



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS DE LA UVILLA *Physalis peruviana* L.,
CONTENIDO DE POLIFENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN
ATMÓSFERAS MODIFICADAS Y REFRIGERACIÓN.**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

AUTOR:

Lechón Tulcán Lidia Zeneida

DIRECTOR:

Ing. Juan Carlos de la Vega, MSc

Ibarra-Ecuador

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR
DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:


DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003671201		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Lechón Tulcán Lidia Zeneida		
DIRECCIÓN:	San Antonio de Ibarra		
EMAIL:	lzechont@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062550158	TELÉFONO MÓVIL:	0969257622
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	Estudio del comportamiento de las características físico-químicas de la uvilla <i>Physalis peruviana</i> L., contenido de polifenoles y capacidad antioxidante en atmósferas modificadas y refrigeración		
AUTOR (ES):	Lechón Tulcán Lidia Zeneida		
FECHA:	20/05/2022		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO	<input type="checkbox"/> POSGRADO	
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Juan Carlos de la Vega, MSc		

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de mayo del 2022

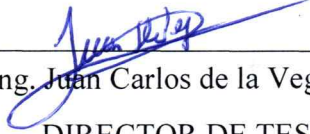
AUTOR:



Lechón Tulcán Lidia Zeneida
C.C. 1003671201

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita Lechón Tulcán Lidia Zeneida, con C.C. 1003671201 bajo mi supervisión.



Ing. Juan Carlos de la Vega MSc
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de mayo del 2022

AUTOR:



Lechón Tulcán Lidia Zeneida

CC: 1003671201

DEDICATORIA

El presente trabajo con todo cariño dedico a mis padres Santiago Lechón y Beatriz Tulcán, el pilar fundamental en mi vida, apoyándome en cualquier circunstancia. Su amor, paciencia y esfuerzo siempre estuvieron presentes a pesar de la distancia, lo que me ha permitido culminar mi carrera profesional, llegando a cumplir una de mis metas más anheladas.

A mi hermano Santiago por su cariño, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera, y por siempre confiar en mí e incentivarme a creer en mis capacidades y por ende cumplir todas mis metas.

Lechón L.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la vida, por haberme permitido llegar a conseguir una meta más, bendiciéndome y dándome fuerzas para nos desfallecer.

Agradezco a mis padres Santiago y Beatriz que fueron el sustento en todo momento, que me han permitido construir pese a todo obstáculo que se presento en todo este trayecto. A mis hermanos, Armando, Santiago y Joselyn, que con su amor, comprensión y palabras de aliento han sido un apoyo para culminar mis objetivos propuestos.

De manera especial a mi director de tesis Ing. Juan Carlos de la Vega por su paciencia, comprensión, compromiso y por todo su tiempo dedicado, de igual manera a mis asesores Bioq. Valeria Olmedo e Ing. Marco Lara.

A Henry I. por estar en los momentos difíciles, alegres, tristes y por alentarme en todo el transcurso de mi carrera, su apoyo me ha permitido culminar este proyecto.

Mis agradecimientos a mi familia que estuvieron presentes de una u otra manera, en especial a Diana V. por haberme guiado con su conocimiento en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos y compañeros que me acompañaron en el transcurso de mi carrera, en especial a: Yuly P., Stefanny R., Lizbeth H., Paola A., Valeria C., Jefferson A., Abel R., y Xavier A., ustedes hicieron de esta etapa la mejor experiencia.

Lechón L.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
RESUMEN	V
ABSTRACT.....	VI
CAPÍTULO I	1
1.1. PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4 HIPÓTESIS.....	4
1.4.1 HIPÓTESIS NULA	4
1.4.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA	4
CAPITULO II	5
2.1. UVILLA.....	5
2.1.1. GENERALIDADES	5
2.1.2. CULTIVO DE LA UVILLA	6
2.1.3. CULTIVO DE LA UVILLA EN ECUADOR.....	7
2.1.4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.....	9
2.1.5. VARIEDADES	10
2.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA UVILLA	10
2.2.1. pH.....	11
2.2.2. SÓLIDOS SOLUBLES	11
2.2.3. ÍNDICE DE MADUREZ.....	12
2.3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES	13
2.3.1. ÁCIDO ASCÓRBICO	13
2.3.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	13
2.3.3. POLIFENOLES TOTALES	14

2.3.4. COMPUESTOS BIOACTIVOS	14
2.4. ALMACENAMIENTO DE LA UVILLA.....	15
2.4.1. TRATAMIENTO CON ATMÓSFERAS MODIFICADAS	15
2.4.2. ATMÓSFERA MODIFICADA PASIVA Y ACTIVA	15
2.4.3. TRATAMIENTO ATMÓSFERAS CONTROLADAS	16
CAPITULO III.....	17
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	17
3.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	17
3.3. METODOLOGÍA	18
3.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA UVILLA MEDIANTE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS, CONTENIDO DE POLIFENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	119
3.3.2. EVALUACIÓN EL COMPORTAMIENTO DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA UVILLA DURANTE EL ALMACENAMIENTO CON ATMÓSFERAS MODIFICADAS Y REFRIGERACIÓN. 19	
3.3.2.1. Factores de estudio.....	20
3.3.2.2. Tratamientos	20
3.3.2.3. Unidad Experimental	21
3.3.2.4. Características del experimento	21
3.3.2.5. Esquema del análisis estadístico	21
3.3.3. EVALUACIÓN DEL EFECTO QUE TIENE LA MODIFICACIÓN DE ATMÓSFERAS DENTRO DEL EMPAQUE SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, CONTENIDO DE POLIFENOLES Y LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA UVILLA AL FINALIZAR EL TRATAMIENTO.	22
3.3.4. ANÁLISIS ECONÓMICO	22
3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.....	22
3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL ALMACENAMIENTO DE LA UVILLA.....	22
3.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE LA UVILLA. ..	24
3.4.2.1. Recepción de la materia prima.....	24
3.4.2.2. Clasificación y Selección.....	24
3.4.2.3. Pesado	25
3.4.2.4. Envasado	26
3.4.2.5. Almacenamiento	26
3.5. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS.....	27

3.5.1. DETERMINACIÓN DEL COLOR DEL FRUTO	27
3.5.2. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ.....	28
3.5.3. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES.....	28
3.5.4. DETERMINACIÓN DEL PH	28
3.5.5. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE.....	29
3.5.6. DETERMINACIÓN DEL ÁCIDO ASCÓRBICO.....	29
3.5.7. DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES.....	30
3.5.7.1. Preparación de la muestra	30
3.5.7.2. Preparación del Extracto	30
3.5.7.3. Cuantificación.....	31
3.5.8. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	31
CAPITULO IV	32
4.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE LA UVILLA	32
4.2. COMPORTAMIENTO DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA UVILLA DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS.	35
4.2.1. COMPORTAMIENTO DE FENOLES TOTALES DE LA UVILLA EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS.	35
4.2.2. COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA UVILLA EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS	37
4.3. EVALUACIÓN DEL EFECTO QUE TIENE LA MODIFICACIÓN DE ATMÓSFERAS DENTRO DEL EMPAQUE SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, Y LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA UVILLA AL FINALIZAR EL TRATAMIENTO.	39
4.3.1. ANÁLISIS DE pH	39
4.3.2. SÓLIDOS SOLUBLES	41
4.3.3. ACIDEZ TITULABLE.....	43
4.3.4. ÍNDICE DE MADUREZ.....	45
4.3.5. VITAMINA C.....	47
4.3.6. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	49
4.3.7. POLIFENOLES TOTALES	51
4.3.8. COLOR.....	53
4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO AL MEJOR TRATAMIENTO RESULTANTE.....	59
4.4.1. COSTO DE MATERIA PRIMA	60

4.4.2. COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	61
4.4.3. COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA.....	62
4.4.4. PRESUPUESTO DE COSTO DE PRODUCCIÓN	62
4.4.5. PRESENTACIÓN DE LA UVILLA EN DIFERENTES PRESENTACIONES	64
CAPITULO V	65
5.1. CONCLUSIONES	65
5.2. RECOMENDACIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la uvilla	4
Tabla 2. Contenido nutricional por cada 100 g de pulpa de uvilla	8
Tabla 3. Variedades de uvilla en el Ecuador	9
Tabla 4. Características fisicoquímicas de la uvilla	10
Tabla 5. Localización del experimento	16
Tabla 6. Instrumentos, equipos y reactivos a utilizar	17
Tabla 7. Análisis fisicoquímicos y funcionales.	16
Tabla 8. Factores en estudio	17
Tabla 9. Interacción de los tratamientos, Temperatura (A), gases (B)	17
Tabla 10. Unidades experimentales del experimento	18
Tabla 11. ANOVA para un Diseño Completamente al Azar	18
Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos y compuestos funcionales de la materia prima.	27
Tabla 13. Parámetros de color de la materia prima con y sin capuchón	29
Tabla 14. Análisis de varianza para el pH al finaliza el almacenamiento en atmósferas modificadas	34
Tabla 15. Diferencia mínima significativa para pH factor B	34
Tabla 16. Análisis de varianza realizado a sólidos solubles.....	35
Tabla 17. Diferencia mínima significativa sólidos solubles de la uvilla Factor A.....	36
Tabla 18. Diferencia mínima significativa sólidos solubles de la uvilla para Factor B.....	37
Tabla 19. Análisis de Varianza de la Acidez titulable	38
Tabla 20. Análisis de Varianza del índice de madurez	40
Tabla 21. Análisis de Varianza del Ácido Ascórbico	42
Tabla 22. Análisis de Varianza de Capacidad Antioxidante	44
Tabla 23. Análisis de Varianza de Polifenoles Totales	46
Tabla 24. Parámetros de color de la uvilla con capuchón al finalizar el tratamiento	48
Tabla 25. Parámetros de color de la uvilla sin capuchón al finalizar el tratamiento	49
Tabla 26. Análisis de Varianza para el cambio de color (ΔE) a la uvilla con capuchón	51
Tabla 27. Análisis Varianza para el cambio de color (ΔE) en la uvilla sin capuchón.....	52
Tabla 28. Presupuesto de Costo de Producción	54
Tabla 29. Costos de Envases y Embalajes	55
Tabla 30. Materiales	55
Tabla 31. Costo de Mano de Obra Directa	56
Tabla 32. Gastos de Administración	57
Tabla 33. Presupuesto de Costo de Producción	57
Tabla 34. Costo total de Operación en USD	58
Tabla 35. Costo por g de uvilla.....	58
Tabla 36. Precios y presentaciones de la uvilla.....	59

Tabla 37. Análisis Físico químicos realizados a la materia y al finalizar almacenamiento.....	68
Tabla 38. Análisis de capacidad antioxidante durante el almacenamiento cada cuatro días.....	68
Tabla 39. Análisis de polifenoles totales durante el almacenamiento cada cuatro días.	68
Tabla 40. Parámetros de linealidad de la curva patrón para el análisis de polifenoles totales.....	66
Tabla 41. Estudio de precisión para el análisis de polifenoles totales	70
Tabla 42. Parámetros de linealidad de la curva patrón para el análisis capacidad antioxidante y polifenoles totales.....	72
Tabla 43. Estudio de precisión para el análisis de capacidad antioxidante	72
Tabla 44. Prueba Tukey para el pH de la uvilla	73
Tabla 45. Diferencia mínima significativa para el pH de la uvilla para el factor B	74
Tabla 46. Prueba Tukey para sólidos solubles (°Brix) de la uvilla	74
Tabla 47. Diferencia mínima significativa para sólidos solubles de la uvilla para el factor A.....	74
Tabla 48. Diferencia mínima significativa sólidos solubles de la uvilla para el Factor B.....	75
Tabla 49. Tukey de la acidez titulable de la uvilla	75
Tabla 50. Diferencia mínima significativa para acidez titulable de uvilla para el factor A.....	75
Tabla 51. Diferencia mínima significativa para acidez titulable de uvilla para el Factor B.....	75
Tabla 52. Tukey del índice de madurez de la uvilla	76
Tabla 53. Diferencia mínima significativa para índice de madurez de la uvilla para el factor A.....	76
Tabla 54. Diferencia mínima significativa índice de madurez de la uvilla Factor B.....	76
Tabla 55. Tukey del ácido ascórbico de la uvilla	76
Tabla 56. Diferencia mínima significativa para ácido ascórbico uvilla factor B.....	76
Tabla 57. Tukey de la capacidad antioxidante de la uvilla	77
Tabla 58. Diferencia mínima significativa capacidad antioxidante de uvilla para el Factor A.....	77
Tabla 59. Diferencia mínima significativa capacidad antioxidante de uvilla para el Factor B.....	77
Tabla 60. Prueba Tukey para polifenoles totales de la uvilla	78
Tabla 61. Prueba DMS para polifenoles de la uvilla Factor A.....	78
Tabla 62. Prueba DMS para polifenoles de la uvilla y Factor B	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Color de la uchuva (NTC 4580).....	11
Figura 2. Diagrama de flujo del experimento.....	18
Figura 3. Recepción de la materia prima.....	19
Figura 4. Clasificación de la materia prima.....	20
Figura 5. Pesado de la materia prima.....	20
Figura 6. Envasado.....	21
Figura 7. Almacenamiento de la uvilla en atmosferas modificadas.....	22
Figura 8. Valores obtenidos en el modelo CIELAB.....	29
Figura 9. Comportamiento de polifenoles totales de los tratamientos a temperaturas de a (5°C) y b (8°C).....	31
Figura 10. Comportamiento de la capacidad antioxidante de los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5 y T6) en atmosferas modificadas a temperaturas de 5 °C (a) y 8 °C (b).....	33
Figura 11. Prueba Tukey realizada a los tratamientos para pH.....	35
Figura 12. Prueba Tukey realizada a los sólidos solubles de la uvilla.....	37
Figura 13. Prueba DMS para los factores A y B (a) y Tukey para la acidez titulble (b).....	39
Figura 14. Prueba DMS para los factores A y B (a) y Tukey para el índice de madurez de la uvilla (b).....	41
Figura 15. Prueba DMS para el factor A y B (a) y Tukey para el ácido ascórbico de la uvilla (b).....	43
Figura 16. Prueba DMS para los factores A y B (a) y Tukey para capacidad antioxidante de la uvilla (b).....	45
Figura 17. Prueba DMS para los factores A y B (a) y Tukey para polifenoles totales de la uvilla (b).....	47
Figura 18. Parámetros del color Hue de la uvilla con capuchón (a) y sin capuchón (b) de los diferentes tratamientos.....	50
Figura 19. Prueba DMS para los factores A y B (a) y Tukey para cambio de color (ΔE) (b) de la uvilla con capuchón.....	51
Figura 20. Prueba DMS para el factor B (a) y Tukey para cambio de color (ΔE) para la uvilla sin capuchón (b).....	53
Figura 21. Curva de calibración promedio para el análisis de polifenoles totales.....	69

Figura 22. Recuperación de polifenoles totales en muestra de uvilla.....	71
Figura 23. Curva promedio de calibración para la medición de capacidad antioxidante	71
Figura 24. Recuperación de capacidad antioxidante en muestra de uvilla	73

RESUMEN

La uvilla es una fruta nativa de la región andina, apetecida en el mercado internacional debido a sus características nutricionales. Esta fruta se exporta principalmente deshidratada, ya que hacerlo en fresco es complicado debido a la acelerada degradación de compuestos durante la maduración a partir de la cosecha. La presente investigación tuvo como objetivo conservar las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la uvilla por un lapso de 16 días, mediante la aplicación de atmósferas modificadas utilizando tres concentraciones de gases (5% O₂ + 15% CO₂ + 80% N₂ y 60% O₂ + 20% CO₂ + 20% N₂ y aire como testigo) y refrigeración a temperaturas de 5 y 8 °C. El fruto se recolectó del cantón Otavalo, el envasado se llevó a cabo en fundas de polietileno de baja densidad, la evaluación de los análisis fisicoquímicos se realizó a la materia prima y al finalizar el almacenamiento. Mientras que los análisis funcionales se llevaron a cabo en todo el proceso de almacenamiento (a la materia prima y los días 4, 8, 12 y 16). Se observó que las atmósferas modificadas con concentraciones enriquecidas con 60% O₂ + 20% CO₂ + 20% N₂ a temperatura de refrigeración de 8°C (Tratamiento 4) lograron conservar en mayor medida las propiedades funcionales de la uvilla (Actividad antioxidante 339,81 µM Trolox/100g MS, polifenoles totales 189,88 mg AG/100g MS, ácido ascórbico 28,5 mg/g) con respecto al valor inicial. Mientras que, el tratamiento 2 (5% O₂ + 15% CO₂ + 80% N₂ a 5 °C) fue aquel que conservó las características fisicoquímicas (acidez titulable, pH, sólidos solubles, índice de madurez y color). Además, la evaluación económica muestra que la uvilla conservada en AM puede ser un 6 % más económica que el precio del fruto fresco a nivel internacional y presentar una capacidad antioxidante superior (50 %).

