulación y transporte. Sin embargo, esta vitamina

no varía por los ecotipos ni por la altitud de los cultivos, pero si varia por las condiciones de almacenamiento³⁹.

- **β -Caroteno (pro-vitamina A)**

El β -caroteno es un pigmento orgánico de color amarillo – anaranjado que en el intestino se convierte en retinol⁴⁰. Previene la ceguera nocturna, interviene en el adecuado funcionamiento del sistema inmune y también mantiene la piel sana y en buenas condiciones⁴¹.

Atrapa moléculas de oxígeno libre, de ahí su efecto protector⁴² además detiene el deterioro de tejidos³³.

Se halla en las zanahorias, brócoli, tomates, calabacines, espinacas, en las frutas como el melón, melocotón y mango ³³ (Fig.6, 7).

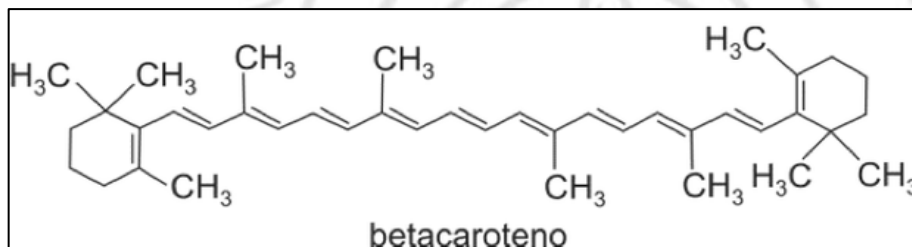
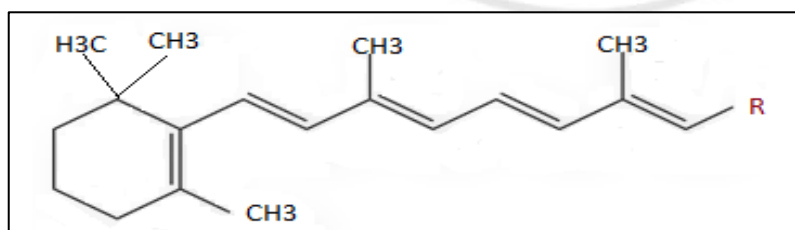


Figura 6. Estructura del β -caroteno.

Fuente: Urango, 2009⁴³.



R: -CH₂OH: Retinol

R: -CHO: Retinal

R: -CO₂H: ácido Retinoico (Isotretinoína)

Figura 7. Estructura del retinol (vitamina A)

Fuente: López, 2016⁴⁴.

El estado de madurez, el clima, ecotipo, procesos físicos y químicos y prácticas de postcosecha afectan el contenido de carotenoides en el fruto de aguaymanto. Estudios realizados indicaron que hubo un incremento de β -caroteno en los frutos de aguaymanto a medida que iba adquiriendo el color anaranjado siendo mayor en el estado de sobre maduración ya que se concentra porque el fruto va disminuyendo su tamaño³⁹.

- **Compuestos fenólicos.**

Son de origen vegetal constituyendo los principales metabolitos secundarios de las plantas. Las quinonas son el resultado de la oxidación de los fenoles y las causantes del color pardo muchas veces indeseable en los alimentos⁴⁵.

Se trata de moléculas muy reactivas combinadas con azúcares, como la glucosa, galactosa, arabinosa, ramnosa, xilosa o ácidos glucorónicos y galacturónicos. Puede también estar asociado con ácidos carboxílicos, aminoácidos y lípidos⁴⁶.

El poder de captación de radicales libres y su función quelante, podrían ser los causantes de los beneficios en la salud, pudiendo prevenir el cáncer, enfermedades neurodegenerativas y cardiovasculares⁴⁵.

El procesamiento de los alimentos o los hábitos de consumo pueden disminuir en gran parte los polifenoles, por otro lado, el contenido de estos metabolitos está en función de su madurez y variedad⁴⁵.

Los flavonoides forman parte del grupo de los polifenoles (Fig. 8) y dentro de su rol está favorecer las funciones del ácido ascórbico, mejorando su absorción y protegiéndola de la oxidación⁴⁷.

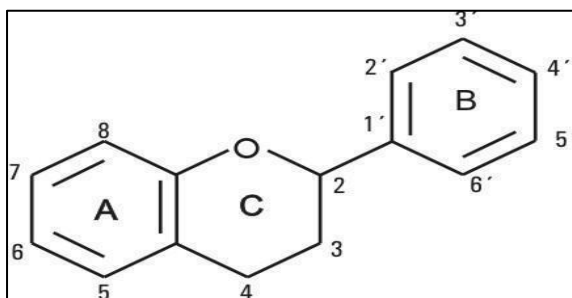


Figura 8. Estructura básica de los flavonoides y sistema de numeración.
Fuente: Pérez, 2003⁴⁸.

Dentro de los flavonoles que son un tipo de flavonoides se encuentran la quercetina, miricetina y kaempferol que son los más comunes en la composición de los vegetales⁴⁹.

Entre las funciones de los flavonoides están las de regular la permeabilidad capilar permitiendo el flujo de oxígeno, dióxido de carbono y otros nutrientes, también intervienen en el fortalecimiento de los capilares evitando que se cierren o aplanen fácilmente, este fortalecimiento se debe a que tienen un mecanismo semejante al del ácido ascórbico, ejerciendo su acción protectora contra infecciones y enfermedades⁴⁷.

Las principales fuentes de flavonoides en la dieta son las frutas, cítricos y algunas bebidas como vino y té, también el cacao, cebollas, y ajo⁵⁰. Adquieren importancia porque quelan metales pesados, modulan la actividad de ciertas enzimas y son hábiles para atrapar radicales libres⁵¹. Se conoce poco sobre su toxicidad producida por exceso en su consumo mientras que sus atributos benéficos son sobrevalorados⁵².

Es necesaria su presencia para que las enzimas cumplan su función antioxidante, mantienen en buen estado las funciones hepáticas, cardíacas y protegen al organismo de enfermedades como el cáncer³³.

Se han encontrado en el aguaymanto los siguientes compuestos

fenólicos; rutina, quercetina, miricetina y kaempferol⁵³, siendo la quercetina el principal flavonoide del aguaymanto seguido de miricetina y kaempferol⁷.

El efecto antioxidante de la quercetina podría deberse a la capacidad para inhibir enzimas como NADPH oxidasa, xantina oxidasa y lipooxigenasa, impidiendo la muerte celular, también puede incrementar la producción de antioxidantes endógenos⁵⁴.

La quercetina no presenta una buena biodisponibilidad ya que se absorbe muy poca cantidad (Fig.9). En los alimentos se puede encontrar en forma de aglicona y/o glicósido⁵⁴. Quercetina, miricetina y kaempferol tienen la propiedad de capturar electrones desapareados de las ERO con lo cual demuestran tener una buena capacidad neutralizadora de radicales libres⁵⁵.

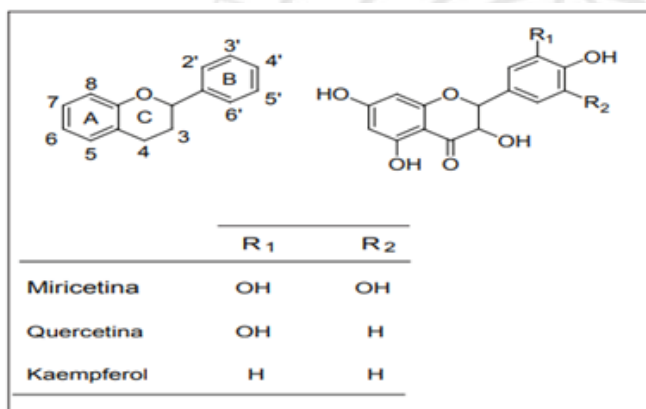


Figura 9. Estructuras de la quercetina, miricetina y kaempferol
Fuente: Matsubara et al.2006⁵⁶.

Los frutos del aguaymanto presentan actividad como estimulante inmunológico, antibacteriana, antiviral y analgésica³⁹. Además, se le conoce propiedades antidiabéticas y antioxidantes^{19, 29}.

El consumo de aguaymanto también reduce los niveles séricos de colesterol total y colesterol LDL en pacientes hipercolesterolémicos⁵⁷.

Su actividad anti-hepatotóxica fue evaluada en ratas usando extractos en agua, etanol y hexano en concentraciones de 500 mg/Kg de peso corporal.

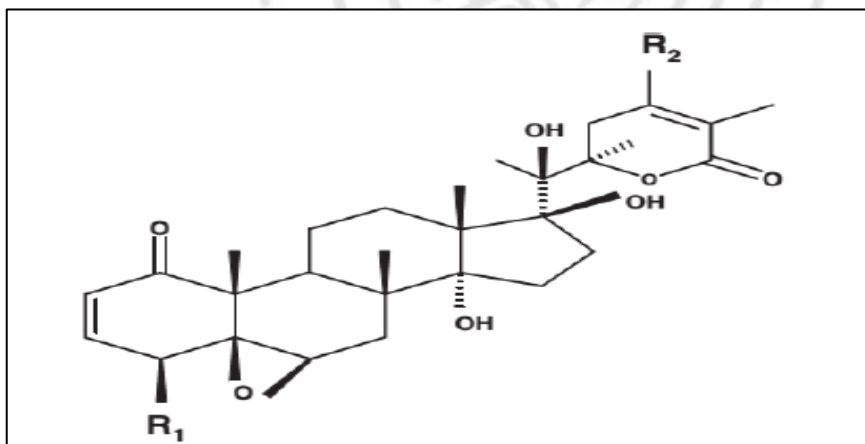
El resultado mostró aumento de glutatión hepático reducido (GHR) y disminución de malondialdehído (MDA), evidenciando su potencial en los tratamientos de enfermedades que afectan el hígado^{27, 58}.

- **Witanólidos.**

Son un grupo de esteroides cuya estructura base es el ergostano⁵⁹, el género que lo contiene en mayor cantidad es *Physalis*⁶⁰.

Hasta el año 2008, se descubrieron casi 400 witanólidos (Fig.10) en 22 géneros y 58 especies de solanáceas, siendo la witaferina la primera en ser descubierta⁵⁹.

Dada su estructura, se aíslan con solventes de polaridad media, como éter etílico y cloroformo o más polares, como etanol y metanol, los poco polares se aíslan con hexano. Estos compuestos pueden presentarse en forma de glicósidos o sulfatos manifestándose como inmunomoduladores, tripanosomicidas, antitumorales y antiinflamatorios⁶⁰.



	R1	R2
1- 4β-hidroxiwitanólido E	-OH	Me
2- 28-hidroxiwitanólido E	-H	-CH ₂ OH
3- Witanólido E	-H	Me

Figura 10. Estructura de witanólidos en aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)
Fuente: Aristizábal, 2013²⁷.

De la gran variedad de witanólidos aislados y caracterizados en el aguaymanto, el witanólido E, witanólido C, fiperunolido A y 4- β -hidroxiwitanólido E, son citotóxicos para diferentes tipos de cáncer, por ejemplo, hígado, mama y pulmón. Se ha encontrado contenido de 4- β -hidroxiwitanólido E en raíces, hojas, cáliz y frutos de *Physalis peruviana* L.²⁷.

Dentro de los tipos de witaesteroides se encuentran las fisalinas, ixocarpalactonas, perulactonas y los witanólidos que son los más abundantes; se conocen como los precursores de otros witaesteroides a las witaefisalinas y acnistinas⁶⁰. Las fisalinas son compuestos que pueden utilizarse para evitar respuesta del sistema inmune, por ejemplo, en trasplantes de órganos. En el aguaymanto las fisalinas A, B, D, F (Fig.11) y glucósidos son los principales componentes activos²⁷.

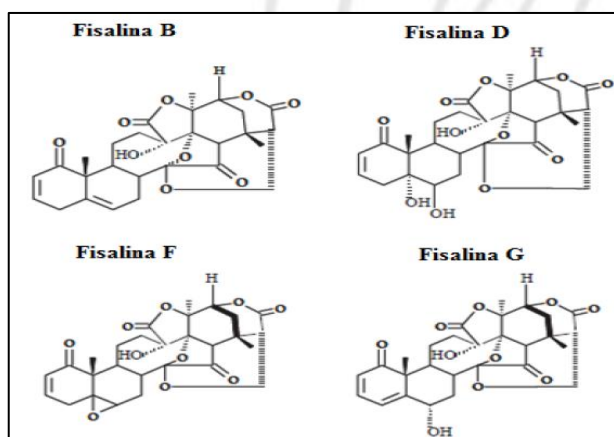


Figura 11. Estructura química de fisalinas
Fuente: Aristizábal, 2013²⁷.

2.2.2 Antioxidantes.

Una dieta balanceada proporcionará a nuestro organismo las cantidades apropiadas de antioxidantes (Fig.12), para incrementar la calidad y esperanza de vida en la población³³.

La oxidación es un proceso sin el cual no podríamos vivir, pero también

genera radicales libres en nuestras células y cuando estos radicales libres se acumulan, pueden ocasionar daño celular⁸. Los antioxidantes son las sustancias que utilizadas en pequeñas cantidades cumplen el objetivo de retardo y prevención de oxidación de sustratos orgánicos importantes⁶¹, capaces no sólo de prevenir sino también disminuir los daños ocasionados en tejido humano por los efectos normales de la oxidación fisiológica^{62, 63}.

Los antioxidantes enzimáticos como glutatión peroxidasa (GPX), la catalasa y superóxido dismutasa (SOD) y los no enzimáticos como el alfa-tocoferol, β -caroteno, carotenoides, clorofilas, flavonoides, taninos y ciertos micronutrientes (por ejemplo, zinc y selenio) previenen el daño oxidativo. La ingesta dietética de antioxidantes se ha aceptado cada vez más como una estrategia para mantener una vida sana²⁸.

Los agentes oxidantes pueden ser exógenos como el consumo de hamburguesas, embutidos, frituras, bebidas alcohólicas, exposición a químicos como el paraquat, diquat, aloxano, medicamentos como el paracetamol, humo de tabaco, herbicidas, etc. o endógenos tal como los productos de las reacciones redox en las mitocondrias, oxidaciones microsomales y autooxidación de sustratos^{33, 64}.

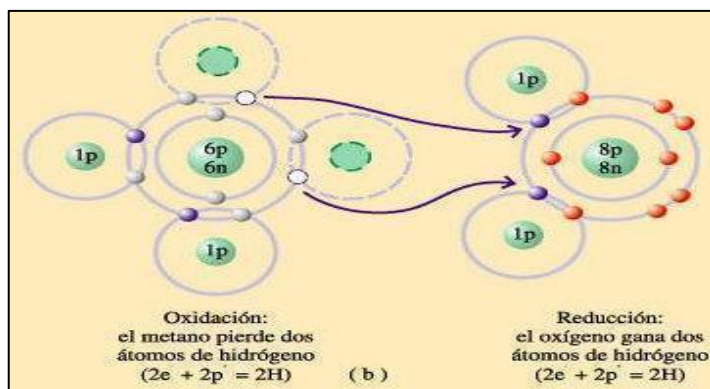


Figura 12. Proceso de óxido reducción
Fuente: Fisicanet, 2017⁶⁵.

- **Radicales libres y especies reactivas derivadas del oxígeno.**

Químicamente, un radical libre es un átomo o molécula que tienen un electrón desapareado en su capa de valencia por lo que son muy inestables y en consecuencia, muy reactivos, esto hace que traten de captar un electrón de otros átomos cercanos⁶⁴ (Fig.12).

Los radicales libres son considerados los causantes de enfermedades como diabetes mellitus, reumatismo, trastornos hepáticos, insuficiencia renal, cáncer e inclusive el envejecimiento²⁸.

La denominación “radical libre” subraya que su reactividad es más alta contrastándola con moléculas cuyos átomos están unidos a otras por enlaces covalentes. Estos radicales se pueden formar por transferencia de electrones, por la pérdida de un protón de una molécula o por homólisis y como producto del metabolismo se generan diferentes tipos de radicales libres⁶⁶.

El papel fisiológico que les corresponde está en la producción de energía, la regulación de procesos celulares activando enzimas de la membrana, la síntesis de colágeno y prostaglandinas, disminuyen la síntesis de catecolaminas que producen las glándulas suprarrenales, intervienen en la defensa contra microorganismos mediante el proceso de fagocitosis y facilitan - según sus niveles- las señalizaciones intracelulares^{64, 67, 68}.

En el organismo humano los radicales libres se producen en las mitocondrias, los lisosomas, los peroxisomas, las membranas nuclear y citoplasmática, retículo endoplasmático. Externamente influyen los aditivos en los alimentos procesados, el tabaco, la contaminación ambiental, los medicamentos y los pesticidas. Nuestro cuerpo neutraliza las especies reactivas del oxígeno (ERO) produciendo enzimas antioxidantes como la

catalasa, superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa que previenen del daño oxidativo que pueden ocasionar estos compuestos inestables y que se relacionan con alteraciones orgánicas⁶⁶.

Las ERO potencialmente reactivas son: el radical hidroxilo, el anión súper óxido y el peróxido de hidrógeno. En los lipoperóxidos el grupo funcional hidroxilo del carboxilo es el que adquiere propiedades de radical libre. Estos lipoperóxidos se forman por el ataque de radicales libres derivados del oxígeno a las biomembranas, mediante el proceso de peroxidación lipídica, desestabilizando la estructura y función celular, pudiendo activar señalizaciones de autodestrucción y finalmente muerte celular^{69 67}.

- ***Estrés oxidativo.***

Se produce cuando existe un desbalance entre los sistemas oxidantes y antioxidantes fomentando un daño potencial⁷⁰, se le puede definir como el desequilibrio entre la velocidad de formación de radicales libres y su neutralización antioxidante³³ o la perturbación del equilibrio entre prooxidantes y antioxidantes, con un desplazamiento en favor prooxidante ocasionando modificaciones funcionales de las biomoléculas en los lugares donde se encuentren en ese momento. Es un efecto desfavorable que se produce en la sangre y los tejidos de organismos vivos, que se manifiesta por un incremento de la degradación de biomoléculas causado por las ERO que pueden conducir a la muerte celular⁷¹.

En la figura 13 se representa el desbalance entre antioxidantes (Antio) y radicales libres (ROS). Cualquier desequilibrio origina situaciones complicadas y a veces de riesgo para el organismo, provocando lesiones graves, pero también habría que considerar que la ausencia de estos radicales es

incompatible con la vida. Somos nosotros quienes debemos conservar el equilibrio interno con buenas decisiones alimentarias.

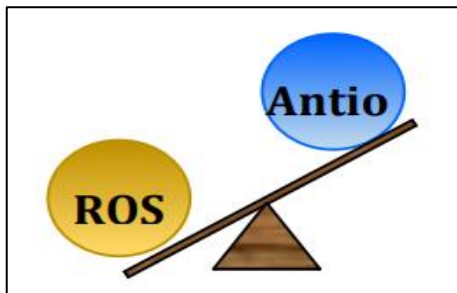


Figura 13. Estrés oxidativo
Fuente: Ruiz, 2018⁷².

2.2.2.1 Capacidad antioxidante.

El organismo se defiende del ataque de los radicales libres elaborando moléculas proteicas antioxidantes como las enzimas catalasa, peroxidasas, glutatión peroxidasa, superóxido dismutasa; enzimas reparadoras de daños oxidativos como metionina sulfóxido dismutasas⁷³.

Existen, un grupo de biomoléculas de bajo peso molecular de origen endógeno, elaboradas por el organismo como son glutatión, ácido úrico, bilirrubina y las de origen exógeno (fuente vegetal) constituido por compuestos oxigenados como los polifenoles, que abarca a flavonoides, taninos, cumarinas, estilbenos⁷³.

2.2.3 Factores que influyen en los antioxidantes.

El calentamiento y el almacenaje producen reacciones de oxidación que afectan la actividad de los antioxidantes, pero no de manera total. Algunos procesos que utilizan temperaturas elevadas pueden conseguir efectos positivos, pero se puede perder el valor nutritivo y la resistencia del alimento frente a la oxidación. Durante la cocción los antioxidantes son parcialmente extraídos por el agua empleada. En el proceso de calentamiento en medio

ácido cambia la disposición molecular *trans*, predominante en los vegetales, a la configuración *cis* manifestándose físicamente en la opacidad del fruto. Esto ocurre en los carotenoides en donde se produce una isomerización molecular¹³.

2.2.4 Factores que afectan el cultivo, características sensoriales y nutricionales.

La humedad relativa, precipitaciones, temperatura, condiciones del clima y del suelo, son factores que afectan las características de los frutos tanto en la postcosecha como en el almacenamiento. También influyen el abono empleado, riego, poda, tratamiento y la madurez del fruto en la recolección⁷⁴.

El estado fisiológico del fruto se puede ver afectado por un desbalance en la cantidad de los nutrientes. La síntesis de proteínas afectadas por el contenido de nitrógeno puede ocasionar cambios en el color de la piel y de la pulpa del fruto. El riego tiene efectos opuestos en la producción y en la calidad de los frutos. El tamaño y aspecto externo del fruto se pueden ver afectados por la disponibilidad de nutrientes y las características del suelo. La capacidad del calcio de establecer enlaces iónicos con los grupos carboxilatos de las pectinas permite que se mantenga la estructura de la pared celular, influyendo en la calidad de la textura de las frutas y verduras⁷⁴.

Los factores ambientales tienen un efecto importante sobre la influencia de la calidad y valor nutricional de varios productos agrarios como la intensidad de luz que reciben, la temperatura de exposición, los niveles de CO₂ en el ambiente, entre otros. Las temperaturas elevadas afectan directamente a las proteínas, ácidos nucleicos y membranas celulares. Los efectos indirectos están en relación con la degradación o inhibición de los pigmentos.

Temperaturas menores a 20 °C por lo general favorecen el incremento

de ácido ascórbico y vitaminas del grupo B. En climas con noches frías y lluvias escasas, los frutos tienen acidez más elevada, menos contenido de azúcares, mejor coloración de la piel, mínimas alteraciones fúngicas que los que crecen en climas tropicales⁷⁴.

Por otro lado, el genoma es responsable de cómo se comporta la planta frente a las condiciones medioambientales pero la calidad está condicionada a los factores de un medio externo determinado. El índice de madurez en el que los frutos son recolectados determinan su composición y calidad. Ocurren cambios bioquímicos y estructurales durante la maduración que le otorgan las condiciones sensoriales idóneas para el consumo, en ese momento también se inicia la disminución de la calidad sensorial y nutritiva⁷⁴.