Palabras clave: uvilla, atmósferas modificadas, funcionales

ABSTRACT

The “uvilla” is a native fruit of the Andean region that is desired in the international market due to its nutritional traits. It is mainly exported dehydrated because it is difficult to export it fresh due to the accelerated degradation of compounds during maturation as of harvest. Additionally, the advance in post-harvest technology is minimal and it limits its commercialization for export. The objective of this research was to preserve the physicochemical and functional properties of the “uvilla” for 16 days through the application of modified atmospheres, using three concentrations of gases (5% O₂ + 15% CO₂ + 80% N₂ and 60% O₂ + 20% CO₂ + 20% N₂) air as control, and refrigeration at temperatures of 5 and 8°C. The product was collected in Otavalo city. The packaging was done in low-density polyethylene bags. The evaluation of the physicochemical analyzes was carried out on the raw material and at the end of storage (day 16), while the functional analyzes were done throughout the storage process (to the raw material and days 4, 8, 12, and 16). It was observed that the modified atmospheres with concentrations enriched with 60% O₂ + 20% CO₂ + 20% N₂ at a refrigeration temperature of 8°C (Treatment 4) were able to preserve to a greater extent the functional properties of the “uvilla” (Antioxidant activity 339.81 μM Trolox/100g MS, total polyphenols 189.88 mg AG/100g MS, ascorbic acid 28.5 mg/g), concerning the initial value. Nevertheless, treatment 2 that has low concentrations (5% O₂ + 15% CO₂ + 80% N₂ at 5°C) and storage temperature at 5°C, preserved the physicochemical features (titratable acidity, pH, soluble solids, index of maturity, and color). Furthermore, the economic evaluation shows that the “uvilla” preserved in modified atmospheres can be 6% cheaper than the price of fresh fruit at the international level and present a higher antioxidant capacity (50 %).

Keywords: Uvilla, modified atmospheres, functional

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

La uvilla (*Physalis peruviana* L.) también conocida como uchuva, es una fruta nativa de la región, que no siempre fue considerada como para ser producida a gran escala, pero desde hace aproximadamente una década comenzó a tomar fuerza debido a sus características nutricionales y lo económico de su producción. Sin embargo, el rendimiento de esta fruta puede depender de muchos aspectos, entre estos, el tratamiento postcosecha presenta gran relevancia pues cuando no se realiza de forma adecuada conlleva a problemas como el rápido deterioro. En Ecuador, la uvilla es cultivada en gran parte de la región interandina con métodos tradicionales de cultivo y postcosecha. Por lo que, inadecuados manejos poscosecha genera pérdidas en los productos hortofrutícolas que exceden el 20 % disminuyendo la productividad (Valdés *et al.*, 2015).

Actualmente, la producción de uvilla destina el 76 % para consumo nacional (27,7 % envasado, 0,3 % uvilla deshidratada, 47 % intermediarios, 1 % ferias locales) y 24 % para exportación (2% en fresco y 22 % deshidratado) (Banco Central del Ecuador, 2016), ventajosamente en Imbabura se encuentran el 90% de tierras con potencialidad alta para cultivo debido a sus características ambientales (Ministerio de Agricultura y Ganadería Acuicultura y Pesca [MAGAP] 2014). Lastimosamente, el avance en la región con respecto a nuevos métodos de conservación limita la comercialización de esta fruta pues según estudios, su tiempo de vida útil en estado fresco sin ningún tratamiento alcanza un plazo de alrededor de 15 días lo cual dificulta cubrir mercados más lejanos, especialmente cuando se trata de exportación

En la actualidad, se han realizado estudios de algunos métodos que mejoran tanto el almacenamiento como la comercialización de la uvilla. Entre ellos la aplicación de refrigeración y atmosferas controladas, sin embargo, la aplicación de atmósferas modificadas no se ha desarrollado completamente (Benavides, 2008). Por lo que con este estudio se busca identificar si este método puede aportar en mejor medida a la conservación del fruto en comparación con los anteriores descritos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La uvilla es una fruta que ha llegado a ocupar un lugar importante en el mercado internacional por ser considerado un fruto exótico. Además, que posee un alto contenido de provitamina A, ácido ascórbico, algunas vitaminas del complejo B y se destaca por su alto contenido de antioxidantes (Puente *et al.*, 2011). Es así como el consumo de este fruto al poseer características nutricionales y propiedades medicinales proporciona beneficios para la salud (Gastelum, 2012).

Hoy en día, este fruto es muy apetecido en países como: China, Vietnam, Alemania, Países Bajos, Rusia, Francia, Estados Unidos entre otros (TradeMap, CCI, 2019). Así mismo, dada las características ambientales similares que presentan los países de la región andina, tienen la capacidad de producir esta fruta, siendo Colombia es el país que ha logrado posicionarse como el mayor productor de uvilla en América latina, convirtiéndose en el mayor competidor en exportación de uvilla (Tobar 2013, citado por Moreno *et al.*, 2019). En Ecuador se ha logrado grandes avances en la producción de uvilla 1 065,00 toneladas anuales (consumo nacional 959,31 ton y exportación 105,69 ton), pero la competencia sigue siendo compleja por lo que es necesario encontrar nuevos métodos que permitan sobresalir al país en este mercado, ofreciendo un producto funcional (PROECUADOR, 2016).

Es así, que una de las alternativas más recientes que han dado buenos resultados en otros productos ha sido la aplicación de atmósferas modificadas en el empaque, pues al cambiar las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono se inhibe el crecimiento de microorganismos y aumenta el tiempo de conservación de la fruta. Varios estudios realizados con respecto a este tema, aplicado a productos como aguacate, durazno, fresa y lechuga, pero enfocándose más en atmósferas controladas. Por ello, sería muy útil realizar estudios con atmósferas modificadas ya que se obtendrían nuevos datos con respecto a este método y específicamente en la uvilla podría permitir el alargamiento de su vida útil lo cual es crucial para poder exportarla (INTAGRI, 2017). El presente estudio se centra en la evaluación de atmósferas modificadas como alternativa para conservar la uvilla a costos competitivos con respecto a los diferentes medios de conservación, por ende, si se logra conseguir esta alternativa, sería un paso para mejorar los procesos de conservación de los productores que se dedican la producción de la uvilla en el país.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las propiedades fisicoquímicas, contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) en atmósferas modificadas y refrigeración.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la uvilla mediante análisis fisicoquímicos, contenido de polifenoles y capacidad antioxidante.
- Evaluar el comportamiento del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de la uvilla durante el almacenamiento con atmósferas modificadas y refrigeración.
- Evaluar el efecto que tiene la modificación de atmósferas dentro del empaque sobre la capacidad antioxidante, contenido de polifenoles y las propiedades fisicoquímicas de la uvilla al finalizar el tratamiento.
- Realizar un análisis económico al mejor tratamiento resultante.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 HIPÓTESIS NULA

El tratamiento de uvilla con atmósferas modificadas y refrigeración afectan significativamente sus propiedades fisicoquímicas y su capacidad antioxidante.

1.4.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA

El tratamiento de uvilla con atmósferas modificadas y refrigeración no afectan significativamente sus propiedades fisicoquímicas y su capacidad antioxidante.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. UVILLA

El nombre científico de la uvilla es “*Physalis peruviana*”; *Physalis* proviene del vocablo griego que significa vejiga, y el nombre de “peruviana” hace referencia al Perú (Altamirano, 2010). Se conocen más de 50 especies en estado silvestre. Fue descrita originalmente en la región de Tierra adentro, provincia de Cauca, Colombia (Chicaiza, 2008). La uvilla es una planta herbácea que se caracteriza porque su fruto se encuentra encerrado en un cáliz o capacho (Mendoza et al., 2012).

2.1.1. GENERALIDADES

La uvilla pertenece a la familia de las solanáceas y el género *Physalis*, tiene más de 80 variedades (Gutiérrez et al., 2007). El fruto de la uvilla es una baya carnosa formada por capelos soldados entre sí, el diámetro del fruto varía de 0.8 a 2.0 cm, tiene un sabor dulce, semiácido y la corteza es ligeramente amarga (Proaño, 2003). El fruto de uvilla es redondo-ovoide, su piel es lisa, cerácea, brillante y de color amarillo, dorado, naranja, o verde, de acuerdo con su variedad, su carne es jugosa comestible, y sus semillas son amarillas, pequeñas y suaves (Coello, 2008). La clasificación taxonómica de la uvilla se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1
Taxonomía de la uvilla

Descripción	Jerarquía Taxonómica
Reino	Plantae
Subreino	Viridiplantae
División	Angiospermae
Subdivisión	Spermatophytina
Clase	Dicotyledoneae
Subclase	Asteranae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Physalis</i> L.
Especie	<i>Physalis peruviana</i> L.

Fuente: (ITIS, 2020)

El fruto de uvilla pesa de 4 a 10 gr; se forma y permanece dentro del cáliz durante todo su desarrollo, el endocarpio y mesocarpio del fruto son carnosos, contiene entre 100 y 300 semillas, la estructura interior de la uvilla se parece a la del tomate de mesa, la pulpa está formada por tejido procedente tanto del pericarpio como de la placenta. El parénquima de la uvilla no es compacto y presenta numerosos vacíos de más de 4 mm de longitud, cuyo número y tamaño aumenta cuando el fruto madura. El fruto de uvilla se desarrolla y madura durante 60 a 80 días, dependiendo de las condiciones agroecológicas del sitio (Peña, et al., 2010).

2.1.2. CULTIVO DE LA UVILLA

El cultivo de la uvilla tiene como origen en América del Sur, principalmente en Ecuador, Perú y Bolivia países ubicados en la cordillera de los Andes, el cultivo y consumo de esta planta se desarrolló de manera silvestre desde antes de la conquista de los Incas, considerada maleza, por esta razón no se le dio importancia ni en sus países de origen Colombia y Chile (Pacheco & Núñez, 2012).

Las condiciones geográficas y climáticas de los variados climas de los andes brindan las condiciones favorables para el cultivo de la uvilla. Los mejores cultivos se desarrollan en altitudes altas entre 1000 y 3000 msnm, es susceptible a temperaturas extremas, en temperatura bajas retarda su crecimiento mientras que a temperaturas altas pueden perjudicar la floración, las temperaturas aptas promedian entre 13°C y 18°C, requieren una humedad relativa promedio entre 70 a 80 % y suelos con pH de 5,5 y 7,0 enriquecidos en materia orgánica (Zapata, et al., 2002).

De acuerdo con Fischer et al. (2005) afirman que la cosecha de la uvilla se lleva a cabo de 4 a 6 meses a partir de la siembra, esto dependerá de la zona donde se cultiva, en zonas altas será en menor tiempo y en zonas bajas tendrá una cosecha más rápida. Para obtener un fruto de buena calidad se debe tomar en cuenta, la temperatura, luz, humedad relativa, pH, tipo de suelo etc, factores importantes que influyen en el tamaño, color, contenido nutricional, sabor, desarrollo y maduración de la planta, en temporadas secas se debe proveer de suministro de agua para evitar que se rajen los frutos (Villegas, 2009).

1.1.3. CULTIVO DE LA UVILLA EN ECUADOR

Ecuador presenta las condiciones geográficas para la mejor adaptación de la fruta, los recursos naturales y el clima que cuenta con dos estaciones denominadas invierno (húmedo) y verano (seco) que es influenciado por el rango altitud que va de 0 a 6300 m generando temperaturas de 0 a 26 °C promedio anual, son condiciones favorables para que los productores ecuatorianos tengan mejores condiciones de cultivo y producción de frutas exóticas, permitiendo la obtención de productos de óptima calidad para el mercado (Varela & Ron, 2018).

De acuerdo con PRO-ECUADOR (2020) “Ecuador registra un incremento de superficie cultivada de uvilla de 233 hectáreas en el año 2012 a 316 hectáreas en el año 2016”. Las plantaciones actualmente tienen fines comerciales para consumo interno y para exportación, según la información del Banco Central del Ecuador registrados en el año 2019, los principales destinos de exportación de uvilla fresca son: Canadá, Francia, Países Bajos, Estados Unidos y España, dando apertura al incremento de la demanda de importaciones de uvilla en el mercado internacional para el período 2015-2019 de US\$ 2,842 a US\$ 3,509 millones.

Las zonas de cultivo en el Ecuador están localizadas en la región interandina, las provincias con mayor producción comercial son: Carchi, Imbabura y Pichincha, mientras que en menor cantidad se encuentran las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Bolívar y Azuay, se calcula que a nivel nacional existe una producción de 4,725 toneladas de uvilla por año, siendo aprovechada en un 70 % por empresas exportadoras y la agroindustria (Moreno, et al., 2012).

2.1.3.1. Imbabura productora de uvilla

La Provincia de Imbabura ocupa un territorio de 4.611 km² con 476.257 habitantes, según la proyección demográfica del INEC para 2020, está constituida por 6 cantones, con sus respectivas parroquias urbanas y rurales. Imbabura posee climas muy variados como: cálido seco con temperaturas de 18 a 24 °C (Valle del Chota, Ambuquí, Charguayacu, Salinas), templado entre

10 a 20 °C (Ibarra, Atuntaqui, Cotacachi, Pimapiro, Urcuqui, Otavalo), frío en el cerro de Imbabura, volcán Cotacachi, Piñan, Puruhanta temperaturas desde 0 a 8 °C, mientras que en Intag y Lita se puede observar el clima cálido-húmedo temperaturas que promedian entre 15-24 °C (Lita, Cuellaje, García Moreno, Chontal) (MAGAP-IEE, 2002 citado en Prefectura de Imbabura, 2018).

En Imbabura se producen frutos como aguacate, mango, durazno, fresa, uvilla, entre otros, cuenta con una extensión de 4500 hectáreas aproximadamente, denominada unos de los principales huertos frutales del país (Benalcázar, 2018). El cultivo de uvilla en Imbabura representa el 28%, siendo la segunda provincia con mayor producción de uvilla en Ecuador (PRO-ECUADOR, 2020).

2.1.3.2. Asociación de agricultores

En la Provincia de Imbabura Cantón Otavalo Parroquia el Jordán hace 4 años se formó una Asociación de Agricultores dedicados al cultivo y producción de uvilla con 130 integrantes. Actualmente la asociación está cerrada debido a causas de mala administración, sin embargo, parte de los agricultores deciden seguir con el cultivo de esta planta y se suman nuevos integrantes para solventar necesidades económicas, María Benalcázar es quien representa esta nueva organización con 80 pobladores de distintas localidades como son: Otavalo, Angochagua, Gulachingero, Cotacahi, Intag, Buenos Aires, la Magdalena, la Florida, entre otros. Según Benalcázar (2021) el centro de acopio se ubica en Otavalo en donde recibe dos veces a la semana uvilla de los distintos productores en promedio 3000 kg semanales en las mejores temporadas altas, mientras que en temporadas bajas se reduce a una producción de 500 kg, esto va a depender del sector del cultivo y las enfermedades que acogen a la planta.

La organización se dedica al cultivo de uvilla orgánica de la variedad manzana que según agricultores de esta planta afirman ser resistente a plagas, manipulable debido a su forma grande con forma de un corazón, donde se menciona que es factible la recolección. El centro de acopio entrega la fruta fresca sin capuchón en estado de madurez comercial a una empresa privada que se dedica a la exportación de uvilla deshidratada, María Benalcázar menciona que la

organización puede entregar la materia prima con o sin capuchón, en el estado de madurez que el cliente requiera para los diferentes fines debido a la fácil adaptación que tiene el agricultor para cultivar y cosechar esta planta.

2.1.4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

La uvilla posee las características nutricionales y funcionales para el mercado nacional e internacional, cabe mencionar que la uvilla es consumida a nivel nacional con un consumo per cápita de 56 g/persona al año debido al desconocimiento de los beneficios de esta planta (Banco Central del Ecuador, 2016), mientras que para la comercialización internacional estas propiedades son beneficiosas para ingresar al mercado internacional. Reyes et al, (2015) menciona que la uvilla contiene propiedades curativas-preventivas, contra enfermedades prostáticas, cardiovasculares, digestivas y cancerígenas. La composición nutricional de la uvilla se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Contenido nutricional por cada 100 g de pulpa de uvilla

Componentes	Contenido
Calorías	54,00
Agua	79,60
Proteína	0,05
Carbohidratos (g)	13,10
Fibra (g)	4,90
Calcio (g)	7,00
Fósforo (g)	38,00
Hierro (mg)	1,70
Vitamina A (U.I)	3 000,00
Tiamina B1 (mg)	0,18
Riboflavina B2 (mg)	0,03
Vitamina C	43,00

Fuente: Altamirano, 2010

2.1.5. VARIEDADES

El género *Physalis* incluye unas 100 especies herbáceas perennes y anuales, cuyos frutos se forman y permanecen dentro del cáliz. La uvilla (*Physalis peruviana* L.) es la más utilizada por su fruto azucarado (Fischer, 2000). La especie comercial de uvilla en el Ecuador es únicamente *Physalis peruviana*. Brito (2006) realizó una investigación para establecer las características de ciertos ecotipos de uvilla como el Colombiano Keniano, Ambateño y ecuatoriano. En la tabla 3 se puede identificar las características de cada variedad de uvilla.

Tabla 3
Variedades de uvilla en el Ecuador

Variedad de Uvilla	Características
Colombiana o Kenia	Fruto grande Color amarillo intenso Gran demanda para el mercado de exportación
Ambateña	Fruto mediano Color entre verde y amarillo Alta cantidad de sustancias que le dan un sabor
Ecuatoriana	Fruto pequeño Color amarillo intenso Mayor concentración de sustancias vitamínicas
Manzana	Aroma agradable Forma similar a una manzana Color amarillo intenso Resistente a plagas

Fuente: Brito, 2006

2.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA UVILLA

Para el desarrollo de productos es importante conocer la composición química, grado de madurez y calidad de la fruta fresca, información que sirve para orientar sobre los diferentes productos. La uvilla es excelente fuente de provitamina A, rica en vitamina C, E, K1 y complejo vitamínico B (Cerón et al.,2010), a continuación, en la tabla 4 se puede observar las características fisicoquímicas de la uvilla.