Por lo general, si se quiere mantener la textura del fruto por más tiempo, se realizará una cosecha temprana a excepción de algunas frutas como las manzanas y tomates donde los compuestos volátiles responsables del aroma disminuyen cuando son separados del árbol⁷⁴.

La temperatura tiene efectos sobre las frutas, la cocción empleada en el proceso de elaboración de un producto tipo mermelada produce ablandamiento de los tejidos de la fruta para que absorba el azúcar, transformación de la sacarosa en azúcar invertido, evaporación del agua necesaria y eliminación de trazas de compuestos químicos empleados en la conservación de la pulpa⁷⁵.

2.2.5 Mermelada sin frutos cítricos

El procedimiento de elaboración es por cocción de fruta(s) entera(s), en trozos o trituradas y mezcladas con productos alimentarios que otorgan un sabor dulce como el azúcar blanco o sacarosa⁷⁶; azúcares extraídos de frutas; jarabe de fructosa; azúcar moreno y miel hasta obtener un producto semilíquido

o espeso-viscoso⁷⁷.

La cantidad de fruta empleada como ingrediente no será inferior a 30 % en general y el contenido de sólidos solubles en el caso de mermelada sin frutos cítricos deberá estar entre 40 – 65 % o menos⁷⁷.

2.3 Definición de términos

AAEAC: es la capacidad antioxidante equivalente a ácido ascórbico⁷⁸.

ABTS: método espectrofotométrico aplicado para cuantificar la actividad antioxidante total utilizando el radical ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico⁷⁹.

Ácido Gálico: es un compuesto fenólico presente en frutas, verduras y plantas. Tiene efectos antioxidantes, anticancerígenos, entre otros⁸⁰.

Alimentación saludable: o alimentación equilibrada, es la que una persona necesita para mantenerse saludable por los nutrientes esenciales que contiene y la energía que provee⁸¹.

Antioxidantes: compuesto que disminuye o evita la oxidación de un sustrato aún en pequeñas concentraciones⁷⁰.

Capacidad antioxidante: propiedad que poseen algunos compuestos para evitar la degradación oxidativa⁸².

DPPH: método para determinar la capacidad antioxidante utilizando el radical 2,2-diphenil-1-picrilhidrazilo⁸³.

ERO: especies reactivas de oxígeno formadas por organismos aerobios³³.

Estrés oxidativo: desbalance en la concentración entre los compuestos oxidantes y antioxidantes⁷⁰.

Folin-Ciocalteu: método de determinación de polifenoles totales utilizando los ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdico en medio alcalino⁸⁴.

IC₅₀: es la inhibición del 50 % de radicales libres ocasionada por una muestra determinada⁸⁵.

Polifenoles: es un grupo de compuestos químicos que se encuentran en frutas y vegetales con propiedades antioxidantes asociadas a la protección contra enfermedades⁸⁶.

Radical libre: átomo o molécula que tiene uno o más electrones desapareados⁸⁷.

TEAC: capacidad antioxidante equivalentes a trolox⁸⁸.

Trolox: antioxidante sintético⁷⁸ análogo a la vitamina E que es hidrosoluble y se utiliza para reducir el daño por estrés oxidativo⁸⁸.

Vitamina C: es un antioxidante necesario para el mantenimiento del tejido conectivo, piel y huesos. Ayuda al cuerpo a absorber el hierro⁸⁹.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general.

- El aguaymanto fresco presenta mayor capacidad antioxidante que la mermelada casera y la mermelada comercial de aguaymanto.

2.4.2 Hipótesis específicas.

- La capacidad antioxidante medida por los métodos ABTS y DPPH es mayor en el aguaymanto fresco que en la mermelada casera y la mermelada comercial de aguaymanto.

- El contenido de vitamina C es mayor en el aguaymanto fresco que en la mermelada casera y la mermelada comercial de aguaymanto.

- El contenido de polifenoles totales es mayor en el aguaymanto fresco que en la mermelada casera y la mermelada comercial de aguaymanto.

CAPÍTULO III: MÉTODO

Este capítulo hace referencia a los procedimientos empleados en la parte operativa con el propósito de organizar y llevar a cabo la investigación.

Los análisis de capacidad antioxidante del presente trabajo se realizaron con el fruto de aguaymanto en un rango de sólidos solubles entre 14.1 y 14.8 ° Brix debido a que consideramos que en este rango la fruta presenta las características sensoriales óptimas para su consumo y teniendo en cuenta que los niños y ancianos, la población más vulnerable, son sensibles a sabores fuertes. Por ello se buscó un estado de maduración idóneo donde el fruto es más dulce que ácido y así evitar algún tipo de rechazo al momento del consumo, pudiendo encontrar una mayor actividad antioxidante mientras más maduro esté el fruto⁹⁰.

El aguaymanto descrito previamente fue el que se ha empleado para obtener la mermelada casera, elaborada por nosotras, la cual presentaba valores entre 64 - 65 °Brix en el producto terminado tal como indica el Codex Alimentarius⁷⁷ como valor máximo y la mermelada comercial que se adquirió en el centro de ventas de la Universidad Nacional Agraria La Molina con 64.2 °Brix. Todos los resultados de las pruebas de laboratorio están expresados en base húmeda, debido a que la forma más común de consumir el aguaymanto es como se encuentra en la naturaleza, es decir en su estado fresco con alto contenido de agua.

3.1 Nivel, tipo y diseño de la investigación

La investigación es de nivel explicativo porque nos ayuda a responder cuál es la variación de la capacidad antioxidante del aguaymanto en tres

presentaciones para el consumo humano⁹¹.

Es de tipo básico porque tiene hipótesis causales y trabaja con variables dependientes e independientes para contrastarlas⁹¹.

El diseño es experimental puro porque se realizaron los análisis de laboratorio de la muestra de aguaymanto en base a técnicas químicas⁹¹.

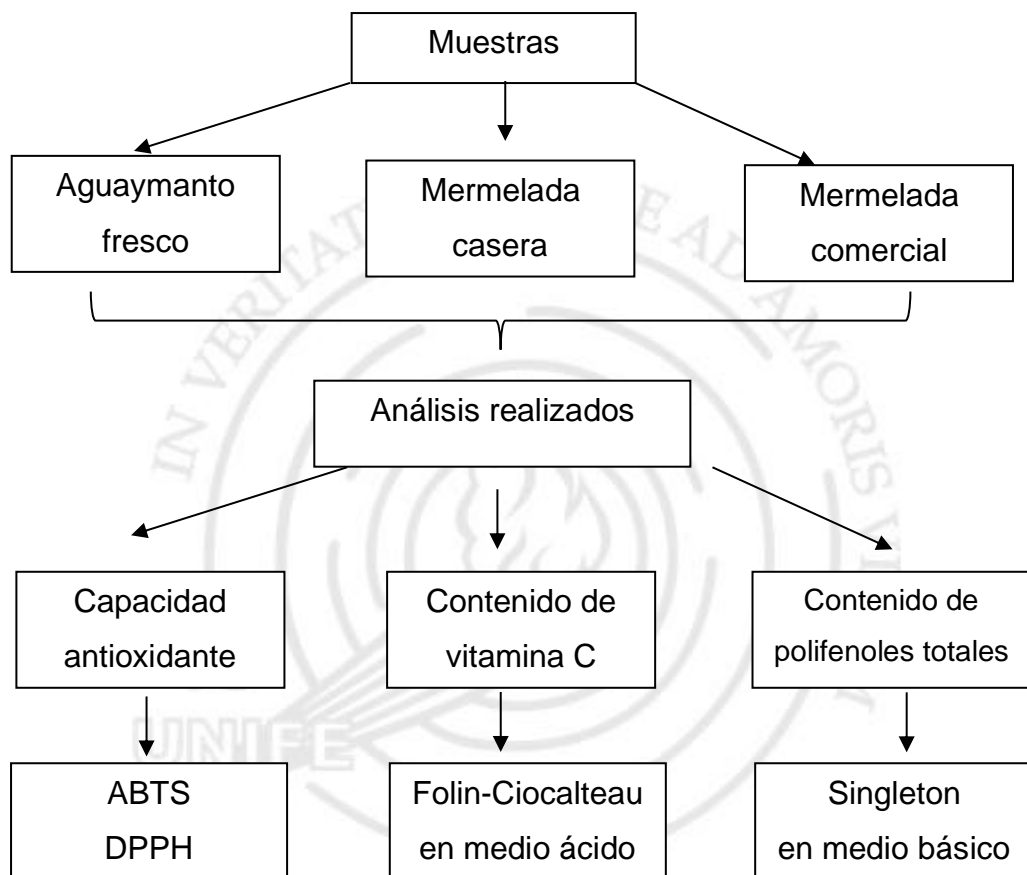


Figura 14. Representación gráfica del diseño de la investigación.

3.2 Participantes

3.2.1 Población.

La población fue la cosecha de aguaymanto del mes de octubre 2018 de Chinchao - Acomayo en Huánuco. El distrito de Chinchao ubicado en el nororiente de la provincia de Huánuco, está dividido por el río Huallaga, con dos zonas bien definidas: la zona de sierra hasta el paso de Carpish y la zona

ceja de selva desde Carpish hasta Cayumba, se encuentra a 29.1 Km de la ciudad de Huánuco (carretera Central)⁹².

Departamento: Huánuco

Provincia: Huánuco

Capital: Acomayo

Distrito: Chinchao

Región: Huánuco

Altitud del distrito: 825 – 3 690 m.s.n.m.

Altitud capital Acomayo: 2 110 m.s.n.m.

Tabla 5
Datos de temperatura del distrito de Chinchao

MESES	TEMPERATURA °C		
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA
OCTUBRE	26.1 °C	13.8 °C	19.3 °C
NOVIEMBRE	24.7 °C	14.0 °C	18.6 °C
DICIEMBRE	25.1 °C	14.6 °C	18.9 °C
ENERO	25.0 °C	15.1 °C	19.2 °C
FEBRERO	25.3 °C	16.8 °C	19.3 °C
MARZO	25.6 °C	11.9 °C	18.4 °C

Fuente: Proyecto de desarrollo integral del distrito de Chinchao – Acomayo⁹³.

A consecuencia de las lluvias en los meses de octubre a marzo la temperatura promedio se mantiene alrededor de 19.5°C.

El distrito de Chinchao cuenta con dos zonas naturales sierra y selva. En la parte sierra, se puede observar tres factores climatológicos: lluvia, sequías y heladas, mientras que en la zona selva solo las lluvias⁹⁴.

Tabla 6
Distrito de Chinchao: fenómenos climatológicos zona sierra

FENÓMENO CLIMATOLÓGICO	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
LLUVIA	XX	XX	X							X	XX	XX
SEQUIA					X	X	XX	XX				
HELADA					X	X	XX	XX				

X: intenso

XX: menos intenso

Fuente: Diagrama estacional – sondeo rural rápido⁹⁴.

Tabla 7
Distrito de Chinchao: fenómenos climatológicos zona selva

FENÓMENO CLIMATOLÓGICO	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
LLUVIA	XX	XX	X	X	X	X				X	X	XX

x: intenso

xx: menos intenso

Fuente: Diagrama estacional – sondeo rural rápido⁹⁴.

3.2.2 Muestra

La técnica de muestreo fue probabilística debido a que no se tuvo un criterio de selección. Se compraron en total 6 Kg de aguaymanto, proveniente de Acomayo-Chinchao en Huánuco, cosechado en el mes de octubre 2018. Se distribuyeron de la siguiente manera: 2 Kg se mantuvieron como aguaymanto fresco, almacenados a temperatura ambiente bajo sombra, evitando que estuvieran amontonados unos sobre otros, 4 Kg se destinaron para la elaboración de la mermelada casera de aguaymanto para la cual se empleó el siguiente proceso de elaboración: primero se retiró el cáliz de los frutos, luego se seleccionaron retirando aquellos que estaban en malas condiciones, se lavaron para retirar todo tipo de impurezas, se tomó una porción de aproximadamente un 20 % de fruta y se licuaron por pequeños intervalos de

tiempo para reducir el tamaño, se mezcló con las unidades enteras, se pesó el total de fruta para poder calcular la cantidad de azúcar a emplear y la mezcla se colocó en una olla a fuego directo donde se agregó azúcar (relación 1:1 con la fruta) removiendo constantemente hasta obtener los °Brix deseados (64 – 65 °Brix). Se envasaron, colocando los frascos boca abajo hasta su completo enfriamiento y se almacenaron a temperatura ambiente.

3.3 Variables de investigación

Este aspecto comprende la identificación de las variables principales y su respectiva operacionalización.

- **Variable Independiente (V.I.)**

Fruto de aguaymanto: *Physalis peruviana* L., de origen peruano, de forma redonda y tamaño pequeño con sabor agridulce y cuyo color varía del amarillo al naranja²⁰.

Tabla 8
Operacionalización de la variable independiente

Variable Independiente (VI)	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Aguaymanto	1. Fresco	Índice de Madurez	Razón
	2. Mermelada casera	Contenido de fruta y porcentaje de sólidos solubles	
	3. Mermelada comercial	Porcentaje de sólidos solubles	

Se han considerado tres dimensiones, como son: aguaymanto fresco, mermelada casera y mermelada comercial. Para el aguaymanto fresco se consideró como indicador al índice de madurez. En la mermelada casera es el contenido de fruta y el porcentaje de sólidos solubles y, en la mermelada comercial sólo es el porcentaje de sólidos solubles. Finalmente, para todos

ellos la escala de medición fue: razón.

- **Variable dependiente (V.D.)**

Capacidad antioxidante: es una propiedad de algunas sustancias (antioxidantes), por la cual retrasan el comienzo o reducen la velocidad de oxidación de las sustancias oxidables, inhibiendo la formación de radicales libres en la fase de iniciación o interrumpiendo la cadena de propagación de radicales libres¹³.

Vitamina C: llamada también ácido ascórbico, es un nutriente soluble en agua, presente en ciertos alimentos. Es protectora celular de los daños causados por los radicales libres³⁷.

Polifenoles: compuestos que presentan uno o varios anillos fenólicos en su estructura. Las plantas sintetizan gran cantidad de estos compuestos como producto de su metabolismo secundario⁵⁵.

Tabla 9
Operacionalización de la variable dependiente

Variable Dependiente (VD)	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Capacidad antioxidante	DPPH ABTS	AAEAC: mg vit. C/100 g de muestra en base húmeda TEAC: mg Trolox/100 g de muestra base húmeda.	Razón
Vitamina C	Ácido ascórbico	mg. ác. ascórbico/100 g de muestra base húmeda	Razón
Polifenoles totales	Ácido gálico	mg. equivalentes de ác. gálico/100 g de muestra base húmeda	Razón

Se consideró en la variable dependiente a la capacidad antioxidante, cuyas dimensiones fueron las técnicas ABTS y DPPH reportadas en capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC: mg vitamina C/100 g de

muestra base húmeda) y capacidad antioxidante equivalente en Trolox (TEAC: mg Trolox/100 g de muestra base húmeda). La vitamina C reportada en mg de ácido ascórbico/100 g de muestra base húmeda y los polifenoles totales reportados en mg equivalentes de ácido gálico/100 g de muestra base húmeda. A todos ellos les asiste razón como escala de medición.

- **Variable interviniente (V.Int.)**

Temperatura: es el grado o nivel de calor corporal o ambiental, que tiene al Kelvin (K) como unidad en el Sistema Internacional⁹⁵.

Tabla 10
Operacionalización de la variable interviniente

Variable Interviniente (V. Int.)	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Temperatura	Temperatura ambiente	19°C – 21°C	Razón
	Temperatura de cocción	102°C – 104°C	

La variable interviniente fue la temperatura, dentro de las dimensiones tenemos la temperatura ambiente entre 19 °C y 21 °C, temperatura de cocción entre 102 °C y 104 °C cuya escala de medición es: razón.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El contenido de vitamina C y polifenoles totales se realizó en el Laboratorio de Química de la Facultad de Nutrición y Alimentación de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón. Se solicitó los servicios del Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición (CIBN) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para determinar la capacidad antioxidante de las muestras de aguaymanto, debido a que en UNIFE no contábamos con las técnicas de procesamiento estandarizadas y los reactivos específicos para

estas cuantificaciones.

Los ensayos se realizaron durante los años 2018 - 2019 en Lima – Perú.

Los instrumentos de recolección de datos fueron las hojas de registro donde se colocaron cada uno de los resultados obtenidos después de cada análisis de laboratorio.

- **Materiales empleados en el laboratorio**

- Reactivos**

- Ácido ascórbico Shandong Luwei Pharmaceutical Co., Ltd
 - Ácido gálico Sigma - Aldrich
 - Reactivo Folin-Ciocalteu Sigma - Aldrich
 - Ácido tricloroacético Scharlau
 - Carbonato de sodio Merck
 - Agua destilada

- Material de vidrio, porcelana y metal**

- Soporte universal
 - Pinzas
 - Beaker de 50 mL, 100 mL y de 200 mL
 - Probetas de 100 mL
 - Pipetas de 5 mL y 10 mL
 - Micropipetas de 50 y 100 microlitros
 - Fiolas de 25 mL, 100 mL y 200 mL
 - Embudos de vástago largo
 - Cápsulas de porcelana
 - Mortero-pilón
 - Tubos de centrifuga

- Gasa
- Espátula
- Baguetas
- Piseta
- **Equipos**
 - Balanza analítica de 4 cifras decimales Adventurer™ OHAUS
 - Refractómetro marca Atago modelo Pocket Refractometer PAL-3 (0-93 %)
 - Centrífuga Ortoalresa
 - Baño maría Memmert
 - Espectrofotómetro GENESYS 10S UV - VIS
 - Licuadora Oster

3.4.1 Preparación de la muestra para la determinación de la capacidad antioxidante por los métodos ABTS y DPPH.

- **Fruto fresco**

Se lavaron cuatro frutos con agua bidestilada, se procedió al secado con papel toalla, se pesaron por separado cada uno de los frutos. Posteriormente se trituró usando mortero-pilón, se filtró usando gasa y luego papel filtro. El volumen obtenido se usó para las determinaciones⁹⁶.

- **Mermelada casera y mermelada comercial**

En el caso del ensayo ABTS y DPPH para la mermelada casera, se preparó 10 mL de solución a una concentración de 0.5 g/mL, se procedió al homogenizado con bagueta, se filtró usando gasa, luego papel filtro. El volumen obtenido se usó para las determinaciones⁹⁶.

Para la mermelada comercial se preparó 10 mL de solución a

concentraciones de 0.7 g/mL para ABTS y 0.6 g/mL para el ensayo de DPPH. Se procedió al homogenizado con bagueta, se filtró usando gasa, luego papel de filtro. El volumen obtenido se usó para las determinaciones⁹⁶.

3.4.2 Preparación de la muestra para determinación de vitamina C y polifenoles totales.

Se tomó 25 gramos de cada una de las muestras de aguaymanto llevándolas a una probeta de 100 mL y completando al volumen deseado con agua destilada, luego se procedió a licuar la muestra por 3 minutos. Se filtró con gasa y el líquido obtenido se llevó a centrifugación de 7 500 rpm por 30 minutos, el líquido centrifugado se usó para ambas determinaciones⁸⁴.

3.4.3 Métodos

3.4.3.1 Determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS.

El procedimiento para el tratamiento de las muestras fue el empleado en el CIBN, utilizando el reactivo ácido 2,2'-azino-bis [3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico] (ABTS)⁹⁶.

Fundamento del método: se fundamenta en la capacidad de los compuestos antioxidantes de transferir un electrón al radical libre ABTS⁺ ácido 2,2'-azino-bis [3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico] produciéndole una reducción de la absorbancia a una longitud de onda de 734 nm evidenciada en la decoloración del reactivo⁹⁷. Se puede aplicar tanto en compuestos hidrofílicos como lipofílicos⁷⁸ siendo el más usado en los últimos años.

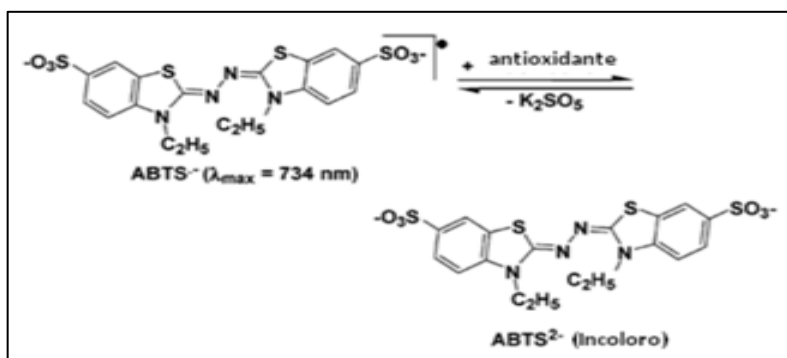


Figura 15. Reacción química entre el radical ABTS y un antioxidante
Fuente: Huaccho, 2016⁹⁸.

Los reactivos empleados fueron el radical ABTS, persulfato de potasio y agua bidestilada. El ABTS es una molécula estable por lo que requiere de una activación para que se forme el radical catiónico ABTS. Se procedió a preparar una solución stock de ABTS 7 mM a la que se añadió persulfato de potasio hasta alcanzar una concentración final de 2.45 mM. Se dejó reaccionar entre 12 y 16 horas a temperatura ambiente y en oscuridad. Se diluyó la solución con agua bidestilada hasta obtener una absorbancia de 0.7 ± 0.02 a 734 nm para la prueba se colocó en una cubeta 0.98 mL de ABTS⁺ y 20 microlitros de la muestra problema alejado de la luz. Se hizo la lectura a los 7 minutos⁹⁶. Esta determinación se realizó por triplicado.

Los resultados se expresan en AAEAC (capacidad antioxidante equivalente a ácido ascórbico) y en TEAC (capacidad antioxidante equivalente a Trolox), tanto en la determinación cuantitativa por el método de ABTS como por el método DPPH, siendo mejor expresarlo en AAEAC por tratarse de alimentos⁷⁸.

3.4.3.2 Determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH.

Se realizó según los procedimientos desarrollados en el CIBN⁹⁷. El reactivo empleado fue el 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), la técnica DPPH

fue propuesta por Brand-Williams *et al.* y consiste en la captura del radical mencionado, por los antioxidantes, los que producen una disminución de la absorbancia.