Tabla 4
Características fisicoquímicas de la uvilla

Características	Valor
Humedad (%)	81,26
Azúcares totales (%)	12,26
Fructosa (%)	2,70
Glucosa (%)	2,63
Sacarosa (%)	3,44
Polifenoles totales (mg/g)	0,56
Carotenoides totales (ug/g)	478,50
Cenizas (%)	1,00
pH	3,74
Acidez titulable (% ácido cítrico)	1,26
Sólidos solubles (°Brix)	13,80
Vitamina C (mg/100 g)	18,44

Fuente: Vinueza, 2015

2.2.1. pH

Según el Grupo Corporativo Cajamar (2014) el pH es considerado la mediada más importante utilizada en la industria agroalimentaria, valores bajos de pH permitirían una vida de anaquel más amplia, puesto que la presencia de los ácidos actuara como barrera natural frente a la acción microbiana. Alimentos con pH inferior a siete están considerados como como ácidos, entre 4,6 y 7 productos alimenticios con bajo contenido de acidez y con valores de pH inferior a 4,6 alimentos muy ácidos (Casaubon et al, 2018). Al realizar la caracterización en uvilla se encontró un valor de pH $3,78 \pm 0,1$, dato inferior a 4,6 denominada una fruta con alto valor de acidez (Duque et al., 2011).

2.2.2. SÓLIDOS SOLUBLES

Se considera a los °Brix como equivalente de los sólidos solubles, los grados Brix equivalen al porcentaje de sacarosa determinado en el jugo de fruta. Las frutas en su desarrollo forman el almidón, que al madurar se transforman en azúcares, este comportamiento se lleva a cabo por la hidrólisis del almidón y polisacáridos de la pared celular dando origen a azucares solubles

Arévalo et al., (2016) recuperado de Fischer y Martínez (1999). Las frutas y hortalizas contienen diferentes tipos de azúcar (glucosa y fructosa) que corresponden al 60 % de los SST, el 20 % está formando por ácidos orgánicos (cítrico y málico), y el 10 % de compuestos orgánicos (vitaminas, pigmentos, aminoácidos, proteínas, etc.) (Kays, 2004).

2.2.3. ÍNDICE DE MADUREZ

El índice de madurez puede ser determinado mediante el color de la epidermis del fruto de uvilla. La cosecha se puede realizar cuando el cáliz presenta una tonalidad amarillenta ya que el cambio de color del cáliz y el fruto tienen una sincronía y se correlacionan bien con otros indicadores físicos, químicos y sensoriales (Balaguera et al., 2015). El momento óptimo de cosecha es cuando la uvilla presenta una tonalidad (3/4) de maduración si la fruta es destinada para el mercado externo y de tonalidad naranja si es para el mercado nacional (Mazorra, et al., 2003). Para determinar el índice de madurez de la uvilla, se basa en la Norma Técnica Colombiana 4580 (figura 1). El índice de madurez se puede calcular relacionando el valor de los sólidos solubles y el valor de la acidez titulable.

Figura 1
Color de la uchuva (NTC 4580)



Fuente: ICONTEC, (1999)

2.3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

2.3.1. ÁCIDO ASCÓRBICO

La vitamina C es un cristal blanco con sabor ligeramente ácido derivada de la D – glucosa, tiene una estructura de cetona cíclica que corresponde a la forma eólica de la 3–ceto-1 gulofuranolactona y contiene un enol entre los carbonos 2 y 3 que la hace un agente ácido y altamente reductor, por lo que se oxida con facilidad (Baudi, 2013).

La pérdida del ácido ascórbico ocasionado por lixiviación durante el corte o daños físicos de la superficie de la fruta y hortalizas frescas. La degradación química ocurre debido a la oxidación a DHAA, seguida de la hidrólisis del mismo ácido 2,3-dicetogulónico y su posterior oxidación, deshidratación y polimerización para formar productos nutritivamente inactivos (Fennema, 2010).

2.3.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

La capacidad antioxidante es la capacidad de una sustancia, inhibir la degradación oxidativa, de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres, gracias a esto se logra retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas (Londoño, 2012).

Los radicales libres son moléculas o fragmentos moleculares que contienen uno o más electrones desapareados en orbitales atómicos o moleculares que es capaz de tener una existencia independiente, muy reactiva, por lo que tiende a reducirse y busca alcanzar su estabilidad sustrayendo un electrón de átomos y moléculas estables. En este proceso las moléculas que pierden el electrón se oxidan y deja otro electrón desapareado generando así una reacción en cadena (Quintana & Calderón, 2009). Los más frecuentes en los sistemas biológicos son: el anión superóxido ($O_2^{\cdot-}$), el radical hidroxilo (HO^{\cdot}) y los radicales formados en la oxidación de ácidos grasos poliinsaturados (alcoxilo ($alKO^{\cdot}$) y alquilperoxilo ($alKOO^{\cdot}$) además del peróxido de hidrógeno (H_2O_2), el ácido hipocloroso ($HOCl$) y el oxígeno molecular ($^3\Sigma_g O_2$). Estos radicales libres son causantes de diversas enfermedades que provocan reacciones en cadena (Figuroa, Tamayo, González, & Moreno, 2011), estas reacciones son combatidas por la acción

de sistemas de defensa enzimáticos como el superóxido dismuta (SOD) y catalasa, así como también antioxidantes no enzimáticos como la vitamina E, vitamina C, carotenoides, y flavonoides. En la figura 2 se muestran cómo se producen los radicales libres y los principales sistemas antioxidantes, enzimáticos y no enzimáticos (Londoño, 2012).

2.3.3. POLIFENOLES TOTALES

Son compuestos bio-sintetizados por las plantas (frutos, hojas, tallos, etc.). La principal característica estructural de los polifenoles es poseer uno o más grupos hidroxilo (-OH) unidos a uno o más anillos bencénicos. Aunque son primariamente conocidos por sus propiedades antioxidantes, la mayor parte de los polifenoles exhibe, además, de otras actividades biológicas potencialmente benéficas para la salud. Los polifenoles, que generalmente dan cuenta de la mayor parte de la actividad antioxidante de la frutas y verduras, se clasifican en flavonoides y no flavonoides y estos generalmente son divididos en taninos hidrolizables que son ésteres del Ácido Gálico de glucosa y otros azúcares, fenilpropanoides como la lignina, flavonoles y taninos condensados.

2.3.4. COMPUESTOS BIOACTIVOS

Los compuestos bioactivos, también conocidos como fitoquímicos y metabolitos secundarios, ayudan en el tratamiento y prevención de algunas enfermedades como: obesidad, cáncer, cardiovasculares, neurodegenerativas, gracias a su actividad antiinflamatoria, antioxidante y capacidad de quedar varios metales (Hernández y López, 2010). Se encuentran en frutas y verduras, son sintetizados mediante el metabolismo secundario, tienen la función de proteger a las plantas del estrés biótico y abiótico, desarrollo de la planta, atracción de polinizadores, interacción planta-microorganismo, defensa de plantas, repulsión de herbívoros y dispersión de semillas. Estos se clasifican en: polifenoles, terpenos, derivados azufrados (Zapata et al., 2014).

Los polifenoles están relacionados de forma directa con las características del alimento como: el sabor, olor y el valor nutricional, presentan una estructura molecular compuesta por uno o varios anillos fenólicos y un grupo hidroxilo, llegando a identificar 8.000 compuestos diferentes,

los principales son: ácido fenólicos, estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides (Padilla, et al., 2008).

2.4. ALMACENAMIENTO DE LA UVILLA

Las temperaturas bajas y modificación de la atmósfera de almacenamiento son capaces de retrasar la maduración, deterioro y conservar los compuestos bioactivos presentes en las frutas. En la mayoría de los casos la limitación del uso de esta técnica es porque ciertos frutos son sensibles a los daños por frío debido a la sensibilidad a la temperatura de almacenamiento. Frutos subtropicales pueden almacenarse entre 8 y 14°C, frutos templados se conservan a temperaturas próximas a 0°C (Agustí, 2010).

2.4.1. TRATAMIENTO CON ATMÓSFERAS MODIFICADAS

Estudios realizados por Pantástico, (1984) & Clavijo, (1995.) mencionaron que las atmósferas modificadas son una técnica física que no deja residuos químicos en los productos y tiene como objetivo principal cambiar el microambiente del producto almacenado y se fundamenta en la variación del contenido de oxígeno, anhídrido carbónico o nitrógeno en las cámaras de almacenamiento (Lanchero et al., 2007). Yáñez (citado en Kader, 1986) menciona que el uso de las atmósferas modificadas o controladas debe considerarse como un complemento al manejo de la temperatura y humedad relativa apropiadas. El potencial del beneficio o riesgo de las atmósferas modificadas depende del producto, cultivar o variedad, edad fisiológica, composición atmosférica, así como de la temperatura y duración del almacenamiento.

2.4.2. ATMÓSFERA MODIFICADA PASIVA Y ACTIVA

Existen dos formas de establecer una atmósfera modificada. La primera es pasiva, sus características están dadas por la intensidad respiratoria del producto y las propiedades del empaque usado que forman una atmósfera en un ambiente sellado como resultado del consumo de O₂ y producción de CO₂ a causa de la respiración. La segunda es activa y se crea sellando al

vacío el producto, para luego inyectarle al envase una mezcla de gases específica; esta mezcla puede ser ajustada mediante el uso de sustancias absorbentes que se colocan en el interior del empaque (Meneses et al., 2008).

2.4.3. TRATAMIENTO ATMÓSFERAS CONTROLADAS

La atmósfera controlada es una técnica frigorífica de conservación en la que se interviene modificando la composición gaseosa de la atmósfera en una cámara en frigo conservación, en la que se realiza un control de regulación de las variables físicas del ambiente (temperatura, humedad y circulación del aire). Se entiende como atmósfera controlada (AC) la conservación de un producto hortofrutícola, generalmente, en una atmósfera empobrecida en oxígeno (O₂) y enriquecida en carbónico (CO₂). En este caso, la composición del aire se ajusta de forma precisa a los requerimientos del producto envasado, manteniéndose constante durante todo el proceso.

Esta técnica asociada al frío acentúa el efecto de la refrigeración sobre la actividad vital de los tejidos, evitando ciertos problemas fisiológicos y disminuir las pérdidas por podredumbres. La acción de la atmósfera sobre la respiración del fruto es mucho más importante que la acción de las bajas temperaturas. Esta atmósfera controlada ralentiza las reacciones bioquímicas provocando una mayor lentitud en la respiración, retrasando la maduración, estando el fruto en condiciones latentes, con la posibilidad de una reactivación vegetativa una vez puesto el fruto en aire atmosférico normal (Infoagro, 2015).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación del estudio de comportamiento de las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de la uvilla se realizó en los laboratorios de análisis fisicoquímicos, bioprocesos, agroindustriales, análisis experimental e innovación, y biotecnología de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, la localización del experimento se observa en la tabla 5.

Tabla 5
Localización del experimento

Localización	Descripción
Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	El Sagrario
Altitud	2220 m.sn.m
Latitud	0°20' Norte
Temperatura	18,5 °C
HR promedio	73 %

Fuente: Secretaría Nacional de Planificación, SENPLADES

3.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

Los reactivos, instrumentos y equipos utilizados en el presente proyecto se describen a continuación en la tabla 6.

Tabla 6*Instrumentos, equipos y reactivos a utilizar*

Materia Prima	Instrumentos	Equipos	Reactivos
Uvilla	Tubos falcón Celdas de plástico Soportes universales Buretas Embudos de vidrio Balones aforados 1000 ml, 500 ml, 250 ml, 100 ml, 50 ml y 10 ml Papel filtro Envases plásticos Probetas Vaso de precipitación 500 ml, 250 ml, 150 ml y 50 ml, 25 ml. Tubos de ensayo Agitadores magnéticos Celdas de cuarzo Bandejas Micropipetas, Pipetas, Papel Aluminio. Gotero Mortero Cucharas plásticas Pinza universal Pipetas 1, 5 y 10 ml	Balanza analítica Refrigeradores Controladores de temperatura Termómetro Espectrofotómetro de reflectancia (modelo 6705 JENWAY) Plancha de agitación magnética Desecadores Potenciómetro jenway (modelo 3510) Refractómetro de mesa (modelo 1310499) Liofilizador Centrifugadora	2,6-dicloroindofenol Ácido acético Carbonato ácido de sodio Ácido metafosfórico Ácido ascórbico Fenolftaleína al 1%, Hidróxido de sodio 0.1 N agua destilada, Carbonato de sodio al 19% (Na CO ₃) folin-ciocalteu 1 N sigma aldrich DPPH (2,2-difenil- 1picrilhidracil) Ácido gálico

3.3. METODOLOGÍA

La materia prima que se utilizó en la presente investigación, uvilla (*Physalis peruviana* L.) se obtuvo de la provincia de Imbabura, Cantón Otavalo, parroquia Gualchingero. Con la finalidad de homogenizar la materia prima, se seleccionó frutos sin daños físicos y se clasificó de acuerdo con el estado de madurez fisiológica, mediante la Norma Técnica 4580.

3.3.1. CARACTERIZACIÓN LA UVILLA MEDIANTE ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS, CONTENIDO DE POLIFENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Se realizó los análisis fisicoquímicos y funcionales a la materia prima fresca y al finalizar el almacenamiento en atmosferas modificadas con la finalidad de comparar el efecto que tiene el método de conservación con respecto a la uvilla fresca. A continuación, en la tabla 7 se describen los métodos respectivos.

Tabla 7
Análisis fisicoquímicos y funcionales.

Características	Variable	Método/Equipo
Físicas	Color	Colorímetro, Método instrumental (Anón, 1986) (Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad INIAP)
	pH (%)	Potenciometro JENWAY (3510), AOAC Official Methods 981.12 (Carmona, 2010)
	Acidez Titulable (%)	AOAC Official Methods 942.15-1990 (Hensall, 2012).
	Sólidos Solubles (°Brix)	AOAC official methods 932.12-(1990) descrito por Carmona 2010 (Carmona, 2010)
Químicas	Índice de Madurez	Relación de los sólidos solubles y la acidez. NTP 203.121 (2007)
	Ácido Ascórbico (mg)	AOAC oficial methods 967.21-(1995) descrito por (Contreras, Calderón, Guerra, & García, 2011)
Funcionales	Polifenoles totales (mg AG. g-1)	Método Folin-Ciocalteu descrito por (Yıldız G. İzli, Ünal, & Uylaşer, 2014)
	Capacidad antioxidante	Método 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) descrito por KIM et al. (2002)

3.3.2. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA UVILLA DURANTE EL ALMACENAMIENTO CON ATMÓSFERAS MODIFICADAS Y REFRIGERACIÓN

Se evaluó el comportamiento del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante mediante el análisis de fenoles totales y capacidad antioxidante a 6 unidades experimentales previamente

retirados cada cuatro días (los días 4, 8, 12, 16), al día 16 finaliza el almacenamiento en atmósferas modificadas, se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial AxB.

3.3.2.1. Factores de estudio

En la presente investigación se estudió dos factores, temperatura representada por la letra A y concentraciones de gases representado por la letra B como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8
Factores en estudio

Factores		Simbología	
Factor A	Temperatura de refrigeración	A1	5° C
		A2	8° C
Factor B	Concentración de los gases	B1	(60,0% O ₂ - 20,0% CO ₂)
		B2	(5% O ₂ , 15 % CO ₂)
		B3	Aire

3.3.2.2. Tratamientos

A continuación, en la tabla 9 se puede observar los tratamientos y sus respectivas interacciones, se ha denominado a los tratamientos T3 y T6 como testigos.

Tabla 9
Interacción de los tratamientos, Temperatura (A), Concentraciones de gases (B).

Tratamientos	Factor A Temperatura	Factor B Concentración de gases	Simbología
T1	A1	B1	A1B1
T2	A1	B2	A1B2
T3 (testigo 1)	A1	B3	A1B3
T4	A2	B1	A2B1
T5	A2	B2	A2B2
T6 (testigo2)	A2	B3	A2B3

3.3.2.3. Unidad Experimental

La unidad experimental se evaluó con un peso de 160 g de uvilla fresca en estado de madurez fisiológica, envasado en fundas de polietileno de baja densidad.

3.3.2.4. Características del experimento

Las características del experimento se presentan a continuación en la tabla 10.

Tabla 10
Unidades experimentales del experimento

Característica	Cantidad
Numero de repeticiones por tratamiento	3
Numero de tratamientos	6
Unidades Experimentales	18

3.3.2.5. Esquema del análisis estadístico

El análisis estadístico propuesto que se utilizó en se muestra en la tabla 11.

Tabla 11
ANOVA para un Diseño Completamente al Azar

Fuente de Variación	Grado de Libertad
Total	17
Tratamientos	5
Factor A: Temperatura	1
Factor B: Concentración de gases	2
Interacción AxB	2
Error	10

Al detectarse diferencia significativa entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de rango múltiple Tukey al 5%.

3.3.3. EVALUACIÓN DEL EFECTO QUE TIENE LA MODIFICACIÓN DE ATMÓSFERAS DENTRO DEL EMPAQUE SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, CONTENIDO DE POLIFENOLES Y LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LA UVILLA AL FINALIZAR EL TRATAMIENTO

Se determinó las propiedades fisicoquímicas, contenido de polifenoles y capacidad antioxidante en la uvilla al día 16 al finalizar el almacenamiento en atmósferas modificadas para evaluar su comportamiento con respecto a la uvilla fresca. Mediante los métodos descritos en la tabla 7, se empleó el diseño completamente al azar descrito en la tabla 11.

3.3.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realizó el análisis económico al mejor tratamiento, es decir el que presentó las mejores características fisicoquímicas y funcionales después de los 16 días de almacenamiento, mediante la producción que puede ser entregada por la asociación, costos directos e indirectos y gastos administrativos.

3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

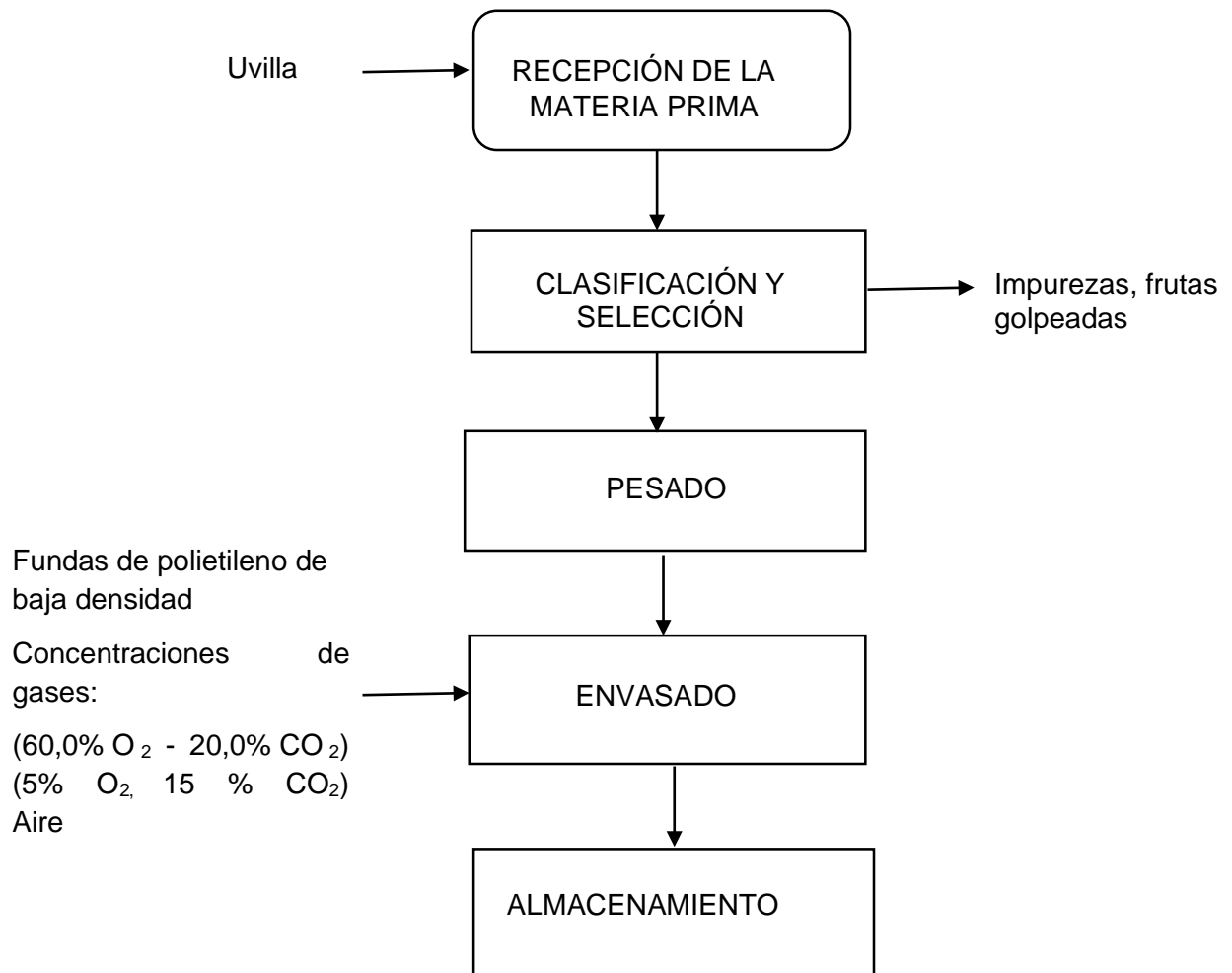
El proceso fue llevado a cabo utilizando la uvilla (*Physalis peruviana* L.) en estado de madurez fisiológica según la Norma Técnica Colombiana 4580, una vez recolectada la fruta se procede a trasladar a los laboratorios para proceder a realizar, los análisis, el envasado y almacenamiento a la uvilla.

3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL ALMACENAMIENTO DE LA UVILLA

A continuación, en la figura 2 se observa el diagrama de bloques utilizado para realizar el presente proyecto.

Figura 2

Diagrama de flujo del experimento



3.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE LA UVILLA.

A continuación, se detalla cada operación que se realizó en el proceso de almacenamiento de uvilla mediante atmósferas modificadas y refrigeración.

3.4.2.1. Recepción de la materia prima

La uvilla se recepto del cantón Otavalo Parroquia de Gualchingero en estado de madurez fisiológica de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana 4580 tomando en cuenta el color del cáliz, la recepción se realizó en gavetas plásticas para evitar daños físicos como se muestra en la figura 3.

Figura 3
Recepción de la materia prima



3.4.2.2. Clasificación y Selección

Una vez receptada la fruta se traslada al laboratorio y se coloca directamente en el mesón como se puede observar en la figura 4, para proceder a la clasificación manual, se separará impurezas, uvillas que presenten daños físicos y uvillas en el estado de madurez que no se requiere.

Figura 4
Clasificación de la materia prima



3.4.2.3. Pesado

Con la ayuda de una balanza digital se procedió a pesar 160 g de fruta para cada unidad experimental como se puede apreciar en la figura 5.

Figura 5
Pesado de la materia prima



3.4.2.4. Envasado

La uvilla con un peso de 160 g se colocó en fundas plásticas de polietileno de baja densidad, pasando a sacar todo el oxígeno que tenían las fundas se envaso con concentraciones de gases (5% O₂, 15 % CO₂, 60,0% O₂ - 20,0% CO₂ y ambiente), con la ayuda de una selladora manual, finalmente se procedió asegurarse de que estén correctamente selladas como se muestra en la figura 6.

Figura 6
Envasado



3.4.2.5. Almacenamiento

Las unidades experimentales se colocan en dos refrigeradores con temperaturas de 5° y 8 °C, cada refrigerador poseerá un controlador de temperatura para evitar variaciones de temperatura y exista un control de esta, el tiempo de almacenamiento (Figura 7) tendrá un lapso de tiempo de 16 días.

Figura 7

Almacenamiento de la uvilla en atmosferas modificadas



3.5. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS

Para conocer el efecto que tiene las atmósferas modificadas sobre la fruta se realizaron análisis fisicoquímicos (pH, acidez titulable, sólidos solubles, índice de madurez y color) y funcionales (ácido ascórbico, capacidad antioxidante y polifenoles) se detallan a continuación.

3.5.1. DETERMINACIÓN DEL COLOR DEL FRUTO

Para realizar la medición del color se utilizó cuatro uvillas con y sin capuchón, este análisis se realizó por triplicado, mediante el método instrumental por (Anón, 1986) adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad INIAP. El color superficial de la muestra con y sin capuchón se midió en un colorímetro COLOR TEC – PCM, el medidor de diferencia de color registra los valores: a (+ valores = rojo, - valores = verde); b (+ valores = amarillo, - valores = azul) y L (0 = negro, 100 = blanco) la L define la luminosidad, a y b la cromaticidad; $C = a + b$, además se calculó el ángulo

a b H tg 0 -1. Los valores obtenidos se ubican en al grafica de coordenadas CIElab, para determinar el color característico de las muestras.

3.5.2. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ

El índice de madurez se determinará mediante la relación de los sólidos solubles y el porcentaje (%) de ácido cítrico que contiene la fruta como se observa en la ecuación 1.

$$IM = \frac{SST(^{\circ}Brix)}{ATT} \times 100 \quad (1)$$

Dónde:

IM: índice de madurez.

SST: sólidos solubles totales.

ATT: acidez titulable total

3.5.3. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

La determinación de solidos solubles se realizó utilizando un refractómetro manual, marca Reichert Ametek® utilizando el método AOAC 932.12-(1990) descrito por (Carmona, 2010). La medición ocasiona una desviación proporcional a la cantidad de sólidos disueltos en la muestra expresándose los resultados en °Brix.

3.5.4. DETERMINACIÓN DEL pH

La determinación de pH se la realizó mediante un potenciómetro JENWAY (3510 pH) y la norma AOAC Official Methods 981.12 el cual consiste en introducir los electrodos en la solución a medir, el pH de una solución se presenta en un rango de 0 a 14, siendo 7 pH neutro, valores superiores básicos e inferiores ácidos.

3.5.5. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE

Se realizó a través de la técnica de titulación con hidróxido de sodio (0.1 N) de acuerdo al método AOAC Official Methods 942.15-1990. La acidez de muestra se expresará como porcentaje de peso de ácido prevaeciente (ácido cítrico). Se aplicará la ecuación 2 para calcular los resultados.

$$\%Acidez \frac{fa * V * N * f}{Vo} \times 100 \quad (2)$$

fa= Factor del ácido predominante. (ácido cítrico)

V= Volumen de NaOH en ml

N= Normalidad de la solución NaOH (0,1 N)

f= Factor del NaOH (0,064)

Vo= Volumen de la muestra en ml

3.5.6. DETERMINACIÓN DEL ÁCIDO ASCÓRBICO

El contenido de vitamina C se realizó de acuerdo al método AOAC Official Methods 967.21- (1995) descrito por (Contreras et al., 2011) los resultados serán calculados por la ecuación 3 y serán representados en mg de ácido ascórbico.

$$AA = (X - B) \times \frac{F}{E} \times \frac{V}{Y} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

AA = Ácido Ascórbico

X = ml promedio para la titulación de la solución de prueba.

B = ml promedio para la valoración del blanco de prueba.

E = g o ml analizados.

V = solución de prueba inicial de volumen.

Y = volumen de la resolución de la prueba titulada.

F: mg de ácido ascórbico equivalente a 1,0 ml de solución estándar de indofenol.

Donde:

$$F = \frac{mg \text{ ac. asc}}{V_t - V_r} . \quad (4)$$

3.5.7. DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES

Para realizar la cuantificación de polifenoles se necesita de un espacio sin luminosidad, la cuantificación de fenoles totales se realizó utilizando el método de Folin-Ciocalteu descrito por (Yıldız, Izli, Ünal, & Uylaser, 2014) con pequeñas modificaciones. En primer lugar, se generó una curva de calibración con ácido gálico en concentraciones de 10 ,20, 30 ,40 y 50 ppm (solución madre y agua destilada) mediante un espectrofotómetro Jenway (modelo 6705 UV/Vis) a una lectura de 760 nm.

3.5.7.1. Preparación de la muestra

Para la determinación de polifenoles totales, se procedió a liofilizar la muestra en un liofilizador modelo Advantage Plus ES-53, este proceso se llevó a cabo con el fin de evitar pérdidas de los compuestos funcionales de la fruta. Una vez liofilizada las muestras se colocan en sobres de manila y fundas de ziploc dentro del desecador. Este proceso se debe llevar a cabo de manera inmediata para evitar que la muestra liofilizada adquiera humedad del ambiente y afecte los resultados posteriores.

3.5.7.2. Preparación del Extracto

La preparación del extracto conllevó en triturar la uvilla liofilizada, de la cual se pesó 0,5 g y se colocaron en tubos falcón más 10 ml de metanol. La mezcla se agita en el vortex por 15 min y

se almacena en refrigeración a 2 °C durante 24 horas, una vez transcurrido este tiempo se centrifuga a 4°C y 5000 rpm por 20 min, luego se filtra hasta obtener el extracto. En el presente proyecto se realizaron 4 repeticiones para asegurar la extracción de todo el contenido de polifenoles presentes en la uvilla, se aforó a 40 ml y el extracto final se colocó en frascos ámbar y se almaceno en refrigeración.

3.5.7.3. Cuantificación

Para realizar la medición del extracto se prepararon muestras por triplicado en tubos de ensayo tomando 0,5 ml o 500 uL de extracto de uvilla, con 0, 25 ml o 250 uL de FolinCiocalteu al 0,5N y se agito por 3 s en el vortex. Se procedió a tapar con para film y se deja reposar por 5 min, transcurrido ese tiempo se añade a 1,25 ml o 1250 uL de carbonato de sodio al 19 % (Na₂CO₃) más 1 ml o 100 uL de agua destilada. Luego se lleva a agitar durante 15 s y se incuba por 90 min en la obscuridad, finalmente se toma un 1 ml de la solución y se coloca en las celdas para llevar a la medición en el espectrofotómetro a una lectura de 760 nm. Los resultados se reportaron como miligramos equivalentes de ácido gálico en 100 gramos de peso seco.

3.5.8. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

La determinación de capacidad antioxidante se realizó mediante el método DPPH 2,2 Difenil-1-Picrilhidrazilo descrito por KIM et al., (2002), la curva de calibración se realizó con el trolox estándar en concentraciones de 80-400 uM.

Para la cuantificación se utilizó el extracto obtenido en la medición de polifenoles totales, se tomó 100 uL de extracto en un tubo de ensayo, más 1000 uL de DPPH y 1900 uL de metanol. Se procedió a agitar en el vortex por 15 s y se llevó a incubar por 30 min, al finalizar la incubación se tomó 1000 uL de muestra y se colocó en la celda de plástico. La medición se realizó en el espectrofotómetro Jenway (modelo 6705 UV/Vis) a una lectura de 490 nm, y como blanco se utilizó 1000 uL de metanol.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación, se describen los resultados obtenidos de los análisis realizados a la materia prima, durante y al finalizar el almacenamiento en atmósferas modificadas y refrigeración por 16 días, a su vez se presenta el análisis económico del proceso de conservación en AM.

4.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE LA UVILLA (*Physalis Peruviana L.*)

Se caracterizó la uvilla por triplicado, al inicio del experimento de acuerdo con la acidez titulable, sólidos solubles, color, pH, e índice de madurez, con la finalidad de homogenizar la unidad experimental. En la tabla 12 se observan los parámetros fisicoquímicos y funcionales obtenidos de la materia prima.

Tabla 12

Parámetros fisicoquímicos y compuestos funcionales de la materia prima.

Acidez Titulable (%)	Sólidos Solubles (°Brix)	pH	Índice de Madurez	Ácido Ascórbico (mg/g)	Polifenoles Totales (mg AG/g)	Capacidad Antioxidante (µM TE/g)
Media 2,60 ±0,11	13,20	3,38	5,08	38,55	170,16	290,29
	±0,17	± 0,01	±0,15	±1,07	± 1,96	±14,46

A partir de los datos obtenidos se identificó la muestra de uvilla con una acidez titulable de 2,60%, parámetro importante para determinar la madurez del fruto. Por su parte, la cantidad de sólidos solubles reflejó un resultado de 13,30 °Brix, debido a que a temperatura ambiente el paso de luz en las muestras fue baja y por lo contrario la cantidad de carbohidratos es elevada. El pH de las muestras obtuvo un promedio de 3,38 demostrando su nivel de acidez; razón por la cual se identificó que el potencial de hidrógeno mantuvo relación con el porcentaje de acidez titulable y dichos resultados se encuentran dentro del rango reportado por Duque et al. (2011) con un pH de $3,78 \pm 0,1$, mientras que los valores de °Brix y acidez titulable son similares a los datos obtenidos por Restrepo, Cortes-R, & Márquez (2009) con valores de % acidez $2,1 \pm 0,26$ y °Brix $13,80 \pm 0,32$.

(Fischer *et al.*, 2014) afirma que, el valor nutricional, sabor, desarrollo y maduración de la planta dependerá de la temperatura, luz, humedad relativa, tipo de suelo, ubicación geográfica, temporada de siembra etc., motivo por el cual se encuentran diferencias entre los datos obtenidos y los citados por distintos autores. Mediante la relación °Brix/% de acidez titulable se obtuvo el índice de madurez con un valor de 5,12 por ende, se categorizó en un estado de madurez 2, obteniendo un valor de 5,2 denominada madurez fisiológica mediante la Norma Técnica Colombiana NTC 4580. El valor de índice de madurez que se obtuvo identificó que el resultado fue favorable al no superar un valor de 6 (°Brix/% Ácido Cítrico).

En el análisis de ácido ascórbico se determinó la funcionalidad que tiene la uvilla al combatir infecciones, poseer una cantidad apreciable promedio de 38,55%, resultado óptimo para la investigación. El ácido ascórbico es denominado compuesto bioactivo, según (Gutiérrez, Páez, & Hoyos, 2007) varía entre 20 y 43 mg/100g, esto dependerá de la región donde esta sea cultivada, la variedad y de las características de crecimiento. El valor obtenido de ácido ascórbico fue de $38,55 \pm 1,07$ mg/100 g, valor mayor al obtenido por Gutiérrez et al. (2007) con $0,3320 \pm 0,0262$ mg/g, estos datos evidencian que los niveles de ácido ascórbico en los frutos son variables, pero se encuentran dentro de los rangos establecidos.

En los análisis correspondientes a polifenoles y actividad antioxidante se conoce que estos antioxidantes son importantes en la dieta, y su ingesta es 10 veces superior a la de la vitamina C, y 100 veces superior a la de la vitamina E o los carotenoides, algunos alimentos destacan por su alto contenido en polifenoles, como la materia en estudio, con los siguientes resultados: 170,16 mg GAE/100g y 290,29 uM TE/g, datos que se relacionan con los resultados de estudios similares realizados por İzli, Ünal, Uylaşer, & Yıldız (2015) con $154,55 \pm 7,79$ mg GAE.100g y (Cáez & Mier, 2011) con 195 ± 94 00 mg GAE/100g. De acuerdo con los datos obtenidos y a los citados por distintos autores, se observa que la uvilla presenta valores altos de polifenoles a diferencia de naranjilla 91 ± 17 , tomate de árbol 81 ± 29 , maracuyá 61 ± 32 , granadilla 91 ± 43 , fresa con 238 ± 86 y capulí 331 ± 56 , (mg GAE/100g) (Bravo et al., 2014).