Fundamento del método: el radical libre estable DPPH de un color violeta, extrae un átomo de hidrógeno de una sustancia donadora de electrones, esto se evidencia con el cambio de color de violeta inicial a amarillo^{83,99}.

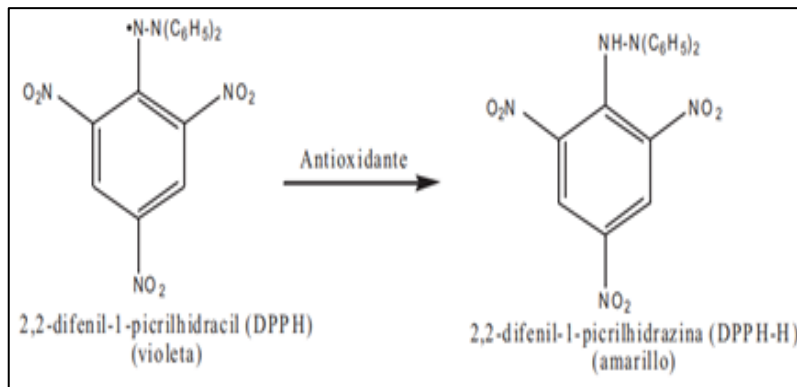


Figura 16. Reacción química entre el radical DPPH y un antioxidante
Fuente: La Rosa Toro, 2011⁹⁹.

Los reactivos para la determinación de la capacidad antioxidante por este método son el DPPH, etanol y agua bidestilada. El 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo es un radical estable que presenta una coloración violeta con absorbancia a 517 nm, no requiere activación. Las sustancias antioxidantes reaccionan con este compuesto y producen el cambio del color violeta a amarillo⁹⁶.

La reacción se midió observando una disminución de la absorbancia a 517 nm, se preparó un stock de reactivo DPPH a una concentración de 40 mg/L. El reactivo se diluyó para tener una lectura inicial de 0.6 ± 0.02 . Para el ensayo se colocó en una cubeta 0.8 mL de DPPH y 0.4 mL de la muestra problema alejada de la luz. Se leyó a los 30 minutos, en el tubo control, se

colocó 0.4 mL de agua bidestilada en lugar de la muestra problema⁹⁶. Esta determinación se realizó por triplicado.

3.4.3.3 Determinación de vitamina C por el método de Folin-Ciocalteu.

A continuación, describimos el fundamento del método y la técnica empleada.

Fundamento del método: la capacidad reductora de la vitamina C se pone de manifiesto cuando reacciona con el reactivo Folin-Ciocalteu, que es reducido en un pH ácido y se evidencia con la aparición de un color azul, que indica, según su intensidad, la concentración del ácido ascórbico. Para hacer la determinación se colocó 0.2 mL de reactivo Folin-Ciocalteu al 10 % en un tubo al que se le agregó posteriormente 0.5 mL de ácido tricloroacético, agitando para homogeneizar. Después se le agregó 0.05 mL de la muestra y finalmente se completó a 2 mL con agua destilada, luego se dejó en reposo a temperatura ambiente y en la oscuridad por 10 minutos. Posteriormente se hizo la lectura a 760 nm, el ensayo se realizó por triplicado. Para la curva de calibración se usaron concentraciones de 40, 60, 80 y 120 mg/L. Los resultados se expresan en mg de ácido ascórbico/100 g de muestra base húmeda⁸⁴.

3.4.3.4 Determinación de polifenoles totales por el método de Singleton.

En la determinación de polifenoles totales se ha empleado la técnica estandarizada y descrita por Singleton y Rossi siendo el reactivo utilizado Folin-Ciocalteu⁸⁴.

Fundamento del método: el reactivo es una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdico en medio alcalino. Esta mezcla se reduce oxidando a su vez a los compuestos fenólicos dando como resultado un complejo de wolframio-molibdeno de color azul cuya absorbancia depende de la concentración de los

polifenoles de la muestra⁸⁴.

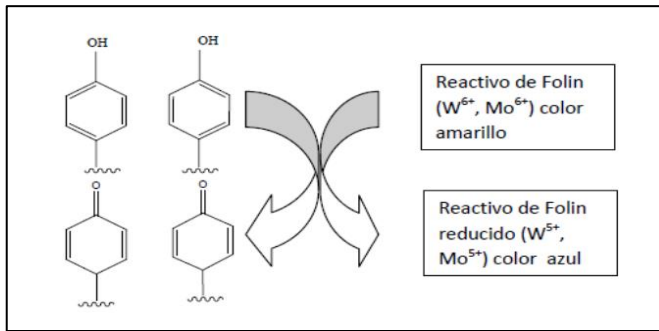


Figura 17. Mecanismo de reacción del reactivo Folin-Ciocalteu
Fuente: García, 2015⁴⁶.

Para la determinación de polifenoles se mezcló 0.1 mL de muestra con 1 mL del reactivo Folin-Ciocalteu al 10 %. Se dejó en reposo por 5 minutos y luego se añadió 1 ml de Carbonato de sodio al 7.5 %, seguidamente se colocó la muestra en baño maría a 45 °C por 15 minutos y finalmente se hizo la lectura a 725 nm, se realizaron 3 repeticiones. Para la curva de calibración se pesó 20 mg de ácido gálico y se disolvió en un matraz aforado de 100 mL con agua destilada. Se trabajó con concentraciones de 4, 6, 8, 10 y 12 mg/L, expresándose los resultados en mg equivalentes de ácido gálico/100 g de muestra base húmeda⁸⁴.

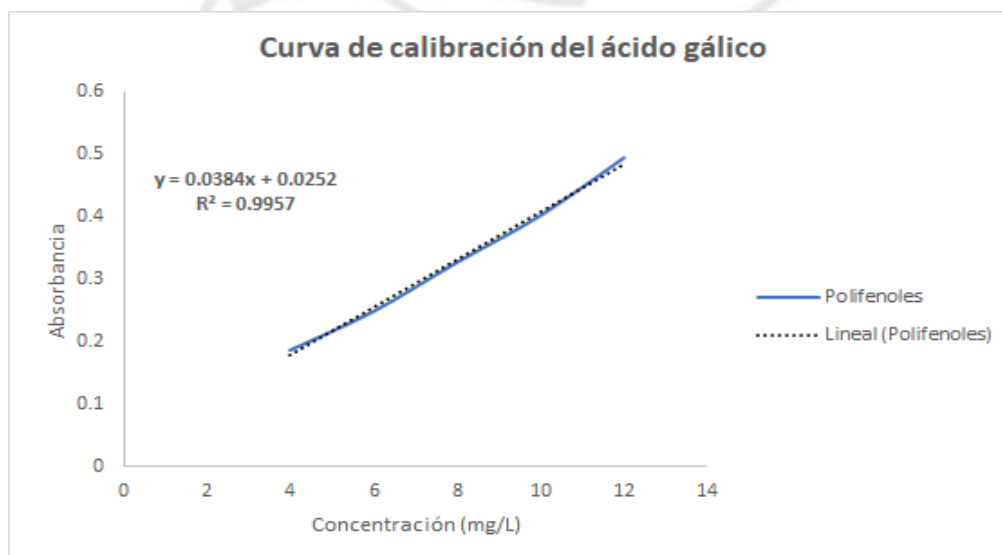


Figura 18. Curva de calibración del ácido gálico

3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procedimiento para el análisis de la información es establecer el comportamiento de las variables involucradas en el estudio mediante la formación de una base de datos en Microsoft Excel 2010.

Para procesar los datos se usó el software SPSS 25, que nos permitió obtener tanto las estadísticas descriptivas como los gráficos correspondientes, para una explicación descriptiva y comparativa de los resultados.

Luego se contrastaron las pruebas de hipótesis correspondientes, usando la prueba ANOVA y comparación de medias de Tukey, que establece la validez de las hipótesis planteadas en la investigación.



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Descripción de los resultados

En el siguiente capítulo se muestran los resultados obtenidos aplicando análisis estadísticos.

4.1.1 Capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS.

En la tabla 11 y figura 19, se puede observar que el aguaymanto fresco obtuvo el mayor valor promedio con 29.63 mg vit. C/100 g muestra base húmeda y la mermelada comercial el menor valor promedio 17.81 mg vit. C/100 g muestra base húmeda. La mermelada casera con 27.10 mg vit. C/100 g muestra base húmeda presenta el valor menor al fruto fresco.

Tabla 11
Capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (Physalis peruviana L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Fresco	29.63	0.43	29.367	30.1289
Mermelada casera	27.10	0.51	26.6255	27.6423
Mermelada comercial	17.81	0.27	17.6291	18.1127

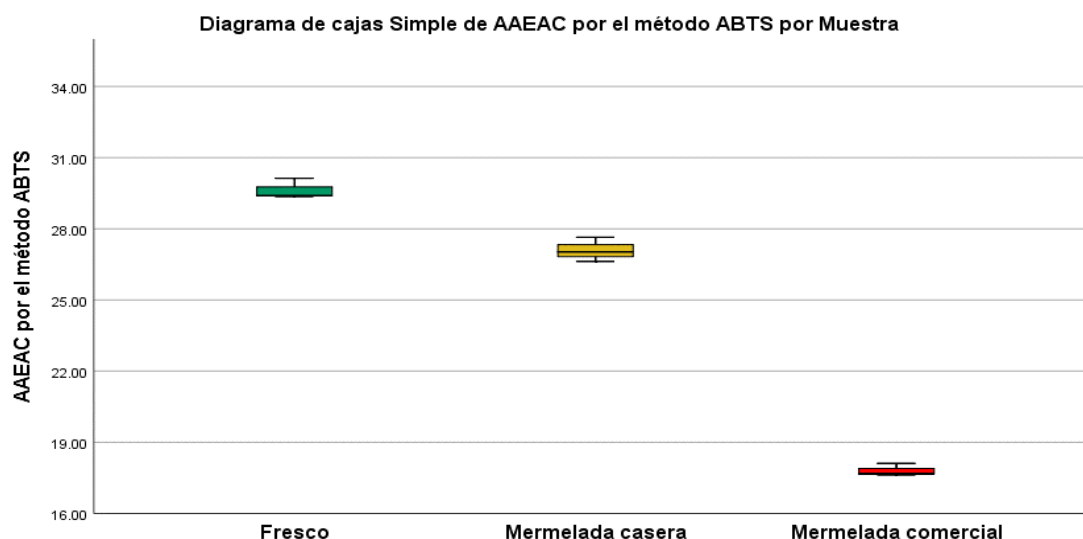


Figura 19. Diagrama de cajas para valores de capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda

4.1.2 Capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH.

Los valores del AAEAC por el método DPPH para las muestras estudiadas, se presentan en la tabla 12 y figura 20. Se observa que el aguaymanto fresco obtuvo el mayor valor promedio de 33.66 mg vit. C/100 g muestra base húmeda seguido de la mermelada casera con un valor promedio de 21.54 mg vit. C/100 g muestra base húmeda y por último la mermelada comercial con un valor promedio de 17.72 mg vit. C/100 g muestra base húmeda.

Tabla 12

Capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Fresco	33.66	0.47	33.120	33.940
Mermelada casera	21.54	0.26	21.243	21.746
Mermelada comercial	17.72	0.47	17.236	18.175

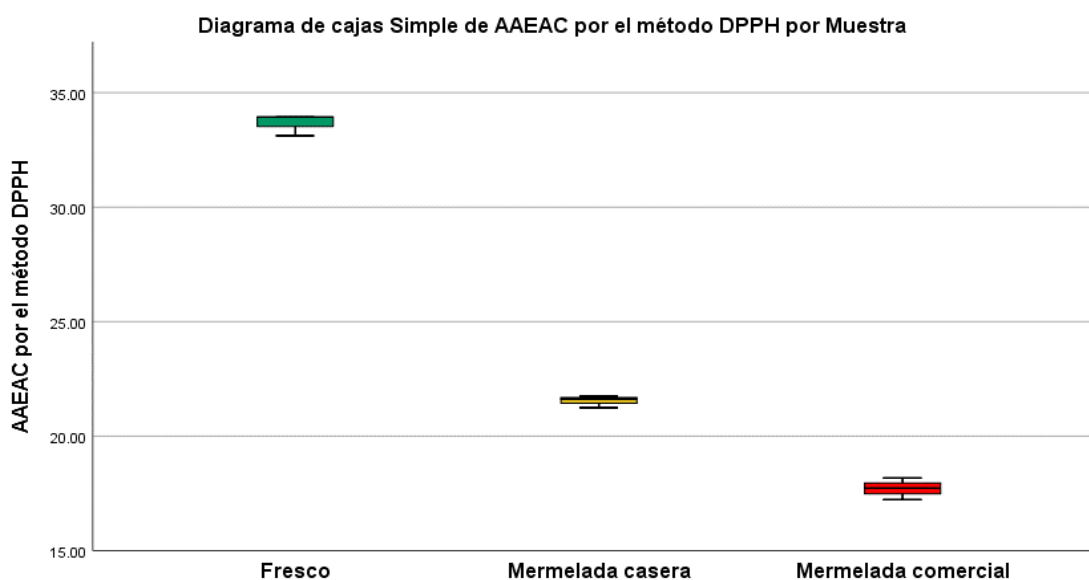


Figura 20. Diagrama de cajas para valores de capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg vitamina C/100 gmuestra base húmeda.

4.1.3 Capacidad antioxidante equivalente en Trolox por el método ABTS.

La capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS para las muestras estudiadas se presentan en la tabla 13 y figura 21. El aguaymanto fresco obtiene el mayor valor promedio de 39.07 mg Trolox/100 g muestra base húmeda. La mermelada comercial obtuvo el menor valor promedio de 23.48 mg Trolox/100 g muestra base húmeda y la mermelada casera con 35.73 mg Trolox/100 g muestra base húmeda presenta el valor intermedio.

Tabla 13

Capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Fresco	39.07	0.57	38.723	39.728
Mermelada casera	35.73	0.68	35.108	36.449
Mermelada comercial	23.48	0.35	23.245	23.883

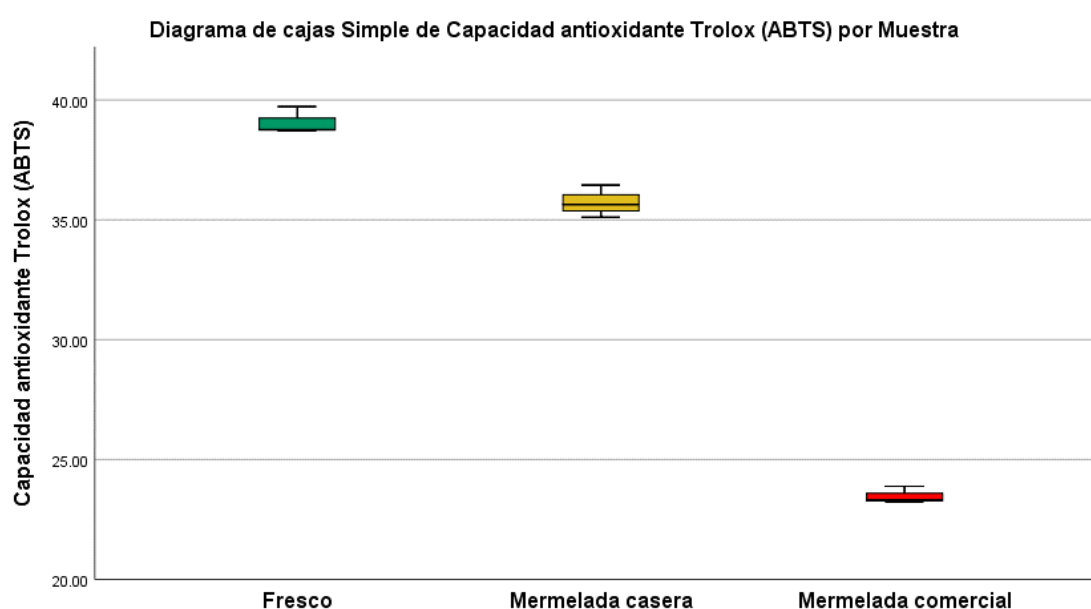


Figura 21. Diagrama de cajas para valores de la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.

4.1.4 Capacidad antioxidante equivalente en Trolox por el método DPPH.

La capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH para las muestras estudiadas se presenta en la tabla 14 y figura 22. El aguaymanto fresco obtuvo el mayor valor promedio de 34.95 mg vit. C/100 g muestra base húmeda, la mermelada casera un valor promedio de 22.36 mg vit. C/100 g muestra base húmeda seguido muy de cerca por la mermelada comercial con un valor promedio de 18.39 mg vit. C/100 g muestra base húmeda.

Tabla 14

Capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Fresco	34.95	0.49	34.386	35.237
Mermelada casera	22.36	0.27	22.055	22.577
Mermelada comercial	18.39	0.49	17.895	18.869

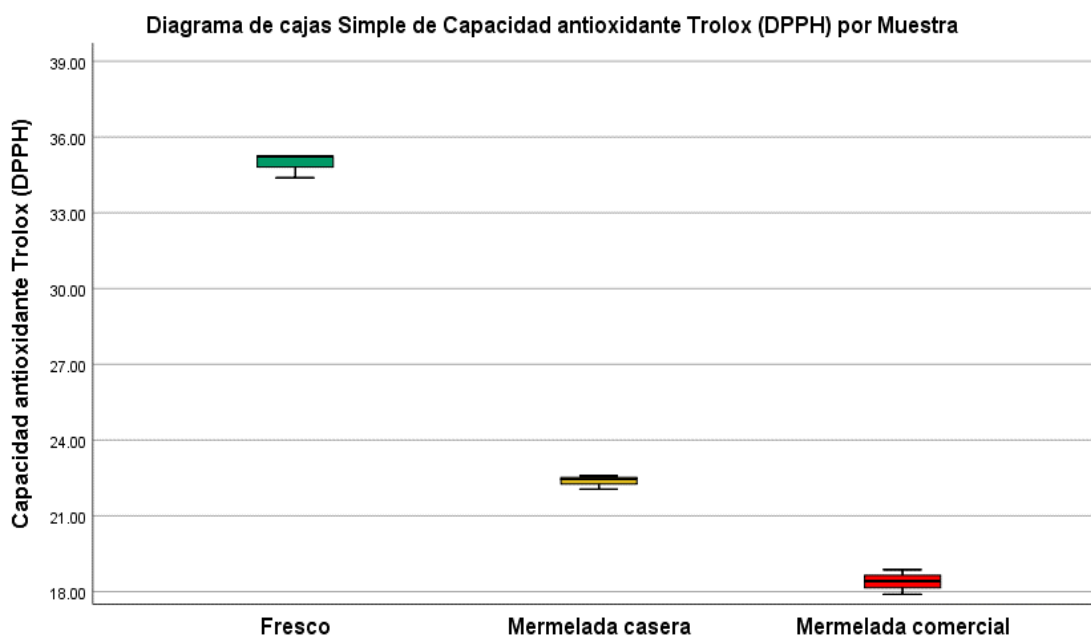


Figura 22. Diagrama de cajas para valores de la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.

4.1.5 Porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS.

El porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS para las muestras estudiadas se presentan en la tabla 15 y figura 23, se observa que el aguaymanto fresco con 40.68 % es la forma de consumo con mayor porcentaje de captación de radicales libres. Además, se puede observar que tanto la mermelada casera con 34.97 % como la mermelada comercial con 33.15 % presentaron los menores porcentajes de captación de radicales libres.

Tabla 15

Porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Fresco	40.68	0.52	40.180	41.214
Mermelada casera	34.97	0.65	34.373	35.666
Mermelada comercial	33.15	0.80	32.375	33.964

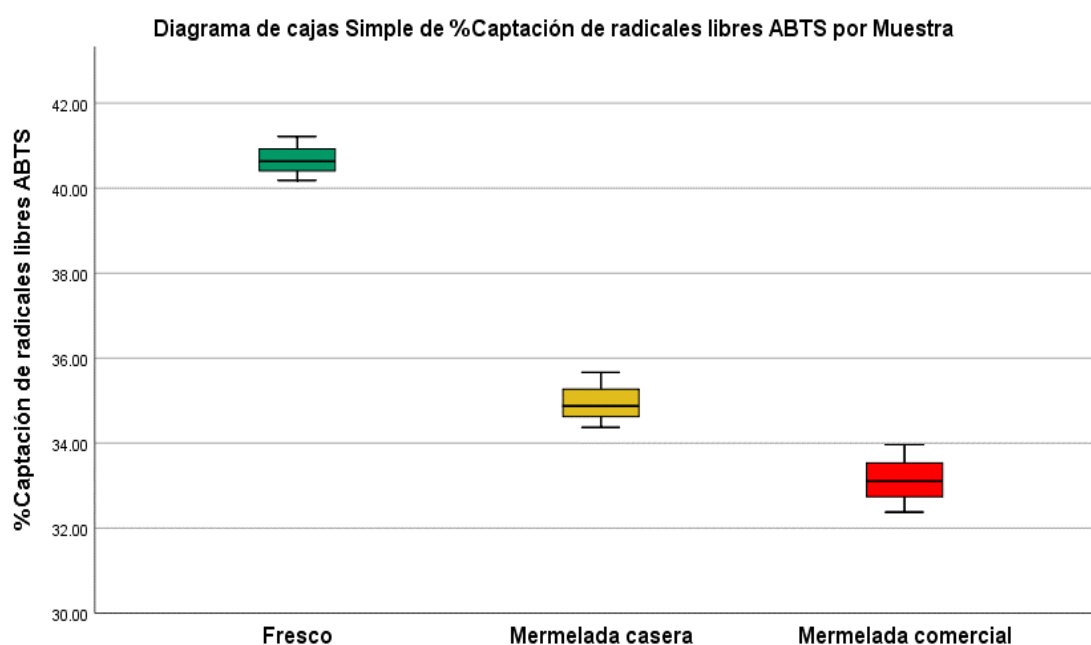


Figura 23. Diagrama de cajas para el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

4.1.6 Porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH.

El porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH para las muestras estudiadas se presentan en la tabla 16 y figura 24. Se observa que el aguaymanto fresco (39.89 %) la mermelada casera (39.81 %) y la mermelada comercial (39.72 %) obtienen niveles similares de porcentaje de captación de radicales.