Finalmente, frente a la capacidad antioxidante se obtuvo $290,29 \pm 11,42$ uM TE/100 g MS, datos similares a la caracterización realizada por (Corrales et al., 2015) con $243,6 \pm 9,6$ umol TE/

100 g, la similitud obtenida puede deberse a diversos factores, entre ellos está la época de cosecha. La cosecha de la uvilla se lleva a cabo entre 4 a 6 meses a partir de la siembra, esto dependerá de la zona donde se cultiva, los mejores cultivos se desarrollan entre 1000 msnm y 3000 msnm (Moreno et al., 2012).

A continuación, en la tabla 13 se muestra los valores obtenidos del análisis realizado al color de la materia prima con capuchón y sin capuchón, se evaluó el color mediante los parámetros L^* que indica luminosidad, se encuentra en el eje vertical que indica claridad u oscuridad, C^* representa croma o saturación, indica la combinación de colores que conforman la fruta, la pureza del color, Hue es el ángulo de tono que indica si el color es rojo (0°), amarillo (90°), verde (180°), o azul (270°). En el centro comienza en el eje $+a^*$ y es expresado en grados (e.j. 0° es $+a^*$, o rojo, y 90° es $+b^*$, o amarillo) como se observa en la figura 8.

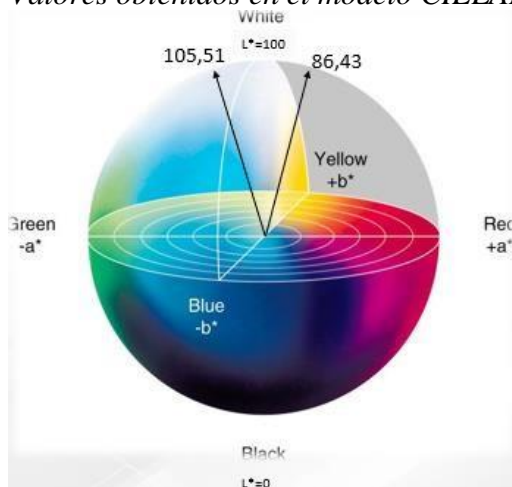
Tabla 13

Parámetros de color de la materia prima con y sin capuchón

	L^*	C^*	H	a	b
Con capuchón	28,91	18,20	105,51	-4,53	17,53
Sin Capuchón	38,19	23,63	86,43	1,47	23,58

Figura 8

Valores obtenidos en el modelo CIELAB



4.2. COMPORTAMIENTO DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA UVILLA DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS.

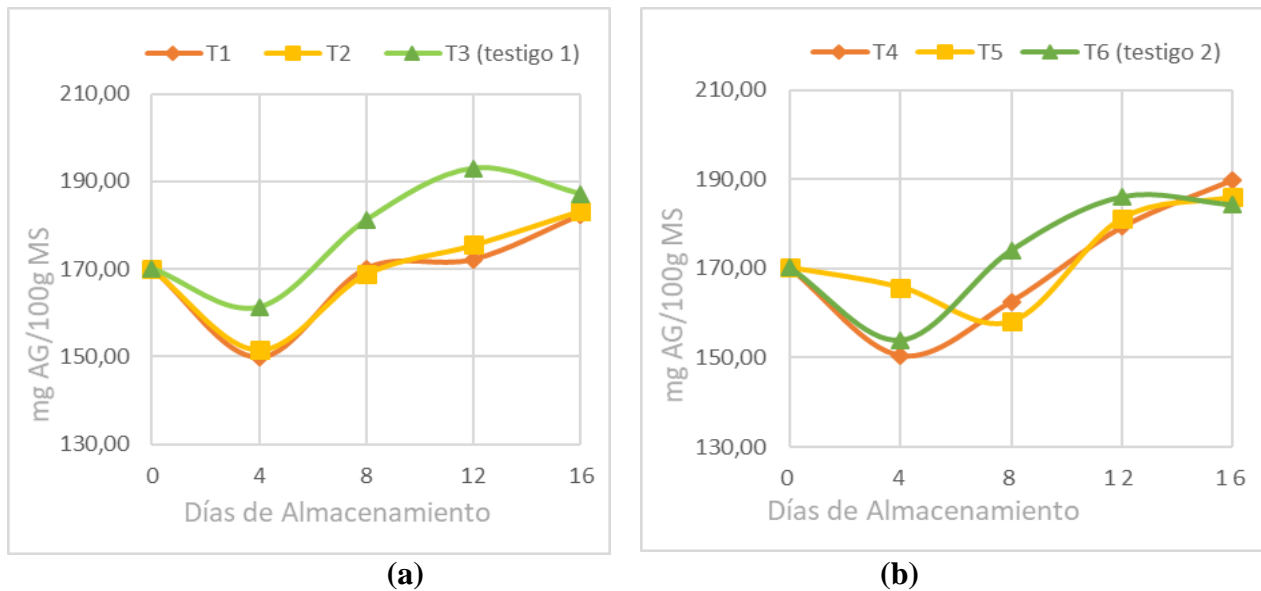
Para determinar el comportamiento del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de la uvilla durante el almacenamiento en atmosferas modificadas, se realizó el análisis de compuestos funcionales mediante los métodos 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo DPPH y Folin Ciocalteum previo a la liofilización de uvilla, cada cuatro días en un periodo de 16 días. Los datos obtenidos en el comportamiento de polifenoles totales y capacidad antioxidante evidencian mayor estabilidad a 5 °C con respecto al comportamiento a temperatura de almacenamiento 8 °C.

4.2.1. COMPORTAMIENTO DE FENOLES TOTALES DE LA UVILLA EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS.

En el análisis de fenoles totales de la uvilla en atmósferas modificadas, se puede observar el comportamiento de los tratamientos evaluados a 5 °C (a) y a 8 °C (b) en la Figura 8. Meneses et al. (2008), afirmaron que es posible la existencia de una atmósfera modificada adecuada que se alcanza cuando existe un equilibrio entre el producto y los gases que se producen después de determinado tiempo, esto dependerá de los requerimientos del producto, por ende, el descenso de polifenoles en el día 4, se debe a que no se alcanza dicho equilibrio provocando un descenso de propiedades funcionales. En el aumento de los compuestos funcionales a partir del día 8 se determinó que la uvilla alcanzó un equilibrio en el almacenamiento mediante atmósferas modificadas, dando paso a los procesos metabólicos que se produce en la fruta como es la maduración, estudios realizados por Cáez & Mier (2011) afirman que el contenido de polifenoles incrementa mientras la fruta madura.

Figura 9

Comportamiento de polifenoles totales de los tratamientos a temperaturas de a (5°C) y b (8°C)



En el comportamiento de contenido de polifenoles que se presenta en la figura 9 (a), se observa estabilidad en los tratamientos, por efecto de la temperatura de almacenamiento, estos datos se validan además con el criterio de Alvarado et al. (2004), determinando que, al ser sometida la fruta a bajas temperaturas durante 16 días la uvilla muestra resistencia a temperaturas inferiores a 3-5 °C, además, disminuye la actividad metabólica como la maduración. Se identificó que al finalizar el almacenamiento en los tratamientos 1 y 2, los contenidos de polifenoles siguen incrementado a diferencia del tratamiento 3 cuyo comportamiento empieza a disminuir, es decir, al no ser sometido con concentraciones de gases desarrolla un proceso acelerado de maduración. Se añade que la producción alta de etileno, como lo identificaron Bapat, y otros (2010), en su estudio ocasiona la senescencia y la degradación de los tejidos en la fruta. Otro factor importante que incide en la degradación de los compuestos fenólicos es la actividad enzimática llevada a cabo por la enzima polifenoloxidasasa (PPO), según Vela (2004), es la responsable de la degradación de fenoles.

A diferencia del comportamiento del contenido de polifenoles totales a 5 °C, a 8 °C en la figura 9 b se observa inestabilidad en el comportamiento de compuestos funcionales en los tratamientos 4 y 5. Esto se debió principalmente a la temperatura, ya que se propician las

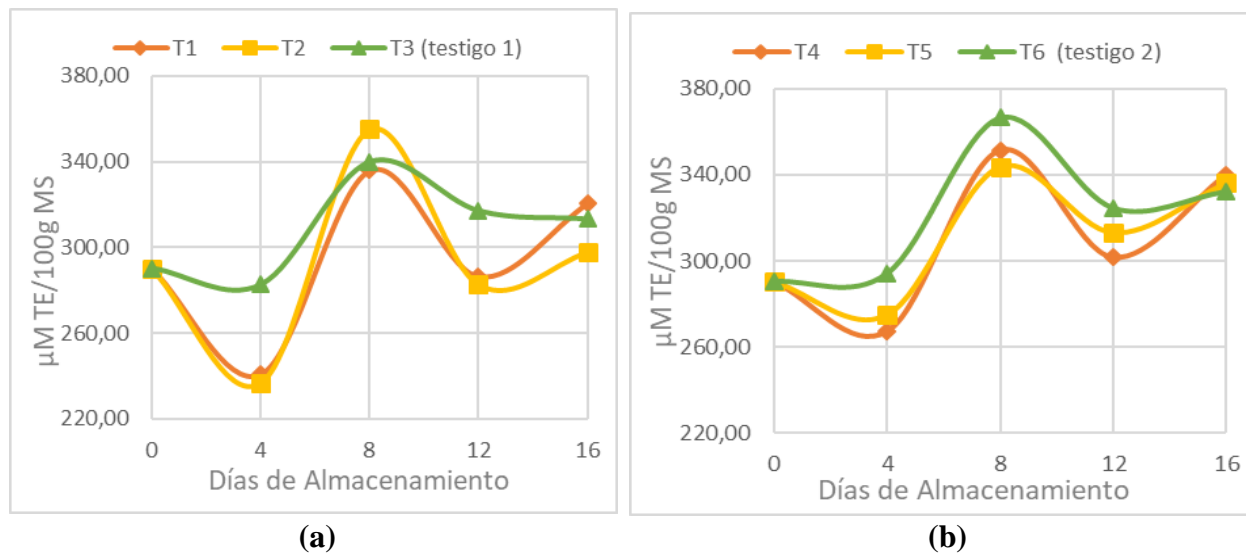
condiciones para que las enzimas en la fruta (como la polifenoloxidasas) desarrollen sus procesos biológicos y alteren significativamente los compuestos bioactivos (Vela, 2004). Por último, aunque en estudios anteriores se ha observado que las concentraciones superatmosféricas (concentraciones de oxígeno del 75%) han permitido conservar los compuestos fenólicos (Sosa et al., 2012), en el caso de esta investigación, el efecto fue muy similar al obtenido por métodos con concentraciones atmosféricas y modificadas. Lo anterior puede deberse a que los mencionados estudios fueron realizados en naranjas, cuyo comportamiento no necesariamente puede ser similar al de las uvillas.

4.2.2. COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA UVILLA EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS

Los análisis realizados para capacidad antioxidante muestran como resultado el comportamiento que se indica en la Figura 10, en donde se puede observar una disminución en el contenido de capacidad antioxidante en todos los tratamientos al día 4, que se dio al descenso del contenido de polifenoles (Figura 9), responsables de aportar una parte de dicha capacidad en la uvilla. Posteriormente, en el día 8 se evidenció el incremento de capacidad antioxidante debido al proceso de maduración. De acuerdo a la investigación de Valdanegro (2012) el incremento de la capacidad antioxidante fue provocado por el aumento en los diferentes compuestos responsables de otorgar compuestos funcionales al fruto como polifenoles, vitamina C, carotenoides entre otros. De la misma manera, el estudio de Cadena (2020) relaciona el comportamiento de actividad antioxidante con datos similares aplicando como método alternativo el almacenamiento en atmósferas controladas.

Figura 10

Comportamiento de la capacidad antioxidante de los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5 y T6) en atmósferas modificadas a temperaturas de 5 °C (a) y 8 °C (b)



Por otra parte, en el día 12 de almacenamiento por atmósferas modificadas se observa un descenso de capacidad antioxidante por consecuencia de la degradación de otros compuestos bioactivos no analizados, como betacarotenos o vitamina C. Además, se compara con Chancosi (2017), quien observó un descenso de vitamina C provocado por el daño en la membrana de las células por estrés oxidativo mediante el almacenamiento en refrigeración, ocasionando disminución en la capacidad antioxidante.

No obstante, se identificó que, en una temperatura de refrigeración de 5°C, los tratamientos presentaron mayor estabilidad en dichos compuestos a comparación con los tratamientos almacenados a 8°C, con respecto al valor de la materia prima. Estos datos se relacionan con estudios de Contreras et al. (2017) en temperaturas de refrigeración, así mismo, en los resultados de Aguilar & Flores (2018), existe un alto nivel de degradación durante el almacenamiento por efecto de la temperatura inferiores a 5°C. Al concluir los 16 días de almacenamiento se observa un aumento en compuestos antioxidantes, aportado por el alto contenido de polifenoles que presenta la fruta anteriormente mencionada, se da debido a la maduración que provocó una acumulación de estos compuestos.

4.3. EVALUACIÓN DEL EFECTO QUE TIENE LA MODIFICACIÓN DE ATMÓSFERAS DENTRO DEL EMPAQUE SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, Y LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA UVILLA AL FINALIZAR EL TRATAMIENTO.

Para dar cumplimiento a este objetivo se analizaron las características fisicoquímicas y los compuestos funcionales al finalizar el tratamiento, para determinar el efecto causado en la fruta almacenada mediante atmósferas modificadas, posteriormente se realizó la evaluación estadística para cada análisis y se alcanzó homogeneidad y normalidad en los datos, procediendo a realizar el análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de rango múltiple (Tukey para tratamientos y diferencia mínima significativa DMS para factores), que permite contrastar la hipótesis nula de las medias de la muestra y comparar resultados frente a la hipótesis alternativa.

4.3.1. ANÁLISIS DE pH

El pH en los alimentos es un indicador que conlleva a conocer si el fruto tiene alta o baja acidez, con un pH inferior a siete los alimentos se consideran ácidos, con bajo contenido de ácidos entre 4, 6 y 7 e inferiores a 4,6 son alimentos muy ácidos (Casaubon et al., 2018). El análisis de varianza se muestra en la Tabla 14, se identificó significancia para los tratamientos y para el factor B, al existir significancia se realizó las pruebas Tukey para tratamientos y DMS para factores.

Tabla 14

Análisis de varianza para el pH al finaliza el almacenamiento en atmósferas modificadas

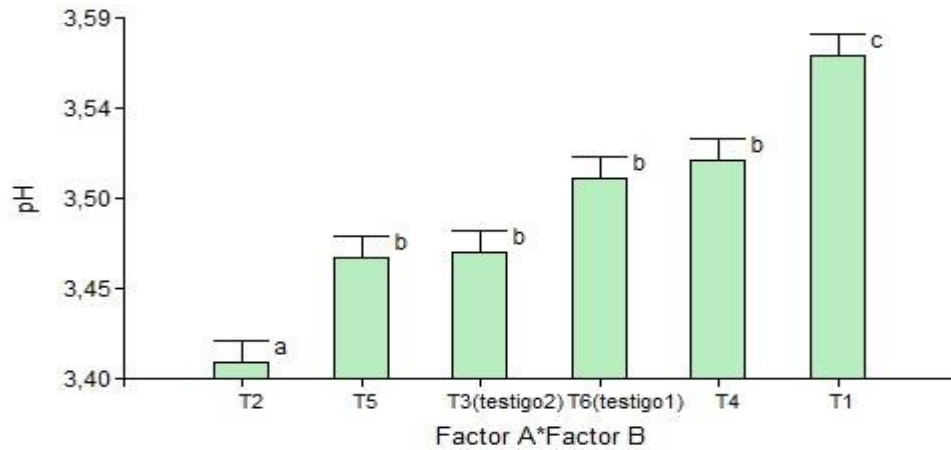
FV	GL	SC	CM	Fo	F0,05	F0,01	F0,01	F0,05
Tratamientos	5	0,049	0,010	25,12	3,11	5,06	**	*
Factor A	1	0,001	0,001	2,41	4,75	9,33	NS	NS
Factor B	2	0,036	0,018	46,33	3,89	6,93	**	*
Interacción AxB	2	0,012	0,006	2,96	3,89	6,93	NS	NS
Error	12	0,00468	0,00039					

CV 0,56%

La prueba Tukey realizada se observa en la Figura 11, indica que los tratamientos son estadísticamente diferentes. Se identificó que el tratamiento 2 conservó el pH con un valor de

3,40 con respecto a la materia prima (3,38). Lo anterior debido a que temperaturas bajas y concentraciones de gases de O₂ del 5% retardan la actividad enzimática y los procesos metabólicos de la fruta (Fischer et al., 2007).

Figura 11
Prueba Tukey realizada a los tratamientos para pH



Datos similares se encontraron en estudios realizados por Novoa et al. (2006) en uvilla mediante atmósferas modificadas activas, se evidenció un aumento del pH hasta el día 16 de almacenamiento mientras que la cuarta semana existe un descenso, se menciona que el incremento del pH puede ser ocasionado por la disminución de ácidos presentes en la pulpa del fruto. Corroborando esta información se observa la prueba DMS para el factor B (Tabla 15), donde la menor media de todas las evaluadas en esta investigación, refiere a concentraciones bajas en O₂.