Tabla 16

Porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Fresco	39.89	0.87	38.938	40.638
Mermelada casera	39.81	1.01	38.729	40.729
Mermelada comercial	39.72	1.07	38.583	40.708

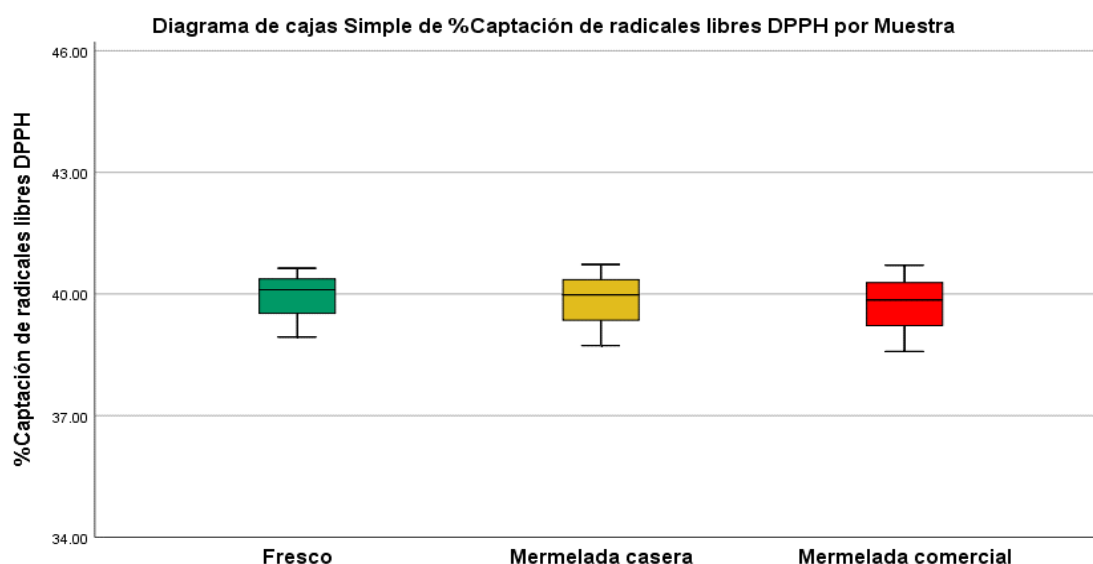


Figura 24. Diagrama de cajas para el porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

4.1.7 Concentración inhibitoria media máxima (IC₅₀) por el método ABTS.

Los valores de IC₅₀ por el método ABTS para las muestras estudiadas, se presenta en la tabla 17 y figura 25, se observa que el aguaymanto fresco obtuvo el menor valor promedio de IC₅₀ 7.63 mg/mL, esto significa que a menor valor de IC₅₀ mayor capacidad antioxidante y viceversa. La mermelada comercial obtuvo el mayor valor promedio de IC₅₀ 12.69 mg/mL, por tanto, esta presentación tuvo una menor actividad antioxidante, además, se observó que la mermelada casera con 8.34 mg/mL mostró el nivel intermedio.

Tabla 17

IC_{50} por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg/mL

Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Fresco	7.63	0.11	7.501	7.696
Mermelada casera	8.34	0.16	8.176	8.488
Mermelada comercial	12.69	0.19	12.477	12.819

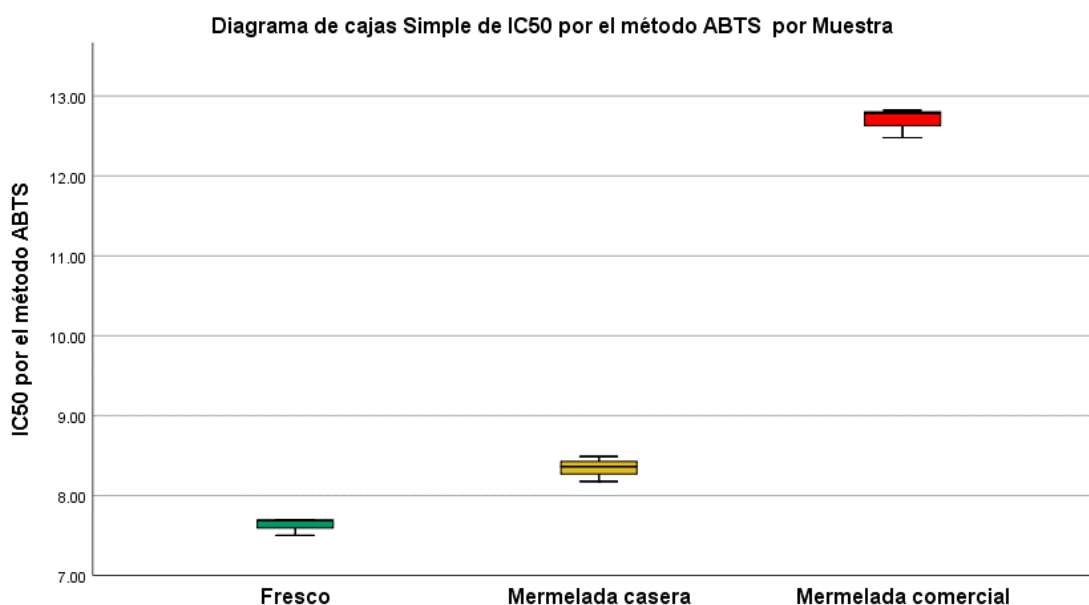


Figura 25. Diagrama de cajas para valores de IC_{50} por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg/mL.

4.1.8 Concentración inhibitoria media máxima (IC_{50}) por el método DPPH.

Los valores de IC_{50} por el método DPPH para las muestras estudiadas, se presenta en la tabla 18 y figura 26. Se observa que el aguaymanto fresco obtuvo el menor valor promedio de IC_{50} 9.33 mg/mL y la mermelada comercial obtuvo el mayor valor de IC_{50} 17.73 mg/mL. Además, se puede observar que la mermelada casera obtuvo un valor promedio IC_{50} de 14.58 mg/mL.

Tabla 18

IC₅₀ por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg/mL

Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Fresco	9.33	0.13	9.252	9.480
Mermelada casera	14.58	0.18	14.439	14.781
Mermelada comercial	17.73	0.47	17.277	18.217

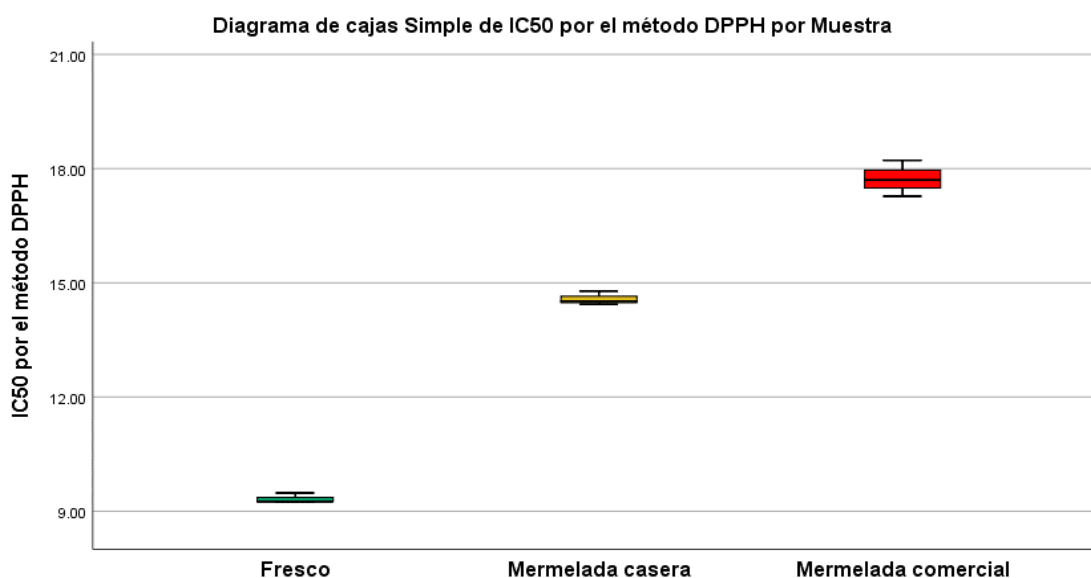


Figura 26. Diagrama de cajas para valores de IC₅₀ por el método DPPH para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg/mL.

4.1.9 Vitamina C.

El contenido de vitamina C en las distintas muestras estudiadas se presenta en la tabla 19 y figura 27. Se observa que la muestra de aguaymanto fresco con 43.80 mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda es la que obtiene el mayor promedio de concentración de vitamina C. Además, se puede observar que la mermelada casera obtuvo el valor intermedio con 24.04 mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda y la mermelada comercial sólo un 15.63 mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda.

Tabla 19

Contenido de vitamina C en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en mg ácido ascórbico/100 g de fruto húmedo.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Fresco	43.80	2.90	41.7	47.11
Mermelada casera	24.04	1.82	22.09	25.69
Mermelada comercial	15.63	2.80	12.4	17.36

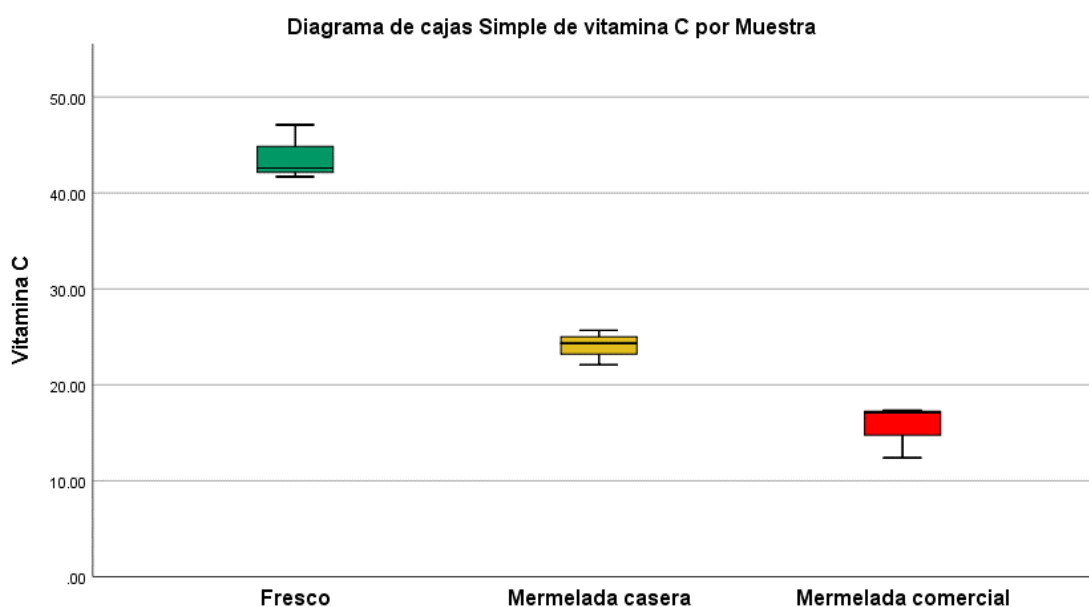


Figura 27. Diagrama de cajas de vitamina C en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda.

4.1.10 Contenido de polifenoles totales.

El contenido de polifenoles totales de las muestras estudiadas se presenta en la tabla 20 y figura 28, se observa que la muestra de aguaymanto fresco obtuvo el mayor promedio de polifenoles totales con 68.15 mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda. Además, se puede observar que la mermelada casera obtuvo 53.48 y la mermelada comercial sólo un 36.97 mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda respectivamente.

Tabla 20

Contenido de polifenoles totales en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg equivalentes de ácido gálico/100 g fruto húmedo.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Fresco	68.15	3.16	64.59	70.64
Mermelada casera	53.48	0.85	52.61	54.3
Mermelada comercial	36.97	0.66	36.21	37.35

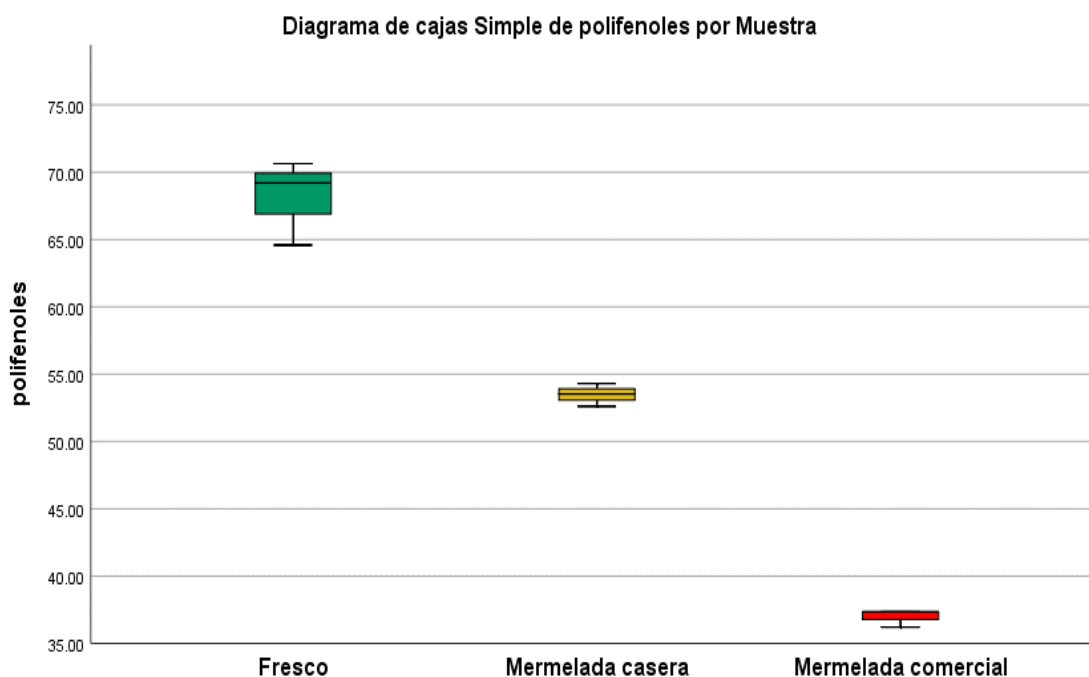


Figura 28. Diagrama de cajas de polifenoles totales en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda.

4.2 Resultados inferenciales

4.2.1 Prueba de hipótesis general para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS.

H_0 : La capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS es igual en todas las muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

H₁: Al menos una muestra de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) tiene diferente capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$)

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05 \rightarrow$ Se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula

Tabla 21

Análisis de varianzas (ANOVA) para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	232.611	2	116.305	673.695	0.000
Dentro de grupos	1.036	6	0.173		
Total	233.647	8			

En la tabla 21, la significancia para la prueba ANOVA ($p=0.000$) muestra que p es menor a 0.05, lo que permite señalar que al menos una muestra de aguaymanto tiene una capacidad antioxidante AAEAC diferente. Es decir, que el tipo de presentación del aguaymanto influye en la capacidad antioxidante AAEAC por el método ABTS.

Tabla 22

Comparaciones múltiples de Tukey para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS.

(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fresco	Mermelada casera	2.534	0.339	0.001	1.493	3.575
	Mermelada comercial	11.826	0.339	0.000	10.785	12.867
Mermelada casera	Fresco	-2.534	0.339	0.001	-3.575	-1.492
	Mermelada comercial	9.292	0.339	0.000	8.251	10.333
Mermelada comercial	Fresco	-11.826	0.339	0.000	-12.867	-10.785
	Mermelada casera	-9.292	0.339	0.000	-10.332	-8.251

En la Tabla 22 se muestra la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey en donde se determina que existen diferencias significativas en la capacidad antioxidante AAEAC por el método ABTS, entre las muestras fresco y mermelada casera ($p=0.001 < 0.050$), entre las muestras fresco y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$) y entre las muestras mermelada casera y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$). Esto permite concluir que entre presentaciones del tipo de aguaymanto (fresco con mermelada casera, fresco con mermelada comercial y mermelada casera con mermelada comercial) presentan diferencias significativas en su capacidad antioxidante AAEAC por el método ABTS.

Tabla 23

Prueba post hoc de HSD Tukey para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS en mg vitamina C/100 g fruto húmedo.

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05
---------	---	------------------------------

		1	2	3
Mermelada comercial	3	17.807		
Mermelada casera	3		27.098	
Fresco	3			29.633
Sig.		1.000	1.000	1.000



Figura 29. Gráfico de comparación de medias de la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método ABTS en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda.

En la tabla 23 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey y en la figura 29 el gráfico de comparación de medias, donde se puede determinar que la muestra de aguaymanto fresco es la que obtuvo la mayor capacidad antioxidante AAEAC por el método ABTS de 29.6326 mg vitamina C/100 g muestra base húmeda, seguido de la mermelada casera con 27.0988 mg vitamina C/100 g muestra base húmeda. Además, se puede establecer que la mermelada comercial con 17.8068 mg vitamina C/100 g muestra base húmeda obtuvo la menor capacidad antioxidante.

4.2.2 Prueba de hipótesis general para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH.

H₀: La capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH es igual en todas las muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

H₁: Al menos una muestra de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) tiene diferente capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$)

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05 \rightarrow$ Se acepta la hipótesis nula

Si $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula

Tabla 24

Análisis de varianzas (ANOVA) para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	415.975	2	207.987	1,216.246	0.000
Dentro de grupos	1.026	6	0.171		
Total	417.001	8			

En la tabla 24, la significancia para la prueba ANOVA ($p=0.000$) muestra que p es menor a 0.05, lo que permite señalar que al menos una muestra de aguaymanto tiene una capacidad antioxidante AAEAC diferente. Es decir, que el tipo de presentación del aguaymanto influye en la capacidad antioxidante AAEAC por el método DPPH.

Tabla 25

Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH en mg vitamina C/100 g fruto húmedo.

(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias	Desviación Estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
-------------	-------------	----------------------	---------------------	------	-------------------------------

		(I-J)			Límite inferior	Límite superior
Fresco	Mermelada casera	12.124	0.338	0.000	11.088	13.159
	Mermelada comercial	15.949	0.338	0.000	14.913	16.985
Mermelada casera	Fresco	-12.124	0.338	0.000	-13.159	-11.088
	Mermelada comercial	3.825	0.338	0.000	2.789	4.861
Mermelada comercial	Fresco	-15.949	0.338	0.000	-16.985	-14.913
	Mermelada casera	-3.825	0.338	0.000	-4.861	-2.789

En la Tabla 25 se muestra la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey en donde se determina que existen diferencias significativas en la capacidad antioxidante AAEAC por el método DPPH, entre las muestras fresco y mermelada casera ($p=0.000 < 0.050$), fresco y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$) y entre las muestras mermelada casera y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$). Esto permite concluir que entre presentaciones del tipo de aguaymanto (fresco con mermelada casera, fresco con mermelada comercial y mermelada casera con mermelada comercial) se presentan diferencias significativas en su capacidad antioxidante AAEAC por el método DPPH.

Tabla 26

Prueba post hoc de HSD Tukey para la capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (AAEAC) por el método DPPH en mg vitamina C/100 g fruto húmedo

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Mermelada comercial	3	17.716		
Mermelada casera	3		21.541	
Fresco	3			33.665
Sig.		1.000	1.000	1.000

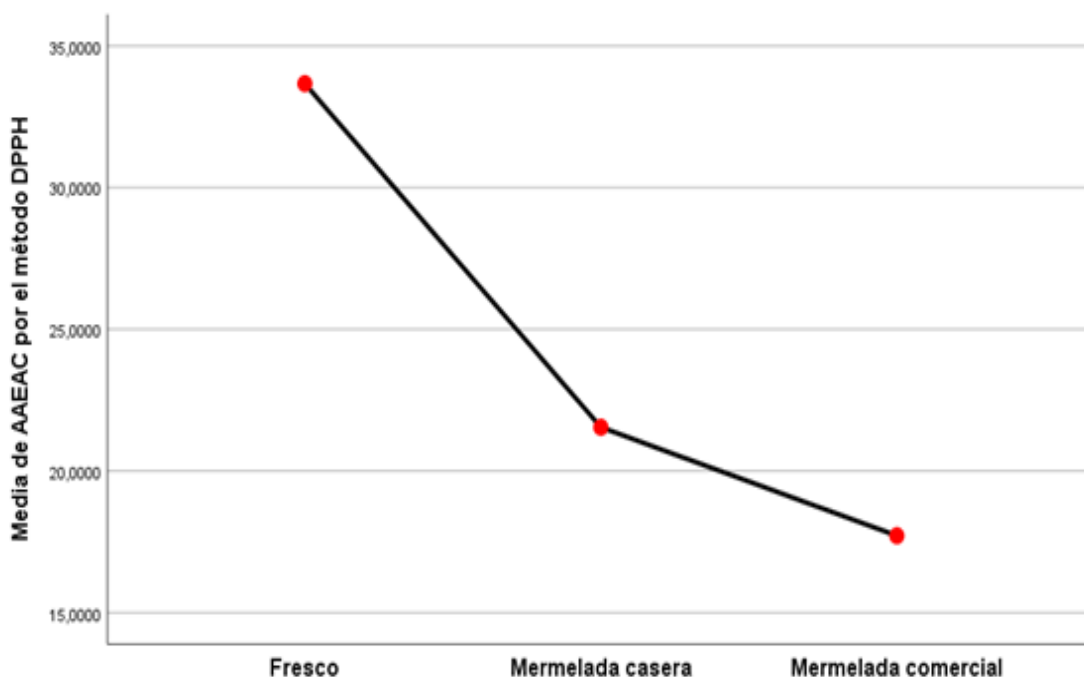


Figura 30. Gráfico de comparación de medias de la capacidad antioxidante equivalente en ácido áscorbico (AAEAC) por el método DPPH en las diferentes muestras aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg vitamina C/100 g muestra base húmeda.

En la tabla 26 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey y en la figura 30 el gráfico de comparación de medias, donde se puede determinar que la muestra de aguaymanto fresco con 33.665 mg vitamina C/100 g muestra base húmeda es la que obtuvo la mayor capacidad, seguido de la mermelada casera con 21.541 mg vitamina C/100 g muestra base húmeda. Además, se puede establecer que la mermelada comercial con 17.716 mg vitamina C/100 g muestra base húmeda obtuvo la menor capacidad antioxidante.

4.2.3 Prueba de hipótesis general para la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS.

H₀: La capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS es igual en todas las muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

H₁: Al menos una muestra de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) tiene

diferente capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$)

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05 \rightarrow$ Se acepta la hipótesis nula

Si $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula

Tabla 27

Análisis de varianzas (ANOVA) para la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	404.435	2	202.217	673.730	0.000
Dentro de grupos	1.801	6	0.3		
Total	406.236	8			

En la tabla 27, la significancia para la prueba ANOVA ($p=0.000$) muestra que p es menor a 0.05, lo que permite señalar que al menos una muestra de aguaymanto tiene una capacidad antioxidante Trolox diferente. Es decir, que el tipo de presentación del aguaymanto influye en la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS.

Tabla 28

Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.

(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desviación Estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fresco	Mermelada casera	3.341	0.447	0.001	1.969	4.714
	Mermelada comercial	15.593	0.447	0.000	14.221	16.966
Mermelada		-3.341	0.447	0.001	-4.714	-1.968

casera	Fresco					
	Mermelada comercial	12.252	0.447	0.000	10.879	13.625
Mermelada comercial	Fresco	-15.593	0.447	0.000	-16.966	-14.221
	Mermelada casera	-12.252	0.447	0.000	-13.625	-10.879

En la Tabla 28 se muestra la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey en donde se determina que existen diferencias significativas en la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS, entre las muestras fresco y mermelada casera ($p=0.001 < 0.050$), fresco y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$) y entre las muestras mermelada casera y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$). Esto permite concluir que entre las presentaciones del aguaymanto (fresco con mermelada casera, fresco con mermelada comercial y mermelada casera con mermelada comercial) se presentan diferencias significativas en su capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS.

Tabla 29
Prueba post hoc de HSD Tukey para la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Mermelada comercial	3	23.479		
Mermelada casera	3		35.732	
Fresco	3			39.073
Sig.		1.000	1.000	1.000

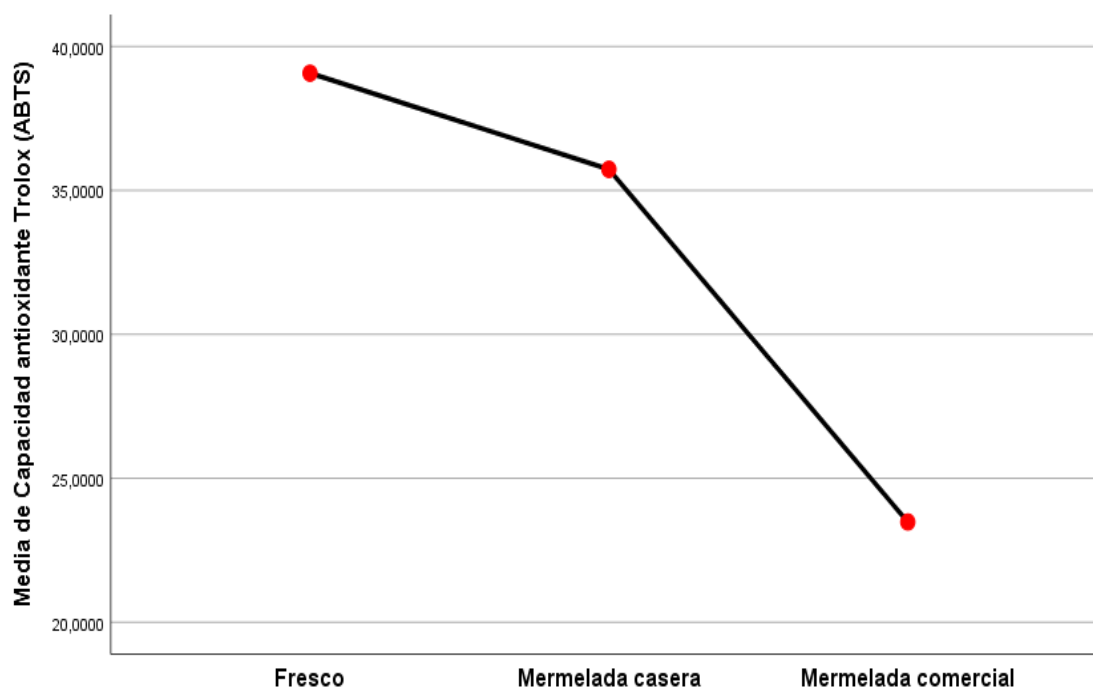


Figura 31. Gráfico de comparación de medias de la capacidad antioxidante Trolox por el método ABTS en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.

En la tabla 29 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey y en la figura 31 el gráfico de comparación de medias, donde se puede determinar que la muestra de aguaymanto fresco con 39.073 mg Trolox/100 g muestra base húmeda es la que obtuvo la mayor capacidad antioxidante Trolox, seguido de la mermelada casera con 35.732 mg Trolox/100 g muestra base húmeda. Además, se puede establecer que la mermelada comercial con 23.479 mg Trolox/100 g muestra base húmeda obtuvo la menor capacidad antioxidante.

4.2.4 Prueba de hipótesis general para la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH.

H₀: La capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH es igual en todas las muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

H₁: Al menos una muestra de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) tiene

diferente capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$)

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05 \rightarrow$ Se acepta la hipótesis nula

Si $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula

Tabla 30

Análisis de varianzas (ANOVA) para la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	448.379	2	224.189	1,216.142	0.000
Dentro de grupos	1.106	6	0.184		
Total	449.485	8			

En la tabla 30, la significancia para la prueba ANOVA ($p=0.000$) muestra que p es menor a 0.05, lo que permite señalar que al menos una muestra de aguaymanto tiene una capacidad antioxidante Trolox diferente. Es decir, que el tipo de presentación del aguaymanto influye en la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH.

Tabla 31

Comparaciones múltiples de la prueba de Tukey para la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.

(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desviación Estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fresco	Mermelada casera	12.587	0.351	0.000	11.511	13.663
	Mermelada comercial	16.558	0.351	0.000	15.483	17.634

Mermelada casera	Fresco	-12.587	0.351	0.000	-13.663	-11.511
	Mermelada comercial	3.971	0.351	0.000	2.898	5.047
Mermelada comercial	Fresco	-16.558	0.351	0.000	-17.634	-15.483
	Mermelada casera	-3.971	0.351	0.000	-5.047	-2.896

En la Tabla 31 se muestra la prueba de Comparaciones múltiples de medias de Tukey en donde se determina que existen diferencias significativas en la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH, entre las muestras fresco y mermelada casera ($p=0.001 < 0.050$), fresco y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$) y entre las muestras mermelada casera y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$). Esto permite concluir que entre las presentaciones del aguaymanto (fresco con mermelada casera, fresco con mermelada comercial y mermelada casera con mermelada comercial) se presentan diferencias significativas en su capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH.

Tabla 32

Prueba post hoc de HSD Tukey para la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Mermelada comercial	3	18.393		
Mermelada casera	3		22.364	
Fresco	3			34.951
Sig.		1.000	1.000	1.000

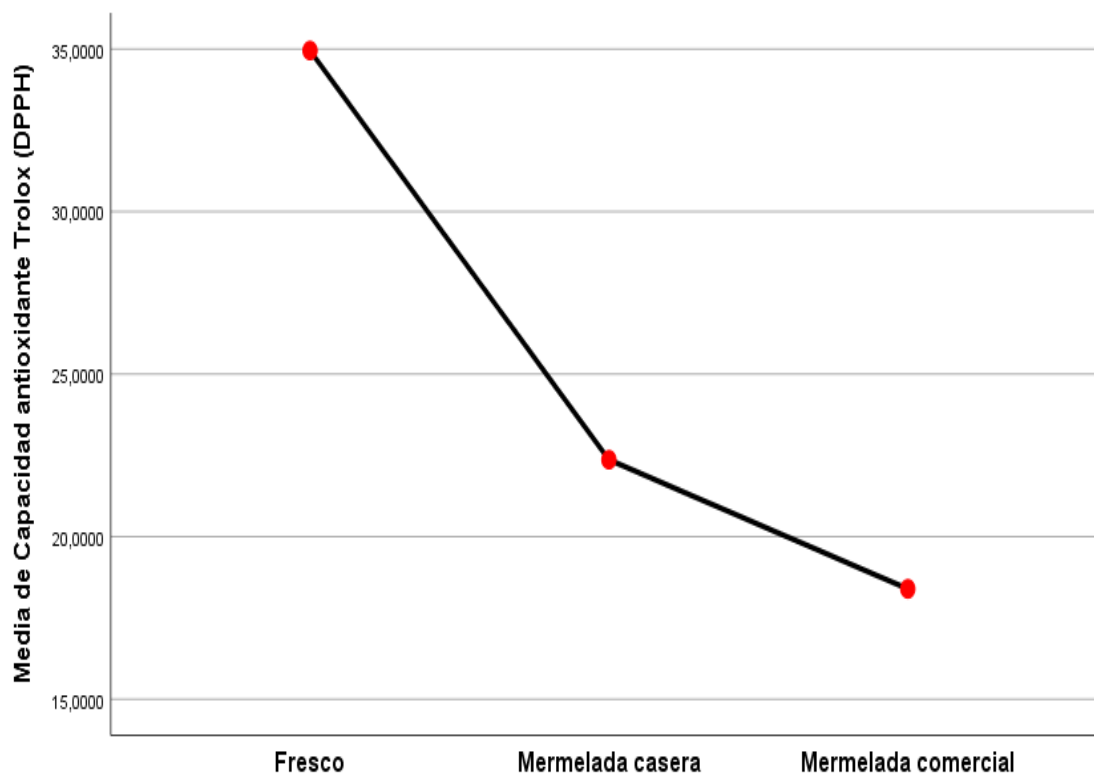


Figura 32. Gráfico de comparación de medias de la capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg Trolox/100 g muestra base húmeda.

En la tabla 32 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey y en la figura 32 el gráfico de comparación de medias. Se puede determinar que la muestra de aguaymanto fresco es la que obtuvo la mayor capacidad antioxidante Trolox por el método DPPH con un valor de 34.9514 mg Trolox/100 g muestra base húmeda, seguido de la mermelada casera con 22.3645 mg Trolox/100 g muestra base húmeda. Además, se puede establecer que la mermelada comercial obtuvo 18.3931 mg Trolox/100 g muestra base húmeda siendo la muestra con menor capacidad antioxidante.

4.2.5 Prueba de hipótesis específica para la captación de radicales libres por el método ABTS.

H₀: El porcentaje de captación de radicales libres promedios por el método ABTS es igual en todas las muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

H₁: Al menos una muestra de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) tiene diferente porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$)

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05 \rightarrow$ Se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula

Tabla 33

Análisis de varianzas (ANOVA) para el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	92.521	2	46.260	104.637	0.000
Dentro de grupos	2.653	6	0.442		
Total	95.174	8			

En la tabla 33, la significancia para la prueba ANOVA ($p=0.000$) muestra que p es menor a 0.05, lo que permite señalar que al menos una muestra de aguaymanto tiene un porcentaje de captación de radicales libres diferente. Es decir, que el tipo de presentación del aguaymanto influye en el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS.

Tabla 34

Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS.

(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desviación Estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fresco	Mermelada casera	5.705	0.543	0.000	4.039	7.371
	Mermelada comercial	7.527	0.543	0.000	5.861	9.193
Mermelada casera	Fresco	-5.705	0.543	0.000	-7.371	-4.039

	Mermelada comercial	1.822	0.543	0.035	0.156	3.488
Mermelada comercial	Fresco	-7.527	0.543	0.000	-9.193	-5.861
	Mermelada casera	-1.822	0.543	0.035	-3.488	-0.156

En la Tabla 34, se muestra la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey en donde se determina que existen diferencias significativas en el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS, entre las muestras fresco y mermelada casera ($p=0.000 < 0.050$), entre las muestras fresco y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$) y entre las muestras mermelada casera y mermelada comercial ($p=0.035 < 0.050$). Esto permite concluir que entre presentaciones del tipo de aguaymanto (fresco con mermelada casera, fresco con mermelada comercial y mermelada casera con mermelada comercial) se presentan diferencias significativas en el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS.

Tabla 35
Prueba post hoc de HSD Tukey para el porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Mermelada comercial	3	33.149		
Mermelada casera	3		34.971	
Fresco	3			40.676
Sig.		1.000	1.000	1.000

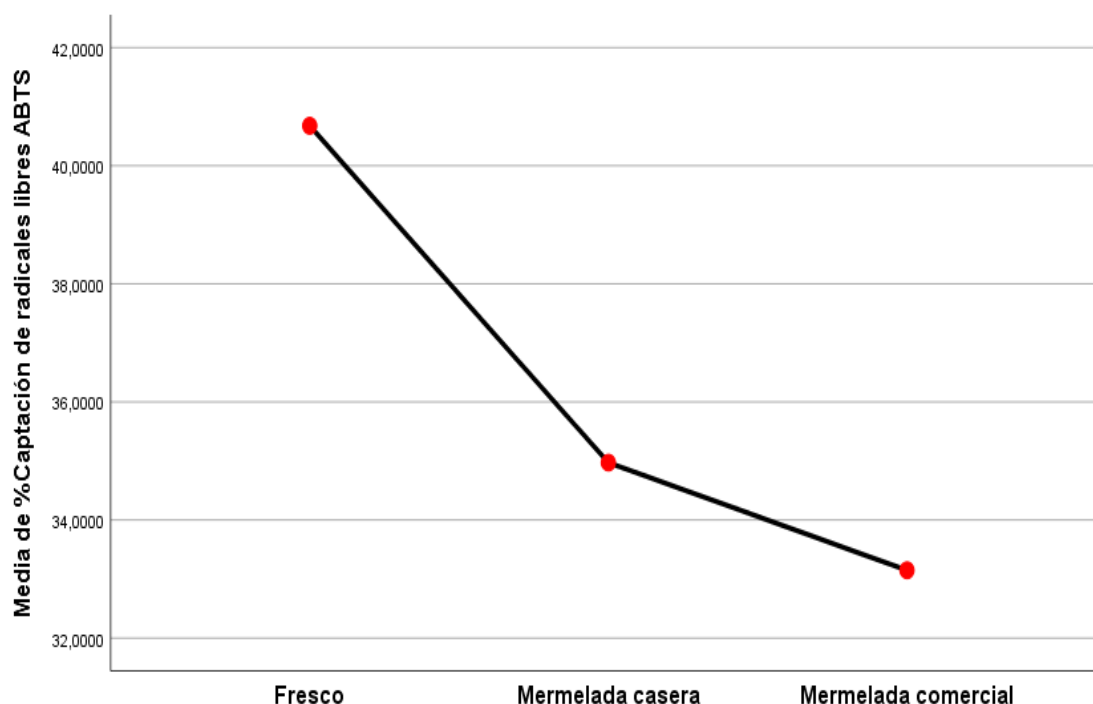


Figura 33. Gráfico de comparación de medias del porcentaje de captación de radicales libres por el método ABTS para las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

En la tabla 35 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey y en la figura 33 el gráfico de comparación de medias, donde se puede determinar que el aguaymanto fresco con 40.676 % obtuvo el mayor porcentaje de captación de radicales libres, seguido de la mermelada casera con un 34.9708 % y finalmente la mermelada comercial con 33.1488 % con el menor porcentaje.

4.2.6 Prueba de hipótesis específica para la captación de radicales libres por el método DPPH.

H₀: El porcentaje de captación de radicales libres promedios por el método DPPH es igual en todas las muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

H₁: Al menos una muestra de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) tiene diferente porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$)

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05 \rightarrow$ Se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula

Tabla 36

Análisis de varianzas (ANOVA) para el porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.048	2	0.024	0.024	0.976
Dentro de grupos	5.840	6	0.973		
Total	5.888	8			

En la tabla 36, la significancia para la prueba ANOVA ($p=0.976$) muestra que p es mayor a 0.05, lo que permite señalar que todas las muestras de aguaymanto tienen un porcentaje de captación de radicales similares o iguales. Es decir, que el tipo de presentación del aguaymanto no influye en el porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH.

4.2.7 Prueba de hipótesis específica para la concentración inhibitoria IC_{50} por el método ABTS.

H_0 : La concentración inhibitoria IC_{50} por el método ABTS es igual en todas las muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

H_1 : Al menos una muestra de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) tiene diferente concentración inhibitoria IC_{50} por el método ABTS.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$)

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05 \rightarrow$ Se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula

Tabla 37

Análisis de varianzas (ANOVA) para la concentración inhibitoria IC_{50} por el método ABTS.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	45.10	2	22.555	938.698	0.000
Dentro de grupos	0.1144	6	0.024		
Total	45.254	8			

En la tabla 37, la significancia para la prueba ANOVA ($p=0.000$) muestra que p es menor a 0.05, lo que permite señalar que al menos una muestra de aguaymanto tiene una concentración inhibitoria IC_{50} diferente. Es decir, que el tipo de presentación del aguaymanto influye en la concentración inhibitoria IC_{50} por el método ABTS.

Tabla 38

Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para la concentración inhibitoria IC_{50} por el método ABTS expresado en mg/mL

(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desviación Estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fresco	Mermelada casera	-0.714	0.127	0.003	-1.10240	-0.32573
	Mermelada comercial	-5.066	0.127	0.000	-5.45413	-4.67746
Mermelad	Fresco	0.714	0.127	0.003	0.32573	1.10240

a casera	Mermelada comercial	-4.352	0.127	0.000	-4.74006	-3.96339
Mermelada comercial	Fresco	5.066	0.127	0.000	4.67746	5.45413
Mermelada comercial	Mermelada casera	4.352	0.127	0.000	3.96339	4.74006

En la Tabla 38 se muestra la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey en donde se determina que existen diferencias significativas en la concentración inhibidora IC_{50} por el método ABTS, entre las muestras fresco y mermelada casera ($p=0.003 < 0.050$), fresco y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$) y entre las muestras mermelada casera y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$). Esto permite concluir que entre las presentaciones del tipo de aguaymanto (fresco con mermelada casera, fresco con mermelada comercial y mermelada casera con mermelada comercial) se presentan diferencias significativas en su capacidad inhibidora IC_{50} , por el método ABTS.

Tabla 39

Prueba post hoc de HSD Tukey para la concentración inhibidora IC_{50} por el método ABTS expresado en mg/mL.

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Fresco	3	7.628		
Mermelada casera	3		8.342	
Mermelada comercial	3			12.694
Sig.		1.000	1.000	1.000

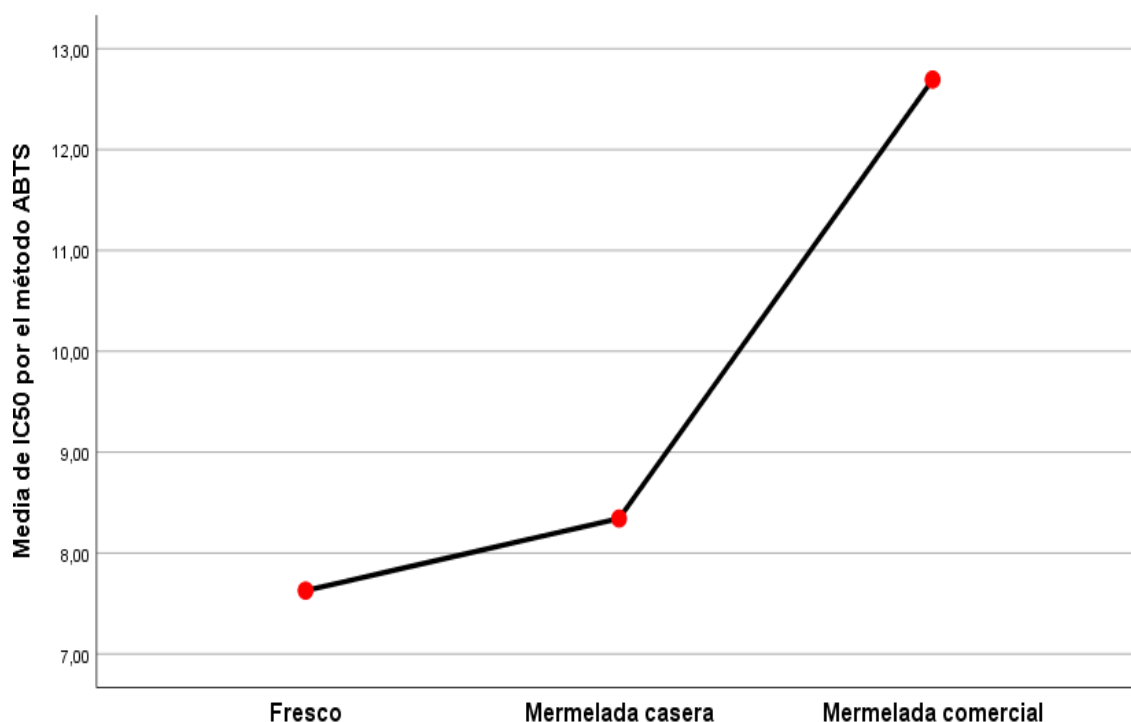


Figura 34. Gráfico de comparación de medias de la concentración inhibitoria IC₅₀ por el método ABTS en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg/mL.

En la tabla 39 se muestran los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey y en la figura 34 el gráfico de comparación de medias, donde se puede observar que la muestra de aguaymanto fresco es la que obtuvo la menor concentración inhibitoria IC₅₀ de 7.628 mg/mL (mayor capacidad antioxidante), seguido de la mermelada casera 8.342 mg/mL. Además, se puede establecer que la mermelada comercial con 12.694 mg/mL obtuvo la mayor concentración inhibitoria IC₅₀ por el método ABTS.

4.2.8 Prueba de hipótesis específica para la concentración inhibitoria IC₅₀ por el método DPPH.

H₀: La concentración inhibitoria IC₅₀ por el método DPPH es igual en todas las muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

H₁: Al menos una muestra de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) tiene diferente concentración inhibitoria IC₅₀ por el método DPPH

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$)

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05 \rightarrow$ Se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 40

Análisis de varianzas (ANOVA) para la concentración inhibitoria IC₅₀ por el método DPPH.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	108.133	2	54.066	597.050	0.000
Dentro de grupos	0.543	6	0.091		
Total	108.676	8			

En la tabla 40, la significancia para la prueba ANOVA ($p=0.000$) muestra que p es menor a 0.05, lo que permite señalar que al menos una muestra de aguaymanto tiene una concentración inhibitoria IC₅₀ diferente al resto de muestras. Es decir, que el tipo de presentación del aguaymanto influye en la concentración inhibitoria IC₅₀.