Tabla 15
Diferencia mínima significativa para pH factor B

Factor A	Medias	Rango
B2	3,44	a
B3	3,49	b
B1	3,55	C

4.3.2. SÓLIDOS SOLUBLES

En el análisis realizado se identificó que los sólidos solubles actúan como azúcares reductores, ácidos orgánicos, compuestos orgánicos y sales minerales, el aumento de los sólidos solubles de los frutos de uvilla se debe a la hidrólisis del almidón y de los polisacáridos de la pared celular que dan origen a los azúcares. En la Tabla 16, se observa el análisis de varianza realizado a sólidos solubles, cuyo resultado presentó diferencia significativa para los tratamientos y para el factor B.

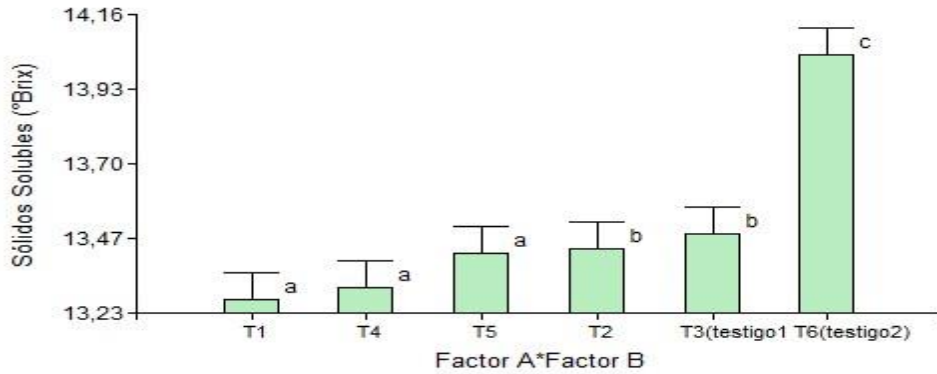
Tabla 16
Análisis de varianza realizado a sólidos solubles

FV	GL	SC	CM	Fo	F0,05	F0,01	F0,01	F0,05
Tratamientos	5	1,140	0,228	11,06	3,11	5,06	**	*
Factor A	1	0,167	0,167	8,10	4,75	9,33	NS	*
Factor B	2	0,676	0,338	16,39	3,89	6,93	**	*
Interacción (AxB)	2	0,298	0,149	3,22	3,89	6,93	NS	NS
Error	12	0,02474	0,00206					

CV 1,07%

Al constatar significancia se realizó la prueba Tukey a los tratamientos como se indica en la Figura 12, se evidencia que el tratamiento 1 a temperatura de 5 °C y concentraciones de gases enriquecidas obtuvieron la media más cercana a la materia prima, es decir, fue el tratamiento que logró conservar el contenido de sólidos solubles, evitando el incremento acelerado del contenido de SST. Según (Alvarado et al., 2004) evaluaron que a temperaturas menores o iguales a 4 °C conserva las propiedades químicas de la uvilla, con el aumento de los SST se produce la maduración y el fruto tiende a disminuir la acidez tomando un sabor dulce. Según (Blanco et al., 2019) la presencia de altas concentraciones de CO₂ inhiben la biosíntesis de etileno mejorando la conservación de sólidos solubles.

Figura 12
Prueba Tukey realizada a los sólidos solubles de la uvilla



En la Tabla 17, se observa la prueba DMS realizada al factor A (temperatura) se evidencia que A1 (5°C) obtuvo la menor media con respecto a A2 (8°C), demostrando que a temperatura bajas el contenido de sólidos solubles no aumenta de forma acelerada por tal motivo se conserva esta propiedad química de la uvilla. En la Tabla 18, se muestra la prueba DMS realizada al factor B, se observa que el factor B1 concentraciones enriquecidas de 60% O₂ y 20% CO₂ es el mejor promedio con respecto a B2 (5% O₂ y 15% CO₂) y B3 (aire atmosférico). Según Meneses et al. (2008) afirma que al utilizar concentraciones enriquecidas posee varias ventajas entre ellas se encuentra la de metabolizar los azúcares y otros compuestos.

Tabla 17
Diferencia mínima significativa para sólidos solubles de la uvilla para él y Factor A

Factor A	Medias	Rango
A1	13,40	A
A2	13,59	B

Tabla 18*Diferencia mínima significativa para sólidos solubles de la uvilla para él y Factor B*

Factor B	Medias	Rango
B1	13,30	A
B2	13,43	A
B3	13,76	B

4.3.3. ACIDEZ TITULABLE

Al realizar análisis de acidez titulable se puede identificar los compuestos que la uvilla presenta como ácidos, entre ellos se encuentran; el ácido cítrico, málico, tartico y el oxálico. La acidez tiende a disminuir durante el proceso de maduración debido a la transformación de los ácidos mediante glucogénesis a azúcares, de esta manera los ácidos actúan como sustratos de respiración, así mismo, el parámetro fisicoquímico es utilizado para el control de calidad de las muestras de uvilla (Castro et al., 2015).

Por consiguiente, la tabla 19 muestra el análisis de varianza realizado a los datos obtenidos de acidez titulable. Respecto a los tratamientos y factores se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, es decir, las atmósferas modificadas influyen en la conservación de la acidez titulable. Al precisar significancia se realizaron las pruebas de rango múltiple Tukey para tratamientos y DMS para los factores.

Tabla 19*Análisis de Varianza de la Acidez titulable*

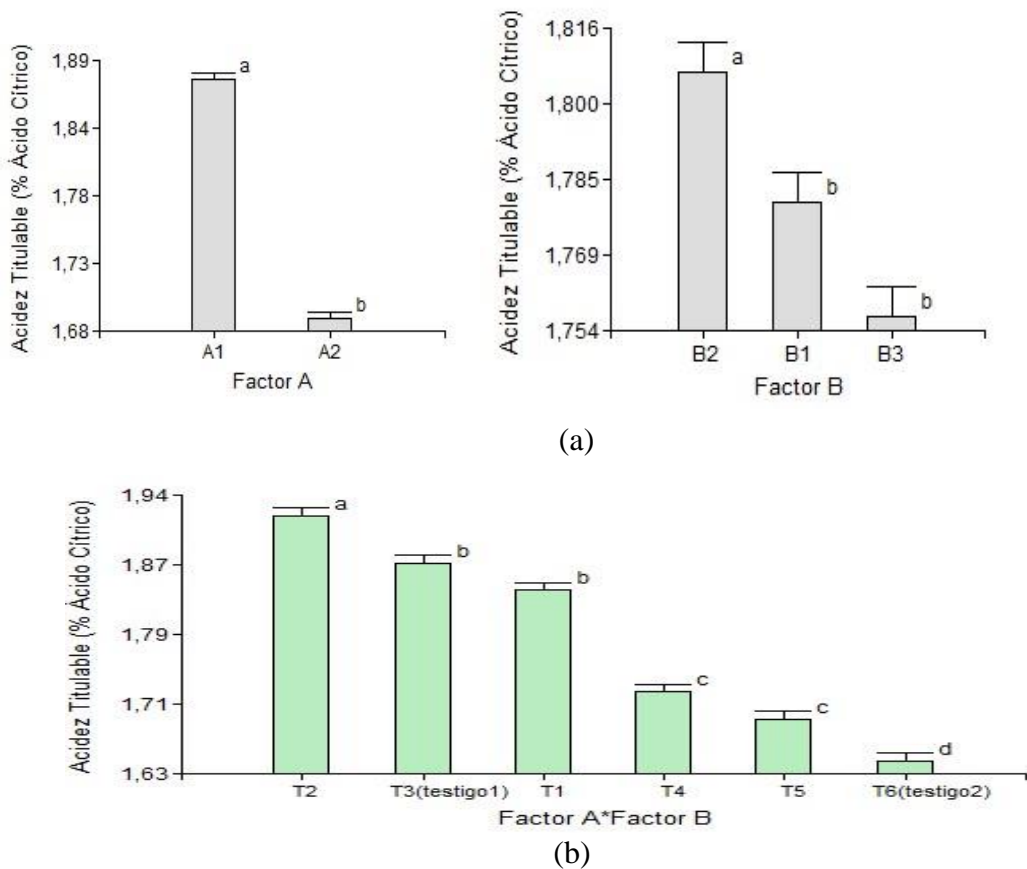
FV	GL	SC	CM	Fo	F0,05	F0,01	F0,01	F0,05
Total	17	0,18	0,010					
Tratamientos	5	0,18	0,035	155,16	3,11	5,06	**	*
Factor A	1	0,16	0,155	686,73	4,75	9,33	**	*
Factor B	2	0,01	0,004	17,65	3,89	6,93	**	*
Interacción AxB	2	0,01	0,006	26,88	3,89	6,93	**	*
Error	12	0,00209	0,000226					

CV 0,85 %

En la Figura 13 (a) se identifica la gráfica obtenida de la prueba DMS realizada al factor A (temperatura) donde se denotó que a 5°C se obtuvo la mejor media con respecto a 8 °C. Ponce & Rodríguez, (2014) en estudios realizados en uvilla mencionan que la acidez disminuye de manera progresiva debido al incremento de temperatura, por lo que a temperaturas inferiores a 5 °C retardan el proceso de la maduración. La prueba DMS realizada al factor B concentraciones de gases en la Figura 13 (a), se observa que el factor B2 (5% O₂ y 15% CO₂) presenta el mayor contenido de acidez con respecto a los factores B1 y B2. La prueba de rango múltiple Tukey realizada a los tratamientos se muestra en la Figura 13 (b), identificando que el tratamiento 2 obtuvo el menor contenido de degradación de ácidos (1,92) con respecto al valor inicial (2,60) al finalizar el tratamiento.

Figura 13

Prueba DMS para los factores A y B (a) y Tukey para la acidez titulable (b)



4.3.4. ÍNDICE DE MADUREZ

Durante la maduración de los frutos en estado fisiológico o comercial, la acidez tiende a decaer gradualmente, debido a la relación entre ácido cítrico (g/mL) y porcentaje de sólidos solubles disueltos. El porcentaje de SST (° Brix) es un parámetro fundamental para evaluar la madurez de los frutos, por lo que a medida que el fruto madura, la acidez baja y el porcentaje de azúcares (sólidos solubles) aumenta.

Con respecto al análisis de varianza realizado al índice de madurez se detalla en la tabla 20, en el que se identificó significancia en los tratamientos y factores. A su vez, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, comprobando que las atmósferas modificadas influyen en la conservación del índice de madurez. Al verificar significancia se realizaron las pruebas de rango múltiple Tukey para tratamientos y DMS para factores, el coeficiente de variación de 0,59% es muy amplio entre los tratamientos de estudio por lo que muestra que el estudio se llevó a cabo de manera correcta.

Tabla 20

Análisis de Varianza del índice de madurez.

FV	GL	SC	CM	Fo	F0,05	F0,01	F0,01	F0,05
Tratamientos	5	4,81	0,96	145,12	3,11	4,16	**	*
Factor A	1	3,69	3,69	555,26	4,75	7,19	**	*
Factor B	2	0,65	0,33	49,17	3,89	5,52	**	*
Interacción AxB	2	0,48	0,24	36,01	3,89	5,52	**	*
Error	12	0,079	0,001974					

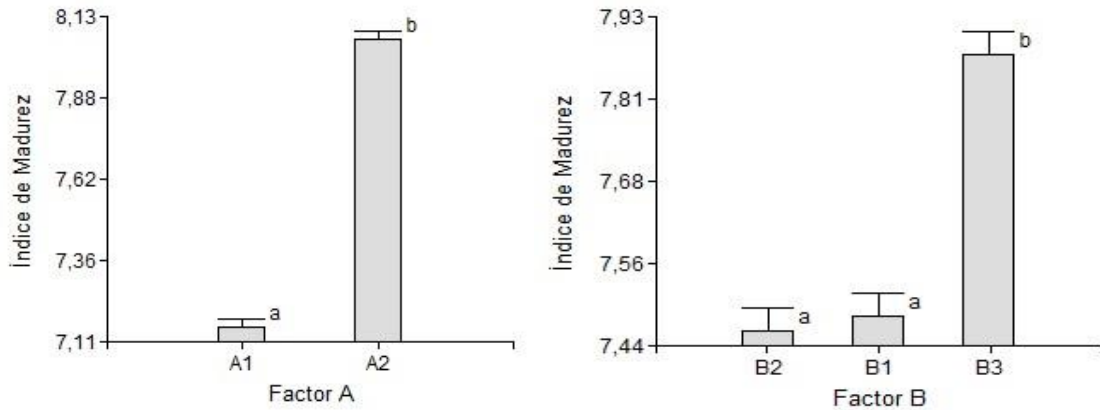
CV 0,59 %

En la Figura 14 (a), se muestra los valores obtenidos de la prueba DMS realizada a los factores A y B. La temperatura (factor A) influye con respecto al índice de madurez y estadísticamente los factores actúan de forma independiente, en la misma gráfica se identifica que el resultado con menor índice de madurez fue A1 (5 °C) y con mayor índice de madurez el factor A2 (8°C), encontrando que la Temperatura a 5° C conservó de manera óptima. Este mismo comportamiento se ha registrado en estudios anteriores, donde se ha observado que la

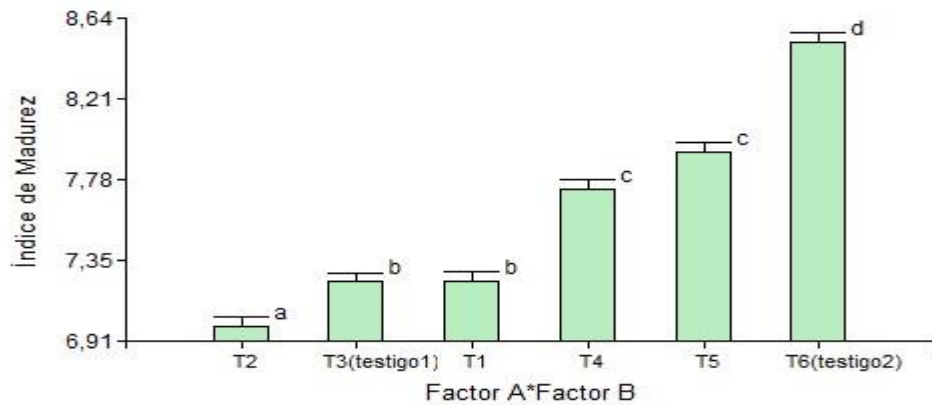
disminución de la temperatura ayuda a inactivar las enzimas, permitiendo reducir la madurez del fruto (Alvarado et al., 2004). Además, para el factor B se muestra en la Figura 14 (a), se identificó que la mezcla de gases con concentraciones bajas y altas en O₂ prestaron el mismo rango, determinando que las mezclas de gases conservan el índice de madurez a diferencia del aire. El menor índice de madurez se observó para el factor B2 (5% O₂ y 15% CO₂), este comportamiento se ha demostrado en el estudio realizado por (Andrade, 2018), ya que la variación de las concentraciones bajas de O₂ y CO₂ influyen en la actividad enzimática del fruto, ralentizando la madurez.

Figura 14

Prueba DMS para los factores A y B (a) y Tukey para el índice de madurez de la uvilla (b)



(a)



(b)

El análisis realizado mediante la prueba de rango múltiple Tukey para tratamientos como observa en la Figura 14 (b), el valor obtenido con menor de índice de madurez se observa en el tratamiento 2, la combinación de una temperatura de 5 °C con una concentración de oxígeno menor a la atmosférica (5% O₂, 15 % CO₂), permitió mantener en mejor medida el índice de madurez del fruto de estudio en comparación con los demás tratamientos, lo cual es justificado por toda la discusión generada en esta sección.

4.3.5. VITAMINA C

Las principales funciones de la vitamina C en la uvilla es diversa al ser una vitamina hidrosoluble, es decir, se disuelve fácilmente en agua. Así mismo, se conoce como antioxidantes que bloquean los daños causados por los radicales libres que se producen cuando el cuerpo descompone el alimento o está expuesto a la radiación (Villacis, 2014). Por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza para el ácido ascórbico que se muestra en la tabla 21, la diferencia significativa para los tratamientos y para el factor B, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es así como las atmósferas modificadas influyen en la conservación del contenido de ácido ascórbico. Por consiguiente, al presentar significancia se procedió a realizar las pruebas DMS para el factor B y Tukey para los tratamientos.