Tabla 41

Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para la concentración inhibitoria IC₅₀ por el método DPPH expresado en mg/mL.

(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desviación Estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fresco	Mermelada casera	-5.249	0.246	0.000	-6.004	-4.496
	Mermelada comercial	-8.404	0.246	0.000	-9.159	-7.650
Mermelada	Fresco	5.249	0.246	0.000	4.496	6.004

casera	Mermelada comercial	-3.154	0.246	0.000	-3.908	-2.400
Mermelada comercial	Fresco	8.404	0.246	0.000	7.650	9.159
	Mermelada casera	3.154	0.246	0.000	2.400	3.908

En la Tabla 41, se muestra la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey en donde se determina que existen diferencias significativas en la concentración inhibidora IC_{50} por el método DPPH, entre las muestras fresco y mermelada casera ($p=0.000 < 0.050$), fresco y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$) y entre las muestras mermelada casera y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$). Esto permite concluir que entre las presentaciones del tipo de aguaymanto (fresco con mermelada casera, fresco con mermelada comercial y mermelada casera con mermelada comercial) se presentan diferencias significativas en su capacidad inhibidora IC_{50} , por el método DPPH.

Tabla 42

Prueba post hoc de HSD Tukey para la concentración inhibitoria IC_{50} por el método DPPH expresado en mg/mL.

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Fresco	3	9.329		
Mermelada casera	3		14.578	
Mermelada comercial	3			17.732
Sig.		1.000	1.000	1.000

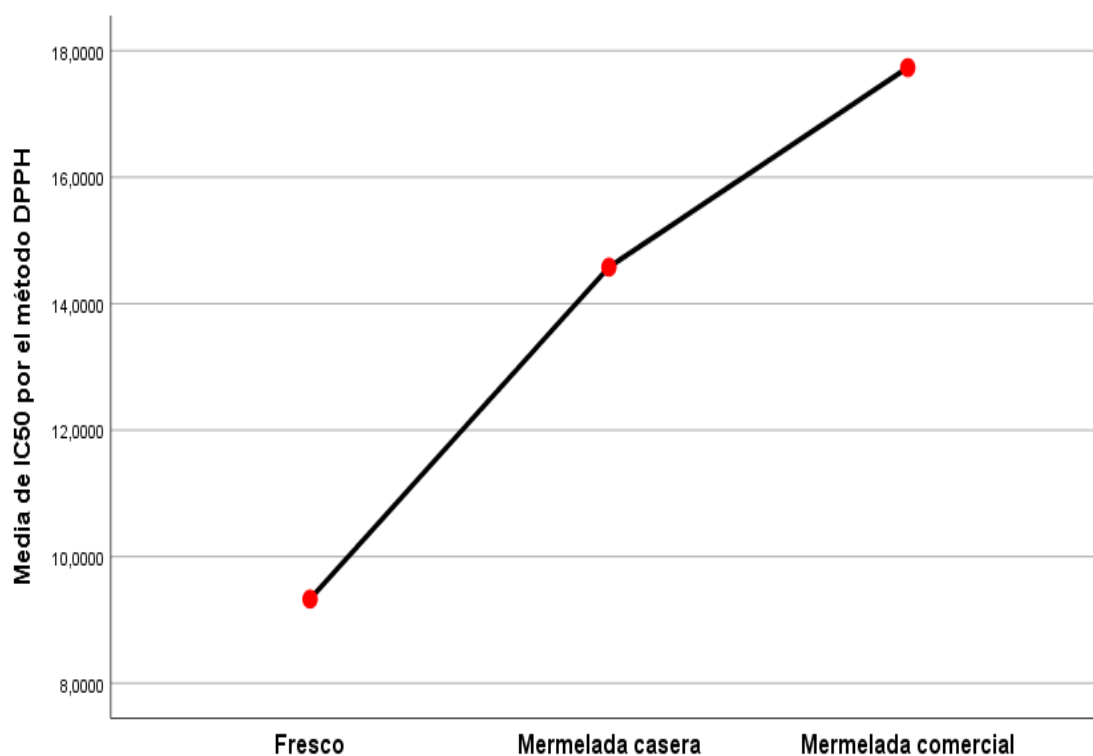


Figura 35. Gráfico de comparación de medias de la concentración inhibitoria IC₅₀ por el método DPPH en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg/mL.

En la tabla 42 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey y en la figura 35 el gráfico de comparación de medias, donde se puede determinar que la muestra de aguaymanto fresco con 9.328 mg/mL es la que obtiene menor valor de concentración inhibitoria IC₅₀ por el método DPPH lo que indica que presenta una mayor capacidad antioxidante seguido de la mermelada casera 14.578 mg/mL. Además, se puede establecer que la mermelada comercial obtuvo 17.732 mg/mL de concentración inhibitoria IC₅₀.

4.2.9 Prueba de hipótesis específica para el contenido de vitamina C

H₀: La cantidad promedio de vitamina C total es igual en todas las muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

H₁: Al menos una muestra de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) tiene diferente cantidad promedio de vitamina C total.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$)

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05 \rightarrow$ Se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 43

Análisis de varianzas (ANOVA) para el contenido de vitamina C total.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,255.054	2	627.527	96.303	0.000
Dentro de grupos	39.097	6	6.516		
Total	1,294.151	8			

En la tabla 43, la significancia para la prueba ANOVA ($p=0.000$) muestra que p es menor a 0.05, lo que permite señalar que al menos una muestra de aguaymanto tiene una cantidad promedio diferente de vitamina C. Es decir, que el tipo de presentación del aguaymanto influye en la cantidad de la vitamina C.

Tabla 44

Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para el contenido de vitamina C expresado en mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda.

(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desviación Estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fresco	Mermelada casera	19.7633	2.084	0.000	13.368	26.158
	Mermelada comercial	28.1733	2.084	0.000	21.778	34.568
Mermelada	Fresco	-19.7633	2.084	0.000	-26.158	-13.368

casera	Mermelada comercial	8.4100	2.084	0.016	2.014	14.805
Mermelada comercial	Fresco	-28.1733	2.084	0.000	-34.568	-21.778
	Mermelada Casera	-8.4100	2.084	0.016	-14.805	-2.014

En la Tabla 44, se muestra la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey en donde se determina que existen diferencias significativas en el contenido de vitamina C total, entre las muestras fresco y mermelada casera ($p=0.000 < 0.050$), fresco y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$) y entre las muestras mermelada casera y mermelada comercial ($p=0.016 < 0.050$). Esto permite concluir que entre las presentaciones del aguaymanto (fresco con mermelada casera, fresco con mermelada comercial y mermelada casera con mermelada comercial) se presentan diferencias significativas en el contenido de vitamina C total.

Tabla 45

Prueba post hoc de HSD Tukey para el contenido de vitamina C expresado en mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda.

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Mermelada comercial	3	15.630		
Mermelada casera	3		24.040	
Fresco o	3			43.803
Sig.		1.000	1.000	1.000

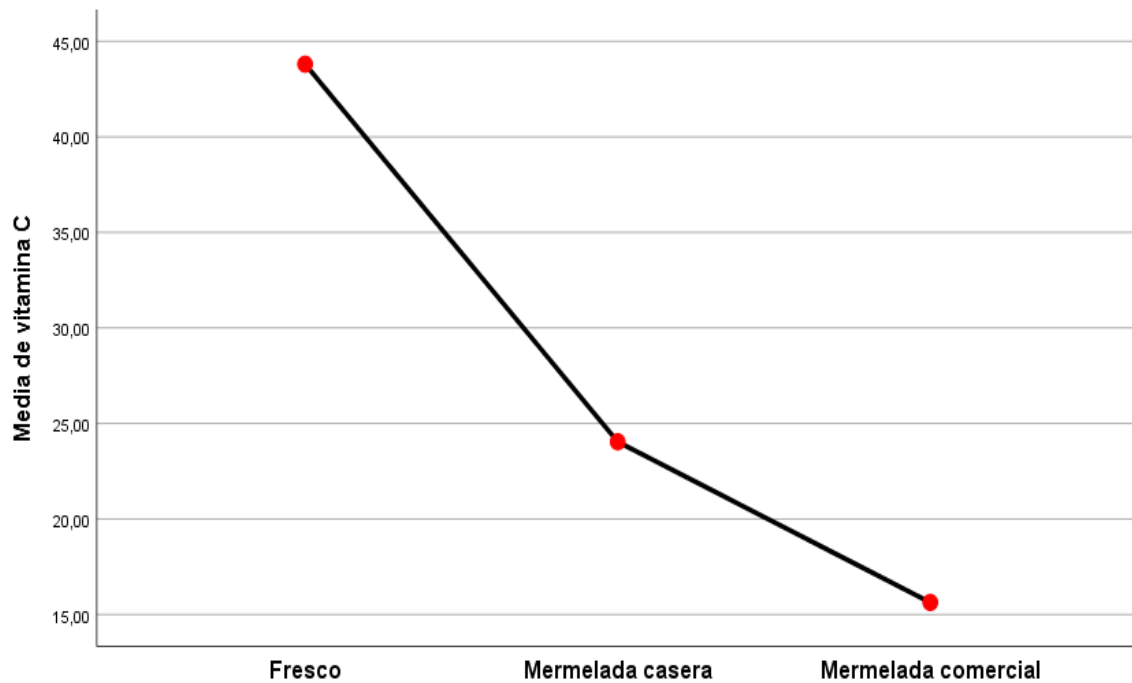


Figura 36. Gráfico de comparación de medias del contenido de vitamina C en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda.

En la tabla 45 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey y en la figura 36 el gráfico de comparación de medias, donde se puede determinar que el aguaymanto fresco con 43.803 mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda obtiene la mayor concentración de vitamina C, seguida de la mermelada casera con 24.04 mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda y finalmente la mermelada comercial con 15.63 mg ácido ascórbico/100 g muestra base húmeda es la que obtuvo la menor concentración de vitamina C.

4.2.10 Prueba de hipótesis específica para el contenido de polifenoles totales.

H_0 : La cantidad promedio de polifenoles totales es igual en todas las muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

H_1 : Al menos una muestra de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) tiene

diferente cantidad promedio de polifenoles totales.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$)

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05 \rightarrow$ Se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 46

Análisis de varianzas (ANOVA) para el contenido de polifenoles totales.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,459.663	2	729.832	196.415	0.000
Dentro de grupos	22.295	6	3.716		
Total	1,481.958	8			

En la tabla 46, la significancia para la prueba ANOVA ($p=0.000$) muestra que p es menor a 0.05, lo que permite señalar que al menos una muestra de aguaymanto tiene una cantidad promedio diferente de polifenoles totales. Es decir, que el tipo de presentación del aguaymanto influye en la cantidad de polifenoles totales.

Tabla 47

Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de polifenoles totales expresado en mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda.

(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desviación Estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fresco	Mermelada casera	14.670	1.574	0.000	9.841	19.499
	Mermelada comercial	31.177	1.574	0.000	26.346	36.006

Mermelada casera	Fresco	-14.670	1.574	0.000	-19.499	-9.841
	Mermelada comercial	16.507	1.574	0.000	11.678	21.336
Mermelada comercial	Fresco	-31.177	1.574	0.000	-36.006	-26.348
	Mermelada Casera	-16.508	1.574	0.000	-21.336	-11.678

En la Tabla 47, se muestra la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey en donde se determina que existen diferencias significativas en el contenido de polifenoles totales, entre las muestras fresco y mermelada casera ($p=0.000 < 0.050$), fresco y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$) y entre las muestras mermelada casera y mermelada comercial ($p=0.000 < 0.050$). Esto permite concluir que entre las presentaciones del aguaymanto (fresco con mermelada casera, fresco con mermelada comercial y mermelada casera con mermelada comercial) se presentan diferencias significativas en el contenido de polifenoles totales.

Tabla 48

Prueba post hoc de HSD Tukey para el contenido de polifenoles totales expresado en mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda.

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Mermelada comercial	3	36.970		
Mermelada casera	3		53.477	
Fresco	3			68.147
Sig.		1.000	1.000	1.000

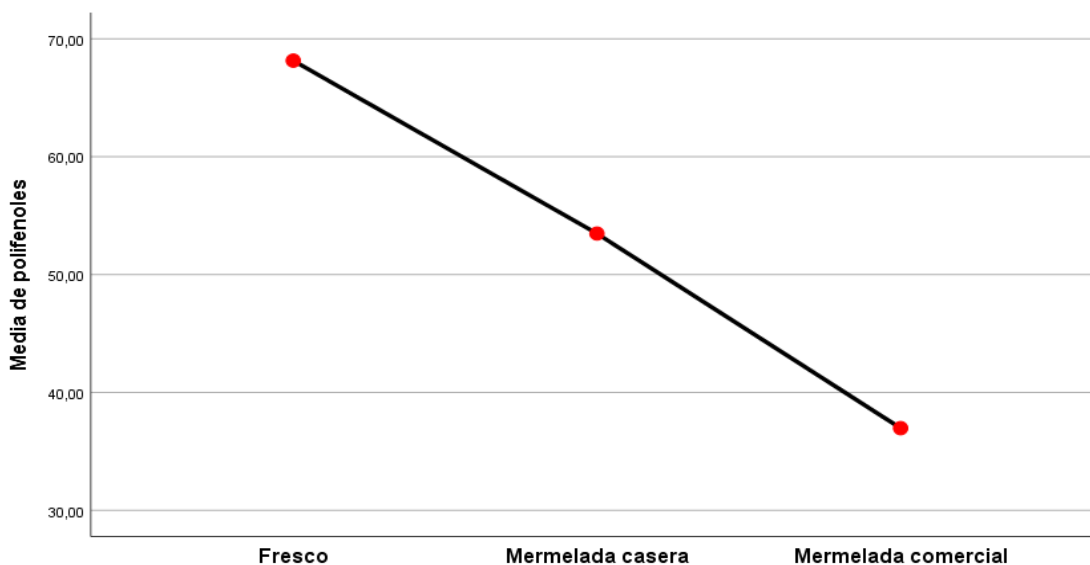


Figura 37. Gráfico de comparación de medias del contenido de polifenoles totales en las diferentes muestras de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) expresado en mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda.

En la tabla 48 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey y en la figura 37 el gráfico de comparación de medias. Se puede determinar que el aguaymanto fresco con 68.147 mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda obtuvo la mayor cantidad de polifenoles totales, seguido de la mermelada casera con 53.477 mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda y finalmente la mermelada comercial con 36.970 mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra base húmeda es la que obtuvo la menor cantidad de polifenoles totales.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Conocer la composición de los alimentos que forman parte de nuestra dieta es en la actualidad necesario, ya que permite realizar la mejor selección de alimentos que ingerimos, no sólo para estar bien nutridos sino también para evitar posibles riesgos de adquirir enfermedades.

La naturaleza nos brinda innumerables productos alimenticios que no

llegan a ser bien aprovechados debido a que se desconoce los beneficios de su consumo. Por otro lado, el ritmo de vida agitado de hoy en día induce a elegir en su mayoría opciones rápidas y poco o nada nutritivas, que podrían generar con el tiempo, problemas de salud.

Las frutas y vegetales deberían estar presentes a diario en los alimentos, debido a sus compuestos bioactivos que protegen al organismo de diferentes maneras. Entre las frutas, el aguaymanto presenta compuestos bioactivos que en conjunto tienen la capacidad de contrarrestar los efectos nocivos para la salud ocasionados por los radicales libres, por ello, debería estar presente en la dieta cotidiana. La actividad que presenta el aguaymanto, conocida como capacidad antioxidante, es la que se ha evaluado junto con el contenido de vitamina C y el contenido de polifenoles en tres formas de presentación para el consumo humano.

Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante en un fruto se debe a sus componentes químicos que interactúan entre sí pudiendo producirse efectos inhibitorios o sinérgicos⁷⁸ como ocurre en el aguaymanto. Sus compuestos bioactivos son los flavonoides, carotenos, witanóidos, fisalinas, tocoferol y vitaminas⁷.

La actividad antioxidante de compuestos hidrofílicos como la vitamina C y lipofílicos como los carotenoides son medidos por ABTS mientras que existe otro método como DPPH que es un reactivo que sólo se disuelve en medio orgánico, por ello mide a bioactivos lipofílicos únicamente⁷⁸. Por las características del aguaymanto y su composición química se decidió el uso de ambos métodos. Los carotenoides presentes en el fruto son más queladores que reductores por lo tanto no pueden ser

cuantificados¹⁰⁰.

Los resultados obtenidos nos reflejan que el aguaymanto fresco es la muestra que presentó mayor capacidad antioxidante y por consiguiente menor valor de IC₅₀, entendiéndose por IC₅₀ como la concentración de la muestra que produce una inhibición del 50 % del radical libre⁸⁵. El aguaymanto fresco obtuvo un valor de IC₅₀ por el método ABTS de 7.63 mg/mL, la mermelada casera 8.34 mg/mL y la mermelada comercial 12.69 mg/mL. Los valores IC₅₀ por el método DPPH fueron para el aguaymanto fresco 9.32 mg/mL, mermelada casera 14.58 mg/mL y mermelada comercial 17.73 mg/mL.

Comparando estos resultados con los obtenidos por otros investigadores⁷ que hallaron que el aguaymanto proveniente de Huánuco tenía un valor IC₅₀ de 1.29 mg/mL por el método ABTS y un IC₅₀ de 1.86 mg/mL por el método DPPH, observamos que nuestra muestra presenta menor capacidad antioxidante reflejado en el valor de IC₅₀. Esto podría deberse a que los autores⁷ evaluaron sus muestras en extracto seco y en nuestro estudio hemos trabajado con el fruto en estado natural, tal y como lo consumimos.

En otro estudio¹⁰¹, se evaluó la capacidad antioxidante del aguaymanto fresco (*Physalis pubescens* L.) se determinó que el coeficiente de inhibición al 50 % del radical libre DPPH fue de 41 mg/mL, utilizando como solvente de extracción al etanol. En este trabajo se obtuvieron valores más eficientes como lo podemos observar en la tabla 18, pero hay que considerar que en la presente investigación no se emplearon solventes orgánicos extractores. En la actualidad hay cuestionamientos sobre los protocolos al utilizar estas metodologías ya que no hay estandarización ni uniformidad que permitan comparar bien los resultados de las diferentes investigaciones⁸⁵. Si bien es

cierto el método DPPH se usa hace mucho tiempo, los estudios realizados utilizan diferentes concentraciones de este reactivo, lo que hace variar los resultados que finalmente llevarían a una apreciación inexacta de las propiedades antioxidantes del alimento. Por otro lado, se ha encontrado que a mayor concentración del reactivo DPPH, aumenta el valor de IC₅₀, por lo que sería conveniente adoptar una concentración definida de DPPH para todas las cuantificaciones analíticas. Esta concentración podría ser 0.1 mM pues, a concentraciones mayores, disminuye la sensibilidad de esta técnica⁸⁵.

La concentración de los bioactivos está en función de la variedad genética, el período estacional, las condiciones ambientales, la composición química del terreno de cultivo. Influyendo también la forma de extracción³⁹ ya que el disolvente de extracción junto a ciertos componentes no antioxidantes de los alimentos y el método de análisis puede afectar significativamente los valores de capacidad antioxidante¹⁰². Por todo ello, los resultados de los diferentes estudios podrían ser comparados eficientemente cuando se usen protocolos muy similares.

La capacidad antioxidante equivalente en ácido ascórbico es mayor en el aguaymanto fresco tanto por el método ABTS 29.63 ± 0.43 , como por el método DPPH 33.66 ± 0.47 mg de vitamina C/100 g de muestra húmeda, inclusive con Trolox, el cual es la versión sintética de la vitamina E, donde obtuvimos los siguientes resultados: 39.07 ± 0.57 mg trolox/100 g de muestra húmeda por el método ABTS y 34.95 ± 0.49 mg trolox/100 g de muestra húmeda por el método DPPH.

Para el caso de porcentaje de captación de radicales libres en las tres diferentes presentaciones de consumo de aguaymanto que han sido evaluadas

obtuvimos que la muestra fresca presentó un mayor porcentaje, los valores encontrados fueron, 40.68 % \pm 0.52 por el método ABTS y 39.89 % \pm 0.87 por el método DPPH. La mermelada casera 34.97 % \pm 0.65 por ABTS y 39.81 % \pm 1.01 por DPPH y por último la mermelada comercial 33.15 % \pm 0.8 por ABTS y 39.72 % \pm 1.07 por DPPH. El resultado para el aguaymanto fresco es diferente al reportado por Jurado¹⁰³, quien encontró el porcentaje de captación de radicales libres de 100 % \pm 1.72 por el método DPPH. La muestra analizada fue el extracto seco de aguaymanto proveniente de Huánuco con un estado de madurez tres y en época de verano, además de macerar las muestras con etanol al 96 % en la oscuridad por siete días. Un factor responsable de estas diferencias entre ambos trabajos de investigación fue que ellos trabajaron con extracto alcohólico, nosotras lo trabajamos en fresco.

Se conoce que los witaesteroides, que son los metabolitos más abundantes y reconocidos de la familia solanácea, en su mayoría se suelen aislar con disolventes medianamente polares (cloroformo, éter etílico), o con disolventes más polares (metanol, etanol)^{60,104}. Adicionalmente se conoce que la mejor extracción de antioxidantes y compuestos fenólicos se realiza con fluidos supercríticos combinados con un solvente orgánico ya que presenta ventajas en cuanto a rendimiento, calidad y capacidad antioxidante¹⁰⁵. Los witaesteroides en el presente nuestro trabajo probablemente no han podido ser cuantificados por ser liposolubles y nosotras trabajamos en medio acuoso, este también sería otro factor por el cual hemos obtenido resultados menores a los reportados por Jurado *et al*¹⁰³.

Vitamina C

La vitamina C es un compuesto hidrosoluble que se encuentra casi

exclusivamente en frutas frescas y vegetales¹⁰⁶. Su consumo es de vital importancia ya que nos ayuda a reducir las probabilidades de padecer enfermedades degenerativas. Los estudios demuestran que existe el doble de probabilidad de contraer algunos de los tipos de cáncer más conocidos en la población con menor ingesta de estos alimentos¹⁰⁷.