Tabla 21

Análisis de Varianza del Ácido Ascórbico

FV	GL	SC	CM	Fo	F0,05	F0,01	F0,01	F0,05
Total	17	227,97	13,41					
Tratamientos	5	214,87	42,97	39,36	3,11	5,06	**	*
Factor A	1	13,53	1,75	1,60	4,75	9,33	NS	NS
Factor B	2	138,22	69,11	63,30	3,89	6,93	**	*
Interacción AxB	2	74,90	37,45	34,30	3,89	6,93	**	*
Error	12	13,10	1,09					

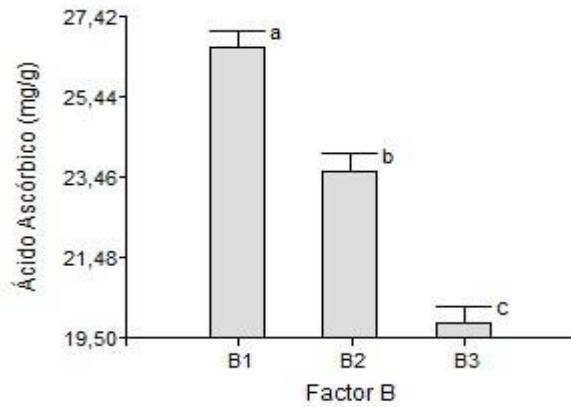
CV 4,47 %

En la Figura 15 (a), se observa los resultados obtenidos de la prueba DMS realizada al factor B (concentraciones de gases), el valor con mayor contenido de ácido ascórbico es para el factor B1 mezcla de gases con 60% O₂ y 20% CO₂. Para los tratamientos se realizó la prueba Tukey a

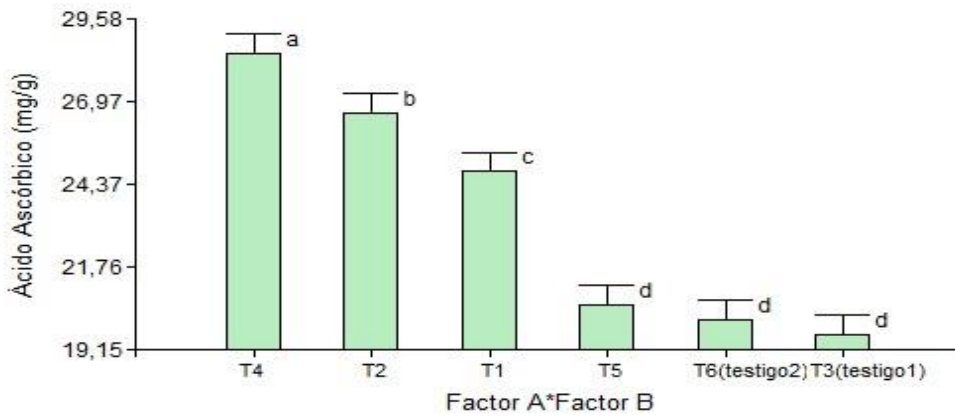
los tratamientos que se indica en la Figura 15 (b), correspondiente a los tratamientos una vez finalizado el proceso de almacenamiento, el tratamiento 4 (temperatura a 8°C y concentraciones enriquecidas de gases) presentó mayor contenido de ácido ascórbico. Las atmósferas modificadas con concentraciones hiperoxigenadas alcanzaron el mayor contenido de vitamina C al finalizar el almacenamiento. Dicho comportamiento es similar a estudios realizados por González & Talero (2016) comprobando que a temperaturas mayores a 5 °C la vitamina C aumenta, es decir, se mantiene estable y presenta menor degradación, de igual forma Chancosi, (2019) Observo conservación de compuestos bioactivos durante 16 días.

Figura 15

Prueba DMS para el factor A y B (a) y Tukey para el ácido ascórbico de la uvilla (b)



(a)



(b)

4.3.6. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Un antioxidante es una molécula que tiene la capacidad de prevenir o retardar la oxidación de otras moléculas y que contrarrestan los radicales libres que se generan fisiológicamente (Sun & Johnson, 2015). Motivo por el cual, es importante realizar el análisis de varianza a la capacidad antioxidante, para determinar la efectividad del método de conservación por atmósferas modificadas. Los resultados del análisis de varianza se presentan en la Tabla 22, la misma que refleja significancia en los tratamientos y factores, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir, las concentraciones de gases y la temperatura de almacenamiento influye en la conservación de la capacidad antioxidante. Al comprobarse significancia, se procedió a realizar las pruebas de rango múltiple DMS para los factores A y B y Tukey para los tratamientos.

Tabla 22

Análisis de Varianza de Capacidad Antioxidante

FV	GL	SC	CM	Fo	F0,05	F0,01	F0,01	F0,05
Total	17	4411,79	259,92					
Tratamientos	5	3802,27	760,45	15	3,11	5,06	**	*
Factor A	1	2902,49	2902,49	57,14	4,75	9,33	**	*
Factor B	2	536,96	268,48	5,29	3,89	6,93	NS	*
Interacción AxB	2	362,81	181,41	3,57	3,89	6,93	NS	NS
Error	12	609,52	50,79					

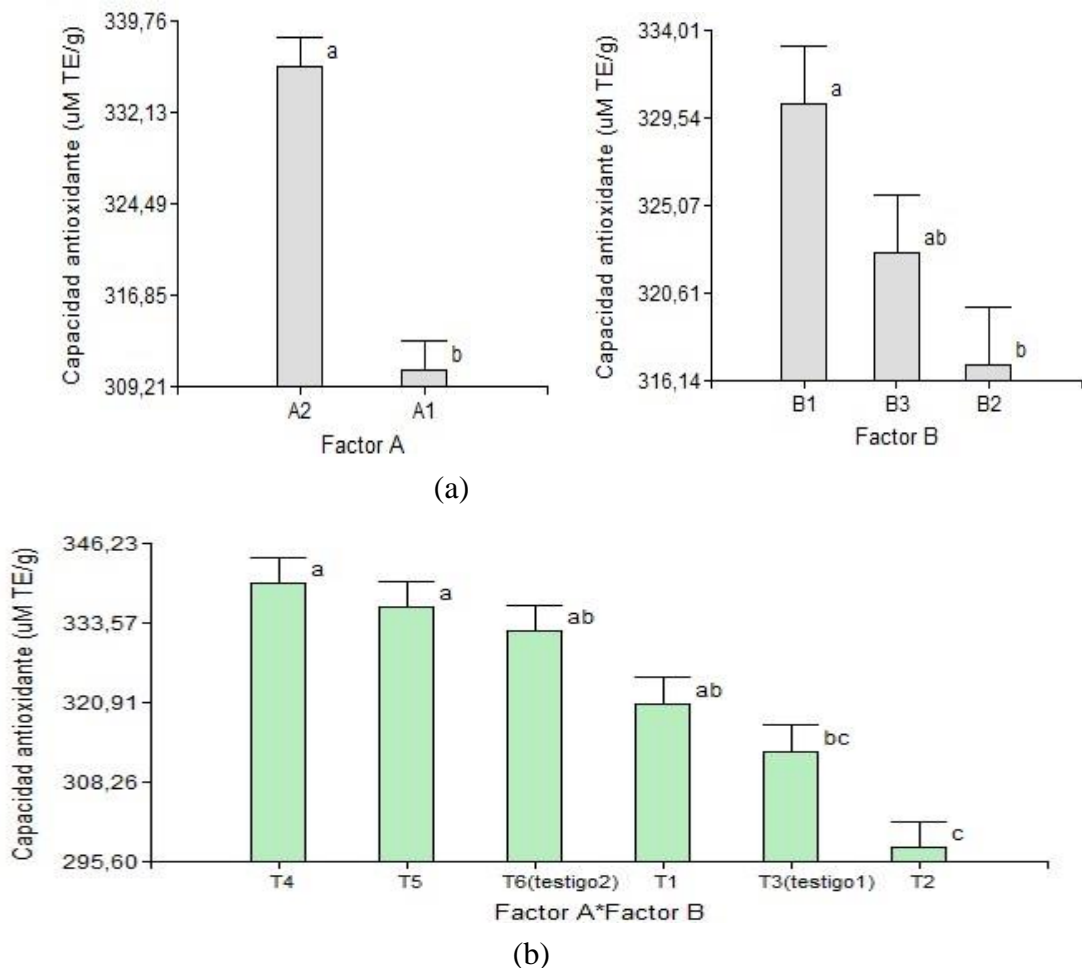
CV 2,20 %

En la Figura 16 (a), se expone los valores obtenidos de la prueba DMS realizado a los factores A y B. Para el factor A (temperatura) el valor con mayor capacidad antioxidante es para A2 (8°C) con respecto al factor A1 (5°C). La temperatura es el factor que influye en el aumento de compuestos bioactivos para el desarrollo de las frutas, por lo que a temperaturas mayores a 8°C favorecen la producción de etileno y activación de enzimas incrementando el índice de madurez, dicho en otras palabras, la capacidad antioxidante aumenta mientras la fruta madura.

En el mismo contexto, Vald Negro (2012) realizó estudios en uvilla, donde establece que los compuestos funcionales incrementan conforme la fruta madura, alcanzando valores máximos de capacidad antioxidante en el estado de madurez de consumo. Con respecto al factor B (concentraciones de gases) en la Figura 16 (a), se detalla los valores de la prueba DMS, donde el factor B1 (60% O₂ y 20 % CO₂) obtuvo el mayor contenido de capacidad antioxidante con respecto los factores B2 y B3.

Figura 16

Prueba DMS para los factores A y B (a) y Tukey para capacidad antioxidante de la uvilla (b)



En la Figura 16 (b), se analiza el mayor contenido de capacidad antioxidante que comprende al tratamiento 4 (8°C y de gases enriquecidas) tras 16 días de almacenamiento aplicando la prueba de rango múltiple Tukey, en este estudio se identificó la efectividad del tratamiento, ya

que la fruta tiende a madurar por el aumento de temperatura, evidenciado por el aumento de compuestos funcionales de la fruta, pero no llega a su madurez máxima por las altas concentraciones de gases, que tiene como ventajas inhibir el crecimiento de ciertas enzimas causantes de la degradación de antioxidantes. De acuerdo con estudios realizados por Alcocer, (2018) en tomate de árbol, donde, utilizaron concentraciones enriquecidas, el resultado obtenido demostraron la efectividad de utilizar esta mezcla de gases, ya que hubo aumento de capacidad antioxidante y a la vez conservo la actividad con respecto a las concentraciones pobres de gases.

4.3.7. POLIFENOLES TOTALES

Los polifenoles son metabolitos secundarios considerados compuestos biológicamente activos que se encuentran en las plantas, estos compuestos funcionales desempeñan funciones fisiológicas (García et al., 2009). Se realizó la cuantificación de polifenoles al finalizar el almacenamiento en atmósferas modificadas. En la tabla 23 se observa el análisis de varianza (ANOVA) realizado a los datos obtenidos de polifenoles totales al finalizar el almacenamiento, donde, se evidencia significancia para tratamientos y para factores A (Concentraciones de gases) y B (Temperatura de almacenamiento). Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, el almacenamiento mediante atmósferas modificadas influye en la conservación del contenido de polifenoles totales. Además, a partir del coeficiente de variación se identificó que la diferencia es más amplia entre tratamiento a comparación de la capacidad antioxidante. Al presentar significancia se procedió a realizar las pruebas de rango múltiple DMS para factores y Tukey para tratamientos.

Tabla 23

Análisis de Varianza de Polifenoles Totales

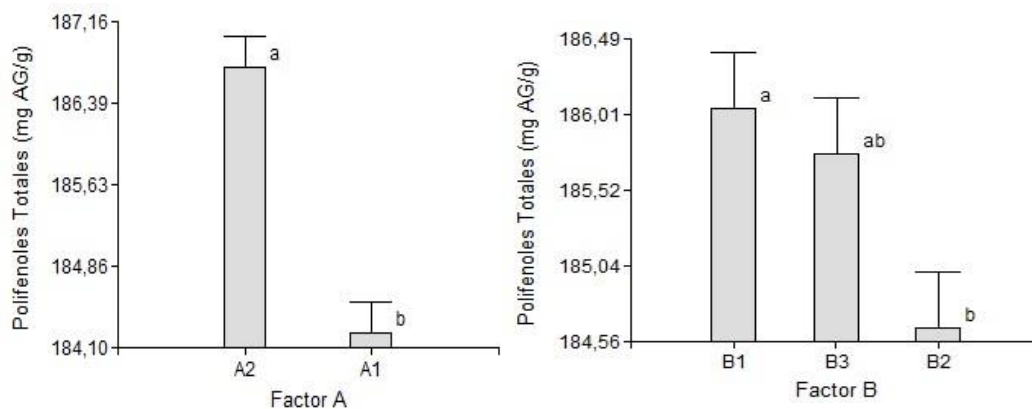
FV	GL	SC	CM	F_o	F_{0,05}	F_{0,01}	F_{0,01}	F_{0,05}
Total	17	125,88	7,40					
Tratamientos	5	116,5	23,30	120,21	3,11	5,06	**	*
Factor A	1	27,79	27,79	21,73	4,75	9,33	**	*
Factor B	2	6,54	3,27	10,69	3,89	6,93	NS	*
Interacción (AXB)	2	82,17	4,19	278,97	3,89	6,93	**	*
Error	12	9,37	52,60					

CV 0,48 %

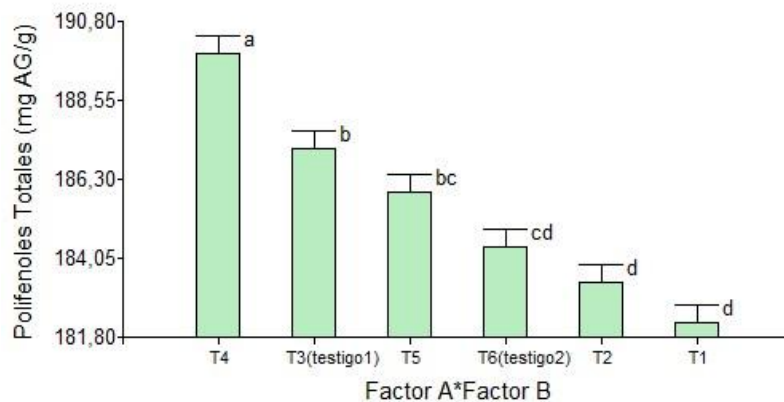
En la Figura 17 (a) se observa los valores obtenidos de los análisis realizados a los factores A y B mediante la prueba DMS. No obstante, en el diagrama del factor A (temperatura) se observa que la media con mayor contenido de polifenoles se visualiza en el factor A2 temperatura de almacenamiento 8 °C con respecto a A1 (5°C). Mientras, que para el Factor B (Concentraciones de gases) se muestra el valor con mayor contenido en el factor B1 que se refiere a concentraciones enriquecidas.

Figura 17

Prueba DMS para los factores A y B (a) y Tukey para polifenoles totales de la uvilla (b)



(a)



(b)

Al observar la Figura 17 (b), se identificó que el tratamiento 1 fue aquel que presentó mayor contenido de polifenoles con respecto a los demás tratamientos. La combinación de la

temperatura de almacenamiento a 8°C y la mezcla de gases enriquecidas con 60% O₂ y 20% CO₂, obtuvieron como resultados valores altos de contenido de polifenoles totales al finalizar el almacenamiento. Este comportamiento es similar al estudio realizado por Sosa et al. (2012) en naranjas almacenadas mediante atmósferas modificadas cuyo resultado denoto que al utilizar concentraciones enriquecidas con el 75% de O₂ conservo por mayor tiempo los polifenoles totales. De la misma manera, se encontró que las temperaturas altas benefician al incremento del contenido de polifenoles, por ello, la fruta tiene un proceso metabólico acelerado. Según el trabajo realizado con respecto a compuestos funcionales verificaron que el aumento de contenido de polifenoles es directamente proporcional con el índice de madurez. En concordancia con lo mencionado, González & Talero (2016) comprobaron que el aumento o degradación de compuestos funcionales se debe al efecto de la temperatura, tiempo de almacenamiento y el estado del envase.

4.3.8. COLOR

El color de las frutas es importante dentro de los parámetros para determinar la calidad del producto. Además, mediante el análisis del color se evalúa la maduración y es denominado un factor principal en el momento de ofertar el producto al consumidor (Andrade et al., 2013). Por consiguiente, se realizó el análisis de color a la uvilla con capuchón y sin capuchón a la materia prima y al finalizar el almacenamiento en atmósferas modificadas. Respectivamente, en las Tablas 24 y 25 se observa los valores obtenidos de Luminosidad (L*), Cromo y vectores (a y b). Los análisis de estos parámetros fueron medidos con la finalidad de realizar el cálculo para la variación de color y el ángulo Hue a la uvilla con capuchón y sin capuchón, a la materia prima y al finalizar el almacenamiento en atmósferas modificadas.

De esta manera, el resultado obtenido para el análisis de cambio de color (ΔE) realizado a la uvilla con capuchón (Tabla 24) se observa menor variación en el tratamiento 2 con un valor de 12, 58 con respecto a los demás tratamientos, este valor al comparar con los datos obtenidos de la investigación de Castro et al. (2015), quienes obtuvieron una variación de 15,11 en la uvilla, es decir, las atmósferas modificadas con concentraciones bajas de gases y temperaturas menores o iguales a 5 °C conservar la pigmentación del capuchón de la uvilla.

Tabla 24*Parámetros de color de la uvilla con capuchón al finalizar el tratamiento*

	MP	T1	T2	T3	T4	T5	T6
L	28,91	23,82	25,03	24,05	24,97	26,09	15,07
C*	18,20	31,77	29,71	31,13	31,31	35,34	37,20
°Hue	105,51	94,45	97,55	94,66	95,27	93,40	92,63
a	-4,53	-3,02	-3,52	-2,96	-3,07	-1,93	-1,75
b	17,53	31,67	29,45	31,02	31,17	35,28	37,16
ΔE	0	15,19±2,52	12,58±1,35	14,48±0,49	14,30±0,63	18,14±0,55	24,21±1,81

Dentro de este marco, el análisis realizado al cambio de color (ΔE) a la uvilla sin capuchón se evidencia en la Tabla 25, que el tratamiento 2 obtuvo menor variación de color con respecto a la materia prima. La combinación de temperatura de almacenamiento 5 °C y concentraciones de gases 5% O₂ y 15% CO₂ conservaron el color en la uvilla, reduciendo la degradación de tonalidades naranja brillante. Por tanto, los datos de esta investigación son similares a los obtenidos en el estudio realizado por Aguilar & Flores (2018), con un valor de 12,6, es decir, el color de la fruta se conserva mediante métodos de almacenamiento en refrigeración.