Se ha demostrado también sus efectos benéficos al reducir el riesgo de enfermedades pulmonares, cardiovasculares y cánceres no hormonales¹⁶. Es decir, su importancia se centra en la capacidad que posee de fortalecer el sistema inmune⁶³.

Entre otras funciones del ácido ascórbico están las de neutralizar el oxígeno singlete, capturar oxígeno y radicales libres de hidroxilo, regenerar la forma oxidada de la vitamina E⁶⁴. Además, su valor nutricional está en relación con la fijación del hierro, el metabolismo de los carbohidratos y la tirosina, la síntesis de proteínas y lípidos, la conversión del ácido fólico a ácido folínico. La presencia de la vitamina C es vital en la síntesis de colágeno, proteína más abundante de nuestro organismo, por lo que es considerado esencial⁶³.

En general los mamíferos son capaces de sintetizar vitamina C, pero el hombre es dependiente de fuentes exógenas de esta vitamina porque carece de L-glucono-g lactanoa oxidasa, que es la última enzima en la biosíntesis de esta vitamina a partir de la glucosa. Tiene como función principal ser agente reductor en diferentes reacciones en el metabolismo del colágeno. De no encontrarse en niveles óptimos habría una disminución en la síntesis de procolágeno con una reducción en la hidroxilación de los residuos prolina y lisina, obteniéndose una molécula menos estable a temperatura corporal¹⁰⁸. La vitamina C al ser sensible a la degradación durante el procesamiento y

almacenamiento de los alimentos es un indicador de la calidad nutricional de estos últimos¹⁶. Algunos tratamientos como la cocción causan la pérdida de ácido ascórbico ya que este involucra, temperatura y tiempo de cocción, oxidación enzimática durante la preparación, área de superficie expuesta al agua y al oxígeno¹⁰⁹, cambios de iones y de pH¹⁶. Hoy en día aún se cree que la vitamina C del zumo de naranja casero es poco estable, sin embargo, hay estudios que mencionan que se conserva hasta doce horas, pero el sabor se torna más amargo¹¹⁰.

La vitamina C disminuye su concentración probablemente porque al ser un eliminador eficaz de radicales libres, se consume durante el estrés oxidativo con el objetivo de mantener la estabilidad interna, desencadenando reacciones químicas que la oxidan a la forma dehidroascórbico (DHAA), seguido de una hidrólisis del DHAA hasta ácido 2,3-dicetogulónico y la generación por polimerización de productos inactivos nutricionalmente¹⁶.

Para obtener el mayor valor nutricional y funcional de las frutas y verduras tropicales, se recomienda que las verduras se coman crudas o ligeramente cocidas, utilizando un método como el vapor. Cocinar por más tiempo y a altas temperaturas, que es el caso de la esterilización (enlatado), causa una fuerte disminución en el contenido de vitaminas¹¹¹, por otro lado, la adición de limón o vinagre conserva la vitamina C, degradándose con más facilidad en medios neutros o alcalinos¹¹⁰.

Para los adultos una dieta saludable incluye al menos 400 g de frutas y hortalizas al día, excepto papas, batatas, mandioca y otros tubérculos feculentos¹¹². Dentro de la suplementación con antioxidantes se recomienda un consumo entre 200 – 2000 mg⁶⁴, según la FAO³⁵, se necesita hasta 75 mg

diarios para que el cuerpo obtenga los niveles adecuados de vitamina C.

En nuestros resultados encontramos que la cantidad de vitamina C del aguaymanto fresco fue de 43.80 ± 2.90 mg/100 g, este valor es muy similar a 43.3 mg/100 g que se reporta en otra investigación⁹⁰. Ellos, además, analizaron otras frutas cuyos resultados fueron, para la papaya de monte 31.41 mg/100 g, el tomate de árbol 16.09 mg/100 g y la tuna roja 22.75 mg/100 g, siendo el aguaymanto el que presentó mayor valor.

El ácido ascórbico aumenta durante el desarrollo y la maduración de las frutas y vegetales³⁹. Los reportes indican que el aguaymanto contiene alta cantidad de ácido ascórbico, entre 26 y 46 mg/100 g, si se compara con otras frutas consumidas de forma cotidiana como la pera que contiene 4 mg/100 g, la manzana 6 mg/100 g o el durazno 7 mg/100 g llegando casi a niveles como el de la naranja 50 mg/100 g y la fresa 60 mg/100 g⁵³.

En la evaluación de la mermelada casera obtuvimos el valor de 24.04 ± 1.82 mg/100 g, esta disminución se debe a que el producto ha pasado por un proceso térmico y se sabe que la vitamina C es termolábil³⁸. A pesar de la pérdida, al compararlo con otras frutas en estado natural, el contenido es mayor por lo que bien podría recomendarse su consumo.

Finalmente, en la mermelada comercial se encontró 15.63 ± 2.80 mg/100 g de muestra, en la que notamos una marcada disminución de la concentración de vitamina C, que puede deberse al porcentaje de fruta entre los ingredientes, a un uso excesivo de temperatura o al período de vida en anaquel. Además, se debe tener en cuenta que una baja concentración de otros antioxidantes tales como tocoferoles, compuestos fenólicos y carotenoides pueden influir en la pérdida de vitamina C durante los

tratamientos de cocción puesto que ellos pueden oxidarla directa o indirectamente¹⁶.

Polifenoles totales

Los frutos aportan diversos componentes tales como minerales, fibras y vitaminas. En adición están los llamados metabolitos secundarios, que son de naturaleza fenólica y se les denomina polifenoles⁷⁸.

Son componentes importantes de la dieta humana sin ser considerados como nutrientes. Reconocidos por su marcada capacidad antioxidante estando presentes en frutas y verduras, actúan en numerosas vías de señalización intracelular como mediadores. Esto los convierte en moléculas muy importantes que podrían contribuir en mantener una salud adecuada, por ello, es relevante incluirlos en la elaboración de productos que forman parte de la dieta¹¹³.

Los polifenoles tienen un gran valor industrial porque además de tener propiedades farmacológicas, se les atribuye efectos antimicrobianos, antiinflamatorios, anticancerígenos y otros más, razón por la que continúan los estudios sobre ellos¹¹². Una dieta rica en polifenoles puede mejorar la salud disminuyendo la incidencia de enfermedades⁵², especialmente los flavonoides y los antocianos⁷⁸.

En la presente investigación encontramos para el aguaymanto fresco, valores de polifenoles totales de 68.15 ± 3.16 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de muestra.

Las referencias indican que el contenido de polifenoles totales en el fruto fresco de aguaymanto oscila entre 39.2 y 74.4 mg equivalentes de ácido gálico/100 g³⁹. Algunos autores han encontrado 40.45 ± 0.93 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de fruto fresco. Sin embargo, hay reportes de valores más

altos de 154 ± 3 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de extracto metánolico del fruto¹⁰⁵. El reporte de otro estudio¹⁰³ indica que encontraron valores entre 106 ± 0.48 y 149.3 ± 1.62 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de fruto en extractos etanólicos de aguaymanto de diferentes zonas geográficas del Perú.

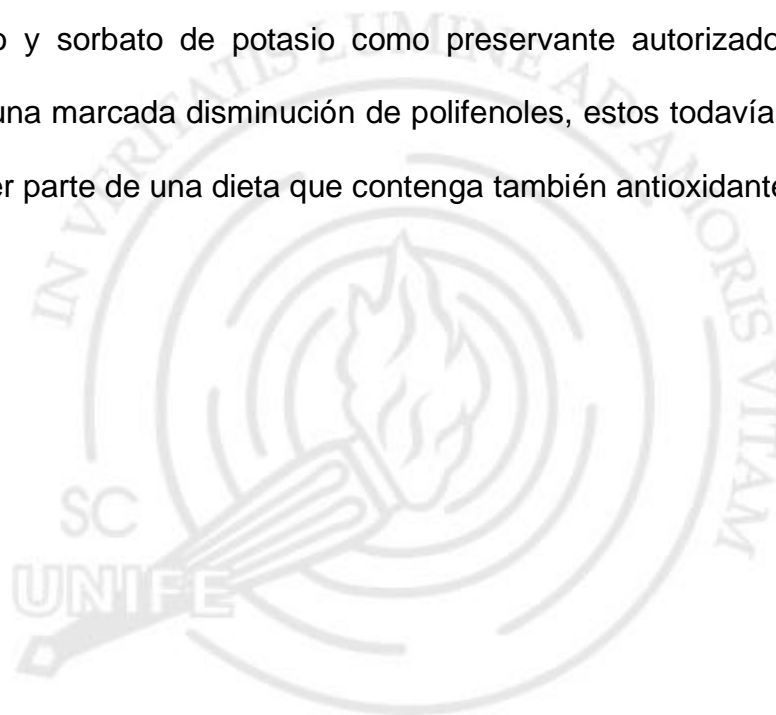
También han sido evaluadas por su contenido de compuestos fenólicos, la piña (22 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de fruto fresco), cupuacu o cacao blanco (20 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de fruto fresco) y granadilla (20 mg de ácido gálico/100 g de fruto fresco)³⁹, naranjilla o lulo (48 ± 3 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de fruto fresco), tomate de árbol variedad amarilla (78 ± 2 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de fruto fresco)¹⁰⁵, cuyos contenidos son menores a los que hemos hallados para el aguaymanto excepto este último.

Los diferentes resultados hallados en las determinaciones de polifenoles pueden tener su explicación por distintos motivos, por ejemplo, condiciones ambientales, la estación del año, el tipo de terreno en que se cultiva³⁹. Los climas cálidos favorecen la síntesis de ciertos polifenoles como la quercetina; el grado de madurez del fruto, a mayor madurez mayor contenido; el hecho de cocinar puede reducir el contenido en flavonoides como consecuencia del cambio de temperatura¹¹⁰. También influyen las formas de extracción, es decir, los solventes empleados y los métodos de ensayo, incluso la manera cómo se preparó la muestra³⁹. Cabe mencionar que el reactivo Folin-Ciocalteau además de reaccionar con los compuestos fenólicos, también interactúa con aminas alifáticas, triptófano, hidroxilamina, algunas purinas y otros agentes reductores³⁹.

La mermelada casera presentó 53.48 ± 0.85 mg equivalentes de ácido

gálico/100 g, una disminución en promedio de 20.8 % respecto de la muestra fresca. Esta disminución se puede explicar ya que en la mermelada sólo tenemos 50 % de fruta siendo el otro 50 % azúcar blanca. Choco¹⁸ señala que los productos que han pasado por un tratamiento térmico presentan una disminución más no una pérdida completa de polifenoles.

La mermelada comercial presentó 36.97 ± 0.66 mg de polifenoles equivalentes en ácido gálico/100 g, sobre este producto habría que considerar que contiene entre sus ingredientes además de aguaymanto, azúcar, pectina, ácido cítrico y sorbato de potasio como preservante autorizado. Si bien es cierto, hay una marcada disminución de polifenoles, estos todavía permanecen pudiendo ser parte de una dieta que contenga también antioxidantes.



CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. En el aguaymanto fresco se encontró la mayor capacidad antioxidante comparado con la mermelada casera y la mermelada comercial, tanto por el método ABTS como por el método DPPH.
2. En el aguaymanto fresco se encontró mayor contenido de vitamina C, seguido por la mermelada casera y la que presentó el menor contenido fue la mermelada comercial.
3. El aguaymanto fresco presentó la mayor concentración de polifenoles totales, seguido por la mermelada casera y la mermelada comercial fue en la que se encontró menor contenido de este grupo.

6.2 Recomendaciones

- Siguiendo las recomendaciones de la FAO es necesario consumir 75 mg diarios de vitamina C para estar saturados a plenitud. Teniendo los resultados de nuestro estudio de investigación podemos recomendar consumir 100 g de aguaymanto fresco al día, para obtener alrededor del 50 % del valor de ingesta diaria recomendada ya que durante el día tendremos otras fuentes que nos aporten vitamina C y así poder cubrir los requerimientos.
- Es recomendable consumir mermelada de aguaymanto hecha de forma casera debido a que con sólo dos ingredientes podemos conservar sus propiedades antioxidantes.
- Realizar investigaciones que estudien la composición nutricional de las frutas considerando el grado de madurez, la zona de cosecha, las

condiciones ambientales ya que cada vez más nos vamos dando cuenta cómo es que estas condiciones pueden hacer variar el contenido de compuestos bioactivos de una manera importante.

- Analizar y evaluar la capacidad antioxidante del aguaymanto en otras formas de consumo. De esta manera, se podría contribuir con el mantenimiento de una alimentación saludable.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización mundial de la salud. Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. Informe de una Consulta Mixta de Expertos OMS/FAO 2003 [citado 2016 abril 18]. Disponible en: http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_916_spa.pdf
2. Organización mundial de la salud. Enfermedades no transmisibles. 2015 [citado 2016 agosto 04]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/es/>
3. Organización mundial de la salud. Informe sobre la Situación Mundial de las enfermedades no transmisibles. Cumplimiento de las nueve metas mundiales relativas a las enfermedades no transmisibles, una responsabilidad compartida. 2014 [citado 2016 agosto 04]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149296/1/WHO_NMH_NVI_15.1_spa.pdf?ua=1&ua=1
4. Zamora J. Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. Rev.chil. nutr 2007 [citado 2017 julio 10]; 34(1): 17-26. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000100002&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000100002>.
5. Organización mundial de la salud. Aumentar el consumo de frutas y verduras para reducir el riesgo de enfermedades no transmisibles. 2017 [citado 2017 julio 10]. Disponible en: https://www.who.int/elena/titles/fruit_vegetables_ncds/es/
6. INEI, Perú enfermedades no transmisibles y transmisibles. 2015 [citado 2017 julio 10]. Disponible en: <http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicacionesdigitales/Est/Lib1357/libro.pdf>
7. Aparcana I, Villarreal L. Evaluación de la Capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto” de diferentes lugares geográficos del Perú. [tesis de grado]. Lima-Perú, UNMSM 2014 [citado 2016 abril 27]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3791/Aparcana_ai.pdf?sequence=1
8. Environmental Health Fact Sheet. University of Michigan. Environmental Health Science. Core Center. 2012 [citado 2016 octubre 02]. Disponible en: <http://ehscc.umich.edu/wp-content/uploads/OxidativeStressSPN.pdf>
9. Fischer G, Miranda D. Manual para el cultivo de frutales en el Trópico. Bogotá: Produmedios. 2012 [citado 2017 julio 13]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer/publication/257972716_Introduccion_Manual_para_el_cultivo_de_frutales_en_el_tropico/links/5794cee608aec89db7a2ca5f/Introduccion-Manual-para-el-cultivo-de-frutales-en-el-tropico.pdf

10. Fischer G, Almanza P, Miranda D. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Rev Bras Frutic Jaboticabal. 2014 [citado 2017 junio 23]; 36(1): 1-15. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v36n1/v36n1a03.pdf>
11. Ayala A. Cuantificación de los componentes bioactivos de mermelada de lima (*Citrus limetta* Risso) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) enriquecida con camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) y con características organolépticas aceptables [tesis de grado]. Universidad Norbert Wiener Facultad de Farmacia y Bioquímica Lima – Perú 2018. [citado 2019 julio 28]. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2297/TITULO%20-%20Annika%20Ada%20Ayala%20Vilchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
12. Arroyo L, Delgado L. Determinación de compuestos polifenólicos y evaluación del efecto antioxidante del fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto” comparado con su producto liofilizado. [tesis de grado]. Arequipa: Laboratorio de Control de Calidad de UCSM. Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas. Universidad Católica Santa María, 2016 [citado 2017 junio 22]. Disponible en: <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/5490/65.1537.FB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
13. Málaga R. Efecto del procesamiento del puré de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) sobre la Vitamina C, compuestos fenólicos, carotenoides y capacidad antioxidante. [tesis maestral]. Lima-Perú 2013.
14. Encina C, Bernal A, Rojas D. Efecto de la temperatura de pasteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica. Ingeniería Industrial [Internet]. 2013; (31):197-219. [citado 2019 abril 15]. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337430545009>
15. Gutiérrez J, Santiago Y, Hernández A. et al. Influencia de los métodos de cocción sobre la actividad antioxidante y compuestos bioactivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Nova scientia [revista en la Internet]. 2019 [citado 2019 Ago 01]; 11(22): 53-68. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052019000100053&lng=es. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1685>.
16. Cuastumal C, Valencia M et al. Efectos de los tratamientos térmicos en la concentración de vitamina C y color superficial en tres frutas tropicales. Revista Lasallista de Investigación 2016;13(1):85-93. [citado

2019 enero 18]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/695/69545978008.pdf>

17. Peppi C. Mermelada de tomates anaranjados, un nuevo producto saludable. [tesis de grado]. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina; 2015 [citado 2019 julio 24]. Disponible en: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7093/tesis-brom.-peppi-dario-2015.pdf
18. Choco O. Variación del potencial antioxidante durante la maduración de uvilla (*Physalis peruviana* L.) y su estabilidad frente a tratamientos térmicos. [tesis de grado]. Cuenca-Ecuador. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del Azuay; 2014 [citado 2017 junio 22]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4242/1/10801.pdf>
19. Hernández C. Desarrollo de productos tratados por procesos térmicos y no térmicos a partir del fruto *Physalis Peruviana* Linnaeus. Proyecto CORFO. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología 3013 Química Memoria [tesis de grado] 2013 [citado 2018 agosto 01] Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114228/hernandez_cc.pdf
20. Norma Técnica Peruana (NTP) 203.121 2007 (revisada el 2014). Frutas andinas tipo berries (Bayas). Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) fresco. Especificaciones. 1era Edición
21. Palacios J. Plantas Medicinales Nativas del Perú. 3ª ed. Lima; 2006
22. Diario El Comercio. Imagen aguaymanto. [citado 2016 octubre 17]. Disponible en: <http://elcomercio.pe/viu/estar-bien/beneficios-incorporar-aguaymanto-tu-dieta-noticia-1834222>
23. Franco L, Matiz G, Calle J *et al.* Actividad antiinflamatoria de extractos y fracciones obtenidas de cálices de *Physalis peruviana* L. Biomédica. 2007 Mar [citado 2019 noviembre 19], 27(1): 110-115. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572007000100010&lng=en.
24. Fernández R. Efecto de la ingesta de las frutas de Guanábana, Sachatomate, Aguaymanto y Tumbo serrano sobre la glicemia a través del Índice Glicémico. [tesis maestral]. Lima-Perú: Instituto de Investigación de Bioquímica y Nutrición Facultad de Medicina Humana, USMP, 2015; [citado 2017 julio 13]. Disponible en: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2091/3/Fernandez_rc.pdf
25. NTC 4580 Instituto Colombiano en Normas Técnicas y Certificación (Icontec). Norma Técnica Colombiana (NTC) 4580. 1999. Frutas

Frescas. Uchuva. Especificaciones. [citado 2018 febrero 17]. Disponible en: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC4580.pdf>

26. Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri). Dirección de estadística agraria, 2020.
27. Aristizábal A. Uchuva (*Physalis peruviana* L.): Estudio de su potencial aplicación en el desarrollo de alimentos con características funcionales. [citado 2018 agosto 02] Corporación Universitaria Lasallista Facultad de Ingenierías Especialización en Alimentación y Nutrición Caldas - Antioquia 2013 http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1044/1/Uchuva_estudio_potencial_aplicacion_desarrollo_alimentos_funcionales.pdf
28. Wu S, Lean N, Huang Y *et al.* June Antioxidant Activities of *Physalis peruviana*. Pharmaceutical Society of Japan, 2005 [citado 2017 marzo 26]. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/e12c/d9632284740cc5e6b0f1bce2ef249edb06c.pdf?_ga=2.248760847.92057832.1564405019-971120086.1564405019
29. Rodríguez S, Rodríguez E. Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* (aguaymanto) sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. Rev Med Vallejana. 2007 Vol. 4 N° 1 [citado 2018 agosto 01]. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/rmv/v04n1/pdf/a05v4n1.pdf>
30. Umaña E. Conservación de Alimentos por frío. Manual Manejo de frío para la conservación de alimentos. 2011 [citado 2018 febrero 14]. Disponible en: http://fusades.org/sites/default/files/investigaciones/manual_manejo_de_frio_para_la_conservacion_de_alimentos.pdf
31. Serra H, Cafaro T. Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana, vol. 41, núm. 4, octubre-diciembre, 2007, pp. 525-532 Federación Bioquímica de la Provincia de Buenos Aires Buenos Aires, Argentina. [citado 2018 setiembre 24]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53541410www.redalyc.org/pdf/535/53541410.pdf>
32. Badui S. Química de los Alimentos. Cuarta edición 2006. Director Técnico Grupo Herdez, S.A. de C.V. Pearson Educación de México, S.A. Atlacomulco No. 500, 5° piso Col. Industrial Atoto 53519, Naucalpan de Juárez, Edo. De México. [citado 2017 julio 11]. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf
33. Delgado L, Betanzos G, Sumaya MT. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. Rev Investigación y Ciencia (Aguascalientes), 2010; [citado 2016 julio 04] 50:10-15. Disponible en:

<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=674157440>

34. Pfizer Vitamina C (ácido ascórbico) 2007 [citado 2019 abril 17]. Disponible en https://www.pfizer.es/salud/prevencion_habitos_saludables/dietas_nutricion/vitamina_c_acido_ascorbico.html
35. Latham M. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Alimentación y Nutrición N° 29 de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, 2002. Capítulo 11 vitaminas [citado 2018 noviembre 20]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0f.htm>
36. Robinson D. Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos. Editorial Acribia SA. Zaragoza España. 1991
37. FAO. OMS. Necesidades Nutricionales del ser humano. Módulo 2. [citado 2019 julio 02]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/am401s/am401s03.pdf>
38. Jamanca N, Alfaro S. Antioxidantes en los Alimentos. Serie Notas de Clase Editorial UNAB. Universidad Nacional de Barranca. 2017 [citado 2018 agosto 27]. Disponible en: http://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/UNAB/11/NC_Antiox_Nicodemmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
39. Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED. Uchuva *Physalis peruviana* L. Fruta andina para el mundo. España 2014. [citado 2018 agosto 02]. Disponible en: <http://redcornucopia.org/uploads/formacion/Documentos/12/140620837217Physalis%20peruviana%20L.%20FRUTA%20ANDINA%20PARA%20EL%20MUNDO.pdf>
40. NIH U.S. National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information 2019 beta-Carotene | C40H56 - PubChem [citado 2018 agosto 24]. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/beta-carotene>
41. Carbajal A. Manual de Nutrición y Dietética Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. 2013 [citado 2018 setiembre 24] Disponible en: <https://eprints.ucm.es/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf>
42. Vilaplana M. Antioxidantes presentes en los Alimentos. Vitaminas, minerales y suplementos 2007 Vol 26 N° 10 [citado 2018 agosto 24] <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-antioxidantes-presentes-los-alimentos-vitaminas-13112893>
43. Urango L, Montoya A, Cuadros M *et al.* Efecto de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud. Perspectivas en Nutrición

Humana. Vol. 11 No. 1 enero-junio de 2009. Universidad de Antioquia. Medellín, 2009. [citado 2018 setiembre 24]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v11n1/v11n1a3.pdf>

44. López J. Isotretinoína. Informe técnico. Info - Farmacia.com Zaragoza 2016 [citado 2018 julio 27] Disponible en: <http://www.info-farmacia.com/ultimas-publicaciones/isotretinoinainformetecnico>
45. Gimeno E. Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. 2004 Vol 23 Núm 6 junio 2004 [citado 2017 julio 11]. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-compuestos-fenolicos-un-analisis-sus-1306350>
46. García E, Fernández I, Fuentes A. Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. Departamento de Tecnología de Alimentos. Etsiamn. Universitat Politècnica de Valencia. 2015 [citado 2018 julio 18]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%C3%ADnez%20et%20al.pdf?sequence=1>
47. Martínez A. Flavonoides. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia Medellín, 2005 [citado 2009 mayo 29] Disponible en: <https://www.academia.edu/19019525/Flavonoides>
48. Pérez G. Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. Rev Cubana Invest Bioméd 2003 Mar [citado 2019 noviembre 15]; 22(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002003000100007&lng=es
49. Menéndez C. Efectos vasculares de la quercetina y la catequina: interacciones y papel de los procesos de conjugación y desconjugación metabólica. [tesis doctoral] 2012 [citado 2019 octubre 18] Disponible en: <https://eprints.ucm.es/16238/1/T33896.pdf>
50. Panche A, Diwan A, Chandra S. Flavonoids: an overview Journal List J Nutr Sci v.5; 2016 PMC5465813 J Nutr Sci. 2016; 5: e47. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. 8600 Rockville Pike, Bethesda MD, 20894 USA, 2016 [citado 2018 agosto 24]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5465813/>
51. Barrón R, García M, Soto M *et al.* Flavonoides y actividad antioxidante de Calia secundiflora (Ort.) Yakovlev. Rev fitotec mex 2011 [citado 2018 Agosto 08]; 34(3): 151-157. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802011000300005&lng=es.
52. Estrada R, Ubaldo D, Araujo A. Los flavonoides y el Sistema Nervioso Central. Salud Ment 2012 [citado 2019 noviembre 16]; 35(5): 375-384. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-

33252012000500004&Ing=es.https://www.redalyc.org/pdf/582/58225155004.pdf

53. Cabrera R. Análisis de la fracción apolar del fruto de aguaymanto (*P. peruviana* L.) mediante Resonancia Magnética Nuclear [tesis maestra] 2017. Pontificia Universidad Católica del Perú [citado 2018 diciembre 21]. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9259/CABRERA_ALLPAS_RODRIGO_AGUAYMANTO_RNM_1.pdf?sequence=5
54. Vicente L, Prieto M, Morales A. Eficacia y seguridad de la quercetina como complemento alimenticio Revista de Toxicología, vol. 30, núm. 2, julio-diciembre, 2013, pp. 171-181 Asociación Española de Toxicología Pamplona, España [citado 2019 jul 26] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91931189008>
55. Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. Revisión. Departamento de Farmacología. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid. Instituto de Investigación en Ciencias de Alimentación. Madrid. España. Nutr Hosp. 2012; 27(1):76-89 [citado 2019 setiembre 24]. Disponible en: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revision_08.pdf
56. Matsubara S, Rodriguez D. Conteúdo de Miricetina, Quercetina e Kaempferol em Chás Comercializados no Brasil. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(2): 380-385, abr.-jun. 2006 [citado 2019 octubre 18] Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612006000200021
57. Reyes M, Guanilo C, Ibáñez M *et al.* Efecto del consumo de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) sobre el perfil lipídico de pacientes con hipercolesterolemia. Acta Med Per 2015;32(4):195-201. [citado 2018 agosto 01] Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v32n4/a02v32n4.pdf>
58. Arun M, Asha V. Preliminary studies on antihepatotoxic effect of *Physalis peruviana* Linn. (Solanaceae) against carbon tetrachloride induced acute liver injury in rats Journal of Ethnopharmacology Volume 111, Issue 1, 20 2007, Pages 110-114 [citado 2018 agosto 02]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874106005769?via%3Dihub>
59. Medina D. Implementación de una metodología para la obtención de marcadores de frutos de *Physalis peruviana* L. y evaluación de la actividad hipoglicemiante. Universidad Nacional de Colombia. 2012 [citado 2019 julio 18]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/11056950.pdf>

60. Tomassini T, Barbi N, Ribeiro I *et al.* (2000). Gênero *Physalis* - uma revisão sobre vitaesteróides. *Química Nova*, 23(1), 47-57. 2000 [citado 2017 julio 18]. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422000000100011>.
61. Cárdenas N, Pedraza J. Especies reactivas de oxígeno y sistemas antioxidantes: aspectos básicos. 2006 [citado 2018 agosto 03] Disponible en: <http://189.203.43.34:8180/bitstream/20.500.12103/3061/1/art-invest2006-07.pdf>
62. Belsare D, Pal S, Kazi A *et al.* Evaluation of Antioxidant Activity of Chalcones and Flavonoids. *International Journal of ChemTech Research Coden (USA) Vol.2, No.2*, pp 1080-1089, 2010. [citado 2018 agosto 20] Disponible en: [http://sphinxesai.com/s_v2_n2/CT_V.2No.2/ChemTech_Vol_2No.2_pdf/CT=52%20\(1080-1089\).pdf](http://sphinxesai.com/s_v2_n2/CT_V.2No.2/ChemTech_Vol_2No.2_pdf/CT=52%20(1080-1089).pdf)
63. Figueroa S, Mollinedo O. Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de *Hylocereus undatus* "pitahaya" e identificación de los fitoconstituyentes. [tesis de grado] 2017. Universidad Wiener [citado 2018 agosto 20]. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/924/TITULO%20-%20Mollinedo%20Moncada%2C%20Ofelia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
64. Venéreo J. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Rev Cub Med Militar*, 2002 [citado 2019 setiembre 30]; 31(2): 126-133. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572002000200009&lng=es.
65. Fisicanet. Imagen de Proceso redox. [citado 2017 junio 11]. Disponible en: http://www.fisicanet.com.ar/biologia/metabolismo/ap05_oxido_reduccion.php
66. Maldonado O, Jiménez E, Bernabé M *et al.* Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. *Rev Med UV (Veracruz)* 2010; [citado 2018 agosto 03]. 32-39. Disponible en: https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol10_num2/articulos/radicales.pdf
67. Corrales L, Muñoz M. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. *Nova - Publicación Científica en Ciencias Biomédicas Vol. 10 No. 18*, 2012: 135 - 250 [citado 2018 agosto 02]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v10n18/v10n18a08.pdf>
68. Halliwell B. Reactive Species and Antioxidants. *Redox Biology Is a Fundamental Theme of Aerobic Life. Plant Physiol* 41 (2): 312–322. 2006 [citado 2018 agosto 22]. Disponible en: 127

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1475431/>

69. Benítez D. Vitaminas y oxidoreductasas antioxidantes: defensa ante el estrés oxidativo. Rev Cubana Invest Bioméd 2006 [citado 2016 octubre 03]; 25(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002006000200010&lng=es.
70. Hicks J, Torres Y, Sierra M. Estrés oxidante. Concepto y clasificación. Revista de Endocrinología y Nutrición Vol. 14, No. 4 2006 pp 223-226 [citado 2018 agosto 22] Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/endoc/er-2006/er064b.pdf>
71. Valverde G. Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de *Ipomoea batatas* (camote). [tesis de grado] 2014. E.A.P. Nutrición Facultad de Medicina. Universidad nacional Mayor de San Marcos. [citado 2018 agosto 22]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4080/Valverde_ag.pdf?sequence=3
72. Ruiz M. Imagen de Estrés Oxidativo. [citado 2018 agosto 17] Disponible en: Fuente: DOI: http://dx.doi.org/10.18567/sebbmdiv_RPC.2018.04.1
73. Suarez S. Actividad captadora de Radicales Libres y Efecto Antioxidante de metabolitos secundarios del extracto acuoso del *Allium sativum* var. Huaralino (Ajo) en modelos *in vitro*. [tesis doctoral]. Lima-Perú: Centro de Investigaciones de Bioquímica y Nutrición, UNMSM, 2014; [citado 2016 setiembre 26]. Disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3963/1/Suarez_cs\(2\).pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3963/1/Suarez_cs(2).pdf)
74. Romojaro F, Madrid M, Pretil M. Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios. 2007. Dpto. Tecnología de Alimentos, CEBAS-CSIC, 91-6. [citado 2018 noviembre 01]. Disponible en: https://www.academia.edu/17047055/FACTORES_PRE_COSECHA_CALIDAD_CONSERVACION
75. Flores C. Elaboración y Evaluación Nutricional comparativa de mermelada de guayaba (*Psidium guajava*) deshidratada frente a mermeladas caseras e industrial. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador 2012 [citado 2018 setiembre 06]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2470/1/56T00354.pdf>
76. Codex Alimentarius. Codex standard for sugar Codex stan 212-1999. [citado 2019 febrero 18]. Disponible en: <http://www.fao.org/faowhocodexalimentarius/shroxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252F>

77. Codex Alimentarius. Norma para las confituras, jaleas y mermeladas. Cxs 296-2009 Adoptada en 2009. Enmendada en 2017. [citado 2017 noviembre 19]. Disponible en: http://www.fao.org/faowhocodexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=http%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B296-2009%252FCXS_296s.pdf
78. Kuskoski M, Suero A, Troncoso A *et al.* Aplicación de diversos métodos químicos para determinar Actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciênc Tecnol Aliment*, Campinas, 25(4): 726-732, out.-dez. 2005 [citado 2018 setiembre 20]. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27642.pdf>
79. Tovar J. Determinación de la Actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecorregión cafetera. [tesis de grado] Universidad Tecnológica de Pereira, 2013. [citado 2019 abril 04]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/3636>
80. Govea M, Zugasti S, Valdivia B *et al.* Actividad anticancerígena del Ácido Gálico en Modelos Biológicos *in vitro*. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila* 2013. Vol. 5, N° 9. *acta Química Mexicana*. [citado 2019 noviembre 18]. Disponible en: <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%209/2.-%20Govea%20Salas.pdf>
81. FAO Glosario de términos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [citado 2016 julio 27]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s07.pdf>
82. Coronado Marta, Vega Salvador, Gutierrez Rey *et al.* Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Rev Chil Nutr* Vol. 42, N°2, 2015. [citado 2016 setiembre 29] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
83. Muedas G. Estudio químico y la Actividad antioxidante de la *Bauhinia guianensis* var. *kuntiana* Aubl. [tesis maestral]. Lima-Perú, Pontificia Universidad católica del Perú, 2013; [citado 2016 octubre 13]. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4794/MUEDAS_TAIPE_GOLFER_ACTIVIDAD_ANTIOXIDANTE_BAUHINIA_GUINENSIS.pdf;jsessionid=45DFFD9BCF78CA9AC4878707261E45C0F?squence=1
84. Oliveira G. Capacidad antioxidante de *averrhoa carambola* L. (carambola) frente a sistemas generadores de Radicales Libres. [tesis maestral]. Lima-Perú: Laboratorio de Bioquímica Clínica y Nutricional, UNMSM 2014, [citado 2016 abril 06]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3943/1/Oliveira_bg.

pdf

85. Guija E, Ponce J, Zarzosa E. Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar Capacidad antioxidante. *Horiz Med* 2015; 15:57-60(1) [citado 2018 agosto 01]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-558X2015000100008&script=sci_abstract
86. Porras A, Lopez A. Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos* 3(1):121-134 Departamento de Ingeniería Química y de Alimentos Universidad de Las Américas Puebla. México 2009 [citado 2017 julio 13]. Disponible en: [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TZIA-3\(1\)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TZIA-3(1)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf)
87. Quintanar M, Calderón J. La Capacidad antioxidante total: bases y aplicaciones. *Revista de Educación Bioquímica*, vol. 28, núm. 3, 2009, pp. 89-101. Universidad Autónoma de México. [citado 2018 agosto 24]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/490/49016098004.pdf>
88. Cofré A. Determinación de Polifenoles Totales, Actividad Antioxidante y Antocianinas de Jugo de Murtilla (*Ugni molinae* Turcz) obtenido por Condensación de Vapor. [tesis de grado] 2015. Universidad Austral de Chile [citado 2019 noviembre 08]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/fac675d/doc/fac675d.pdf>
89. Vitamina C. Enciclopedia médica MedlinePlus. Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. [citado 2019 noviembre 08]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002404.htm>
90. Repo R, Encina C. Determinación de la Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Rev Soc Quím Perú*. 2008, 74, N° 2 (108-124). Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. [citado 2019 julio 24]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v74n2/a04v74n2.pdf>
91. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010 [citado 2016 octubre 15]; Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
92. Municipalidad distrital de Chinchao [citado 2018 mayo 5]; Disponible en: https://www.peru.gob.pe/Nuevo_Portal_Municipal/portales/Municipalidad/es/900/entidad/pm_municipalidad.asp
93. Proyecto de Desarrollo Integral del Distrito de Chinchao - Acomayo. [citado 2018 mayo 5]; Disponible en: http://www.munichinchao.gob.pe/gal_tematico/ARCHIVO_TEMATICO_91312_ENTIDAD_900.pdf

94. Diagrama Estacional – Sondeo Rural Rápido [citado 2018 mayo 6];
Disponible en:
http://www.munichinchao.gob.pe/gal_tematico/ARCHIVO_TEMATICO_91312_ENTIDAD_900.pdf

95. Peña M. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática 2007 Escuela de Física. Universidad de El Salvador [citado 2017 julio 13]. Disponible en:
https://academica.ues.edu.sv/uiu/elementos_estudio/.../fisica/.../termodinamica.pdf

96. Técnicas Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición (CIBN) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

97. Chura M. Efecto de la concentración de la raíz fresca de yacón *Smallanthus sonchifolia* en su Capacidad antioxidante frente a la formación de Radicales Libres. [tesis maestra]. Lima: Laboratorio de Bioquímica Clínica y Nutricional. Centro de investigación de Bioquímica y Nutrición. Facultad de Medicina UNMSM, 2013 [citado 2016 julio 18]. Disponible en:
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4530/1/Chura_mm.pdf

98. Huaccho C. Capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas de 84 cultivares de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) [tesis maestra] 2016. Universidad Nacional agraria la Molina. [citado 2019 julio 19]. Disponible en:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2844/Q04-H833-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

99. La Rosa Toro A, Vigo F, Muedas G. Evaluación de la actividad antioxidante del pisco peruano mediante voltametría cíclica. *Rev. Soc. Quím. Perú* [online]. 2011, vol.77, n.2 [citado 2019 julio 09], pp.127-134. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v77n2/a05v77n2.pdf>
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2011000200005&lng=es&nrm=iso. ISSN 1810-634X.

100. Ruiz E. Comparación de métodos de análisis para la determinación de capacidad antioxidante en uvilla (*Physalis peruviana*). [tesis de grado] Universidad UTE, 2018 [citado 2020 junio 04]. Disponible en:
http://192.188.51.77/bitstream/123456789/18479/1/70898_1.pdf

101. Zavaleta J, Muñoz A, Blanco Teresa *et al.* Capacidad antioxidante y principales ácidos fenólicos y flavonoides de algunos alimentos. *Horizonte Médico*, vol. 5, núm. 2, 2005. Universidad de San Martín de Porres La Molina, Perú. [citado 2019 enero 27]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/3716/371637113004.p>

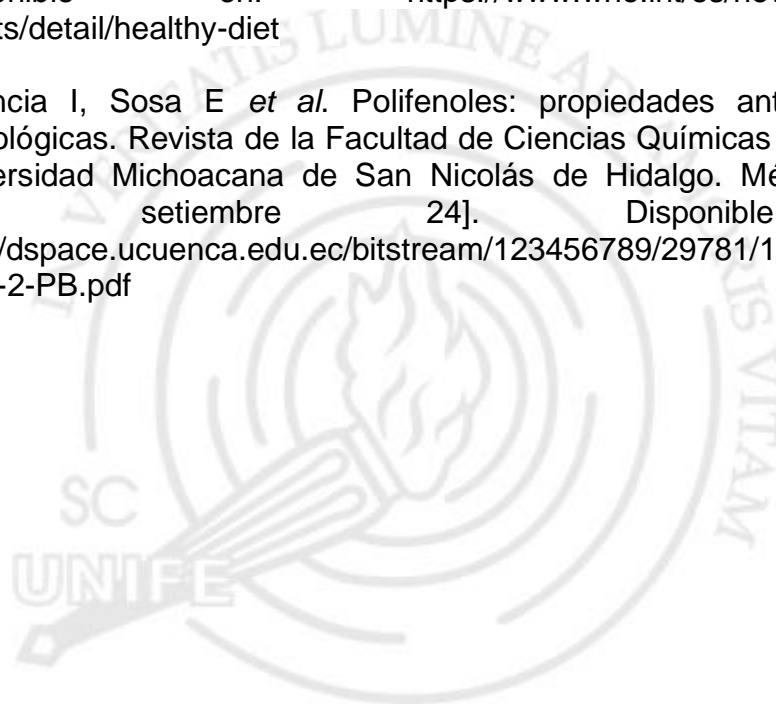
102. Pérez Jara. Metodología para la evaluación de ingredientes funcionales

antioxidantes. Efecto de Fibra Antioxidante de Uva en status antioxidante y parámetros de riesgo cardiovascular en humanos. [tesis doctoral] 2007 Facultad de Ciencias - Departamento de Química Física Aplicada. Universidad Autónoma de Madrid. [citado 2018 setiembre 21]. Disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/1671/6494_perez_jimenez_jara.pdf

103. Jurado B, Aparcana I, Villareal L *et al.* Evaluación del contenido de Polifenoles totales y la Capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú. *Rev Soc Quím Perú.* 82(3) 2016. [citado 2017 julio 23]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v82n3/a03v82n3.pdf>
104. Hernández M. Actividad antioxidante y citotóxica de las fisalinas y de los flavonoides presentes en las hojas de *Physalis peruviana* L. [Tesis maestral]. UNMSM Facultad de Farmacia y Bioquímica Unidad de Posgrado Lima – Perú 2015. [citado 2019 julio 18]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4786/Hernandez_pm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
105. Cerón I, Higuera J, Cardona C. Capacidad antioxidante y contenido fenólico total de tres frutas cultivadas en la región andina. *Rev Vector* 5 2011 [citado 2017 julio 07]; p.17 - 26. Disponible en: http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector5_2.pdf
106. Bastías J, Cepero Y. La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos. *Rev chil nutr* 2016 [citado 2019 setiembre 13]; 43(1): 81-86. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000100012&lng=es.
107. Balz F. *Natural Antioxidants in Human Health and Disease*. Academic Press 558 páginas. 2012 [citado 2019 Julio 18]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=GYUXAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=vitamin+c+in+health+and+disease&ots=vQefuVfTgI&sig=icNnIF4dMfmK4OpoWBtMql58djg&redir_esc=y#v=onepage&q=vitamin%20c%20in%20health%20and%20disease&f=false
108. Tuero B. Funciones de la Vitamina C en el metabolismo del colágeno. *Rev Cubana Aliment Nutr*, 2000 [citado 2019 agosto 2012] Disponible en: <https://cmappublic3.ihmc.us/rid=1GQ861HNG-L3S88S-LKM/VITAMINAS%20PDF.pdf>
109. Hwang G, Shin Y, Lee S *et al.* Effects of Different Cooking Methods on the Antioxidant Properties of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Preventive nutrition and food science*, 17(4), 286–292. doi:10.3746/pnf.2012.17.4.286 [citado 2017 enero 27] Disponible en: <https://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=https://www.ncbi.n>

lm.nih.gov/pmc/articles/PMC3866734/&prev=search

110. Basulto J, Moñino M, Farran A. et al. Recomendaciones de manipulación doméstica de frutas y hortalizas para preservar su valor nutritivo. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. Vol.18(2) 2014: 100-115 [citado 2018 septiembre 06]. Disponible en: <http://renhyd.org/index.php/renhyd/article/view/85/90>
111. Ellong E, Billard C, Adenet S *et al.* Polyphenols, Carotenoids, Vitamin C Content in Tropical Fruits and Vegetables and Impact of Processing Methods. *Food and Nutrition Sciences*, 2015, 6, 299-313. [citado 2018 agosto 12]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.63030>
112. OMS, Alimentación sana. Datos y cifras. 2018. [citado 2019 junio 20]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
113. Valencia I, Sosa E *et al.* Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas* N° 16, 2017. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. [citado 2019 setiembre 24]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29781/1/2.%201583-4794-2-PB.pdf>



APÉNDICE

INFORME DE RESULTADOS CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

CIBN - UNMSM



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 Universidad del Perú, Decana de América
 Facultad de Medicina



RESULTADO IC50

	ABTS			DPPH		
	IC50	AAEAC	TEAC	IC50	AAEAC	TEAC
	mg/mL	mg Vit C/g fruto humedo	mg Trolox/g fruto humedo	mg/mL	mg Vit C/g fruto humedo	mg Trolox/g fruto humedo
Fruto fresco	7.63	0.296	0.390	9.34	0.336	0.349
Mermelada A	8.34	0.271	0.357	14.56	0.216	0.224
Mermelada B	12.69	0.178	0.235	17.72	0.177	0.184
Vitamina C (µg/mL)	2.26		3.14			
Trolox (µg/mL)	2.98		3.26			

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Joyeux, M., Mortier, F., & Fleurentin, J. (1995). Screening of antiradical, antilipoperoxidant and hepatoprotective effects of nine plant extracts used in Caribbean folk medicine. *Phytotherapy Research*, 9(3).

Solicitantes:

- Isabel Sueli Diaz Ayon <suelidiazayon@gmail.com>
- Teresa Arenas <terarns@gmail.com>