Tabla 25*Parámetros de color de la uvilla sin capuchón al finalizar el tratamiento*

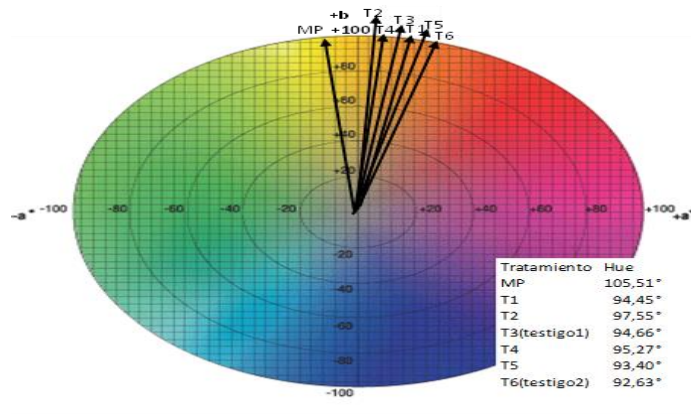
	MP	T1	T2	T3	T4	T5	T6
L	38,19	36,03	28,65	26,40	29,64	40,23	29,29
C*	23,63	40,19	37,19	40,71	39,98	43,65	44,20
°Hue	86,43	81,00	81,31	76,03	80,56	78,41	77,08
a	1,47	6,26	5,62	9,57	6,56	8,73	9,86
b	23,58	39,70	36,75	39,48	39,44	42,76	43,08
ΔE	0,00	17,00±2,17	16,82±0,78	21,80±3,59	18,94±2,18	20,69±1,80	23,06±2,08

A continuación, en la Figura 18 (a) se observa el ángulo (Hue) obtenida de los diferentes tratamientos realizada a la uvilla con capuchón, en donde se identificó, que el tratamiento 2 (97,55 Hue) obtuvo el menor cambio de color con respecto a la materia prima (105,51) es decir, conservó el color propio de la madurez de la uvilla. Además, En la Figura (b), se observa el ángulo Hue de la uvilla sin capuchón, el tratamiento 2 (81,31) fue el mejor debido a

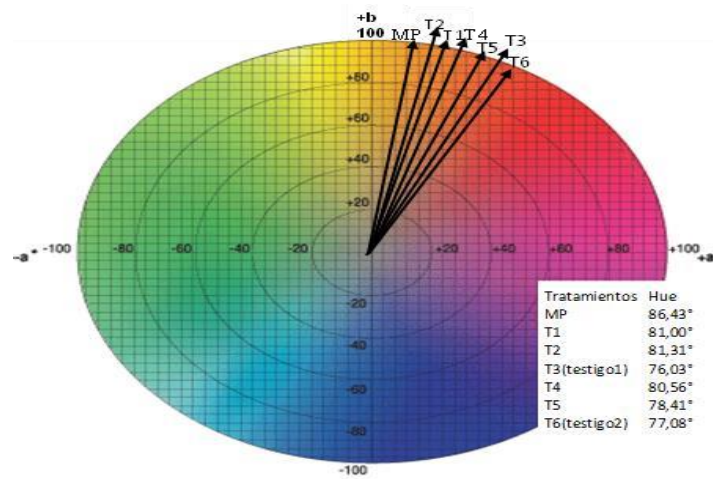
que es el color que debe alcanzar la fruta para considerarla como apropiada para su consumo, siendo el tratamiento 3 (76,03) aquel que consiguió la tonalidad de menor proporción porque se lo considero como muy maduro.

Figura 18

Parámetros del color Hue de la uvilla con capuchón (a) y sin capuchón (b) de los diferentes tratamientos



(a)



(b)

Para corroborar los datos obtenidos del ángulo Hue, se realizó el análisis estadístico para el cambio de color a la uvilla con capuchón y sin capuchón. En la Tabla 26 se observa, el análisis de varianza realizado para el cambio de color en la uvilla con capuchón, en donde se evidencia significancia en los tratamientos y en los factores, motivo por el cual se rechaza la hipótesis nula, es decir, el almacenamiento mediante atmósferas modificadas y refrigeración tuvo efecto en la uvilla provocando el cambio de color.

Tabla 26

Análisis de Varianza para el cambio de color (ΔE) a la uvilla con capuchón

FV	GL	SC	CM	F_o	F_{0,05}	F_{0,01}	F_{0,01}	F_{0,05}
Total	17	289,177	17,010					
Tratamientos	5	264,350	52,870	25,55	3,11	5,06	**	*
Factor A	1	103,663	103,663	50,10	4,75	9,33	**	*
Factor B	2	74,942	37,471	18,11	3,89	6,93	**	*
Interacción AxB	2	35,745	12,873	0,72	3,89	6,93	NS	NS
Error	12	24,827	2,0689					

CV 8,72 %

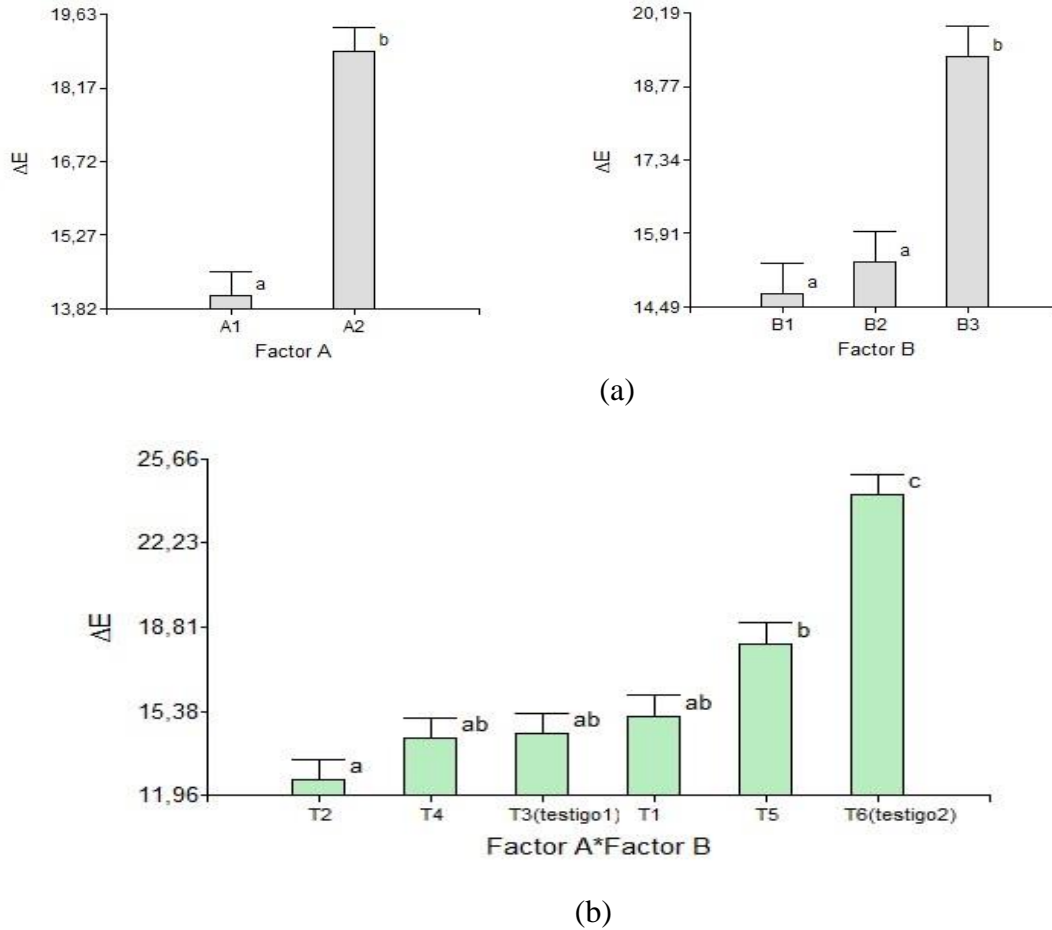
Al existir significancia se realizó la prueba DMS para factores Figura 19 (a), se ilustra que el factor A1 y B1 lograron el mejor resultado para el cambio de color. Según Gutiérrez, (2008), se estima que a medida que la temperatura aumenta la variación de color del fruto de uvilla se intensifica, por lo que existe mayor variación de color a temperaturas superiores a 5 °C, en el presente estudio se identificó que a temperaturas inferiores se reduce la variación de color a la uvilla con capuchón. Según estudios realizados por Pesantez (2018) bajas concentraciones de O₂, reduce la respiración oxidativa, conservando las propiedades fisicoquímicas de la fruta y los pigmentos de la fruta como clorofila de la fruta que se encarga de otorgar el color a la uvilla.

En la figura 19 (b) se observa que T2 obtuvo menor variación de color con respecto a los demás tratamientos, a temperatura de refrigeración 5 °C y bajas concentraciones de O₂, que poseen como ventajas frenan el crecimiento de enzimas que causan el pardeamiento en las frutas, ocasionado reducir el contenido nutricional y organoléptico de la fruta, de igual manera el cambio de estos pigmentos varía dependiendo de algunos factores, entre ellos se encuentra el estado de madurez de cosecha, a la aplicación de bajas o altas temperaturas, la presencia del cáliz

debido a que detienen el proceso de maduración e impiden la producción acelerada de etileno. Balaguera et al. (2014).

Figura 19

Prueba DMS para los factores A y B (a) y Tukey para cambio de color (ΔE) (b) de la uvilla con capuchón



A continuación, en la Tabla 27 se observa el análisis de varianza para la uvilla sin capuchón y en la figura 20 la prueba DMS para factores y Tukey para los tratamientos. En el cual, se evidenció significancia en los tratamientos y factor A, motivo por el cual se rechaza la hipótesis nula, es decir, el almacenamiento mediante atmósferas modificadas y refrigeración tuvo efecto en la uvilla provocando el cambio de color.

Tabla 27*Análisis de Varianza para el cambio de color (ΔE) en la uvilla sin capuchón*

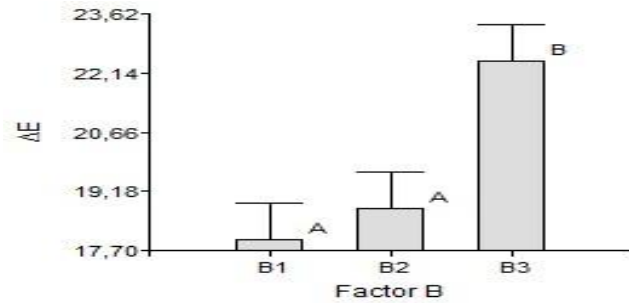
	GL	SC	CM	Fo	F0,05	F0,01	F0,05	F0,01
Total	17	159,437	9,379					
Tratamientos	5	98,406	19,681	3,07	3,11	5,06	**	*
Factor A	1	25,060	25,060	4,15	4,75	9,33	**	*
Factor B	2	67,834	33,917	6,67	3,89	6,93	NS	*
Interacción AxB	2	5,512	2,756	0,54	3,89	6,93	NS	NS
Error	12	61,03133	5,08594					

CV 11,44 %

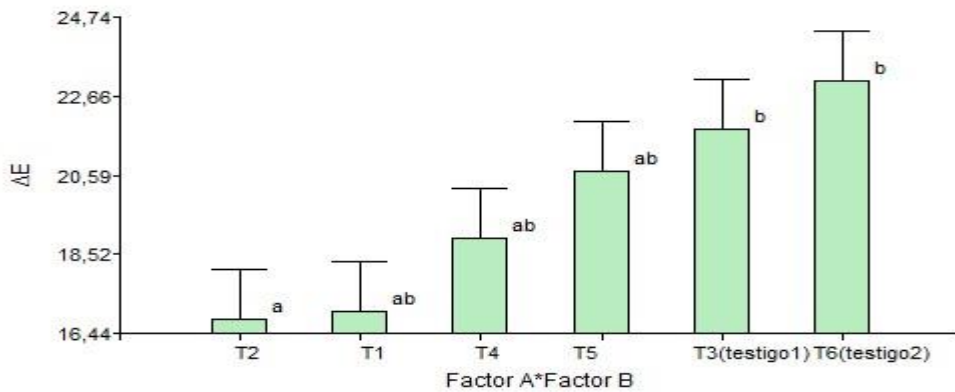
En la Figura 20 (a), se ilustra cada una de las pruebas de Tukey para el factor B, utilizar concentraciones bajas de gases conserva el color de la fruta debido que existe una menor degradación de compuestos y por ende evita la sobre madurez de la fruta, conservando el color de la fruta. Se ha evidenciado que las temperaturas de refrigeración bajas previenen el daño por el frío debido a la prolongada producción de etileno que impide la degradación de los pigmentos propios de la fruta (Ochoa, 2012). En la figura 20 (b) se evidencia que el mejor tratamiento es el T2 a bajas temperaturas de refrigeración y bajas concentraciones de O₂. De acuerdo con el estudio realizado por Chicaiza (2020), en el comportamiento de la uvilla bajo condiciones de atmósferas modificadas, encontró que a temperaturas bajas disminuyen el índice de madurez, conservando la tonalidad naranja de la piel de la fruta.

Figura 20

Prueba DMS para el factor B (a) y Tukey para cambio de color (ΔE) para la uvilla sin capuchón (b).



(a)



(b)

4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO AL MEJOR TRATAMIENTO RESULTANTE

El análisis Económico está basado en el estudio del costo de producción de conservación de la uvilla mediante atmósferas modificadas a temperatura de 5° C y concentración de gases de (5% O₂, 15 % CO₂). Tiene como finalidad sustentar la factibilidad del proyecto de investigación, debido a que la evaluación que se realiza en el análisis costo-beneficio permite obtener el rendimiento del proyecto, identificando que si este resulta rentable cuando los beneficios que se obtienen permiten recuperar lo invertido teniendo en cuenta la tasa deseada por el investigador.

4.4.1. COSTO DE MATERIA PRIMA

Se consideró como base de cálculo la cantidad de producto que se pretende comercializar, estrictamente, las tablas de materia prima se las realizo tomando en cuenta los detalles y forma de elaboración del producto. Dentro de los implementos a ser utilizados en el local de preparación también están los costos de envases y embalajes, y los implementos de Aseo. A continuación, se muestra cada una de ellas. El costo de Producción está conformado por todas aquellas partidas que intervienen directamente en la elaboración del producto, como se indican en la Tabla 28, donde se encuentra el presupuesto de costos de producción, mientras que la Tabla 29, se muestran los costos de los envases y embalajes.

Tabla 28

Presupuesto de Costo de Producción

Presupuesto De Costos De Producción					
Materia prima	Precio	Cantidad	Costo inicial	Costo de	producción Unitario/ kg
	(\$)	Semanal	de producción	mensual (\$)	semanal (\$)
		(Kg)			
uvilla	1,25	100	145,00		580
Total					580

Fuente: Elaboración propia según Estudio de Campo

Tabla 29

Costos de Envases y Embalajes

Consumo por envase embalajes	Cantidad	Precio	Precio	Total,
	envases y	unitario	semanal	envases y
	embalajes	envases y	envases y	embalajes
		embalajes	embalajes	
Fundas de polietileno de baja densidad	1800	0,001	1,80	7,2
Concentración de oxígeno (L)	0,005	0,00003	0,0000002	0,000001
Concentración de dióxido de carbono (L)	0,005	0,00031	0,0000015	0,000006
Concentración de nitrógeno (L)	0,005	0,00046	0,0000023	0,000009
Cajas	45,00	0,17	7,65	30,6
TOTAL			9,45	37,80

Fuente: Elaboración propia según Estudio de Campo

En la Tabla 30, se indican los valores que se utilizaron en otros materiales a partir de la cantidad de materia en la producción anual, con el fin de proyectar los gastos que se puedan generar en el estudio y permitir una proyección a futuro de la rentabilidad del proyecto en estudio.

Tabla 30
Materiales

Otros Materiales			
Productos	Precio	Cantidad por consumir al año	Consumo anual
Caja Cubre bocas	1,50	2	3,00
Caja Gorras	2,06	2	4,12
Guantes de latex	1,50	4	6,00
Botas de latex	30,00	4	120,00
Franelas	0,67	48	32,16
Detergente Industrial	9,00	24	216,00
Trapeador Industrial	3,00	24	72,00
Escobas	1,20	24	28,80
Recogedores	0,88	4	3,52
Bactericida	4,00	12	48,00
Cepillo Industrial	0,75	12	9,00
TOTAL			542,596

Fuente: Elaboración propia según Estudio de Campo

4.4.2. COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA

Se considera como mano de obra directa a los obreros de producción; son quienes controlan directamente los insumos y el y el producto terminado, por lo que es un punto importante en el estudio del costo beneficio del producto debido a que este valor es un gasto que genera un impacto al valor final en este apartado (Tabla 31).

Tabla 31
Costo de Mano de Obra Directa

Costo de mano de obra directa		
Plaza	Sueldo mensual (\$)	Sueldo total anual (\$)
Operario 1	400,00	4800
Operario 2	400,00	4800
Analista de calidad y producción	600,00	7200
TOTAL	1400,00	16800

Fuente: Elaboración propia según Estudio de Campo

4.4.3. COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA

La mano de obra indirecta a quienes colaboraron con el manejo de la empresa en la parte operativa, no se tiene una relación directa con operación de producción de la empresa, razón por la cual no se presenta ningún valor generado en este apartado.

4.4.3.1. Gasto de Administración

En la Tabla 32, se indican los valores de gastos de administración que hacen referencia que son considerados como costos de mano de obra indirecta de acuerdo con la necesidad se contaría con Asiste de Compras y Transporte y un Gerente General (propietario) el sueldo del personal administrativo.

Tabla 32
Gastos de Administración

Personal	Costo de mano de obra indirecta	
	Saldo mensual (\$)	Sueldo anual (\$)
Gerente General (propietario)	1000	12000
Total	1000	1200
Gasto de administración		
Servicios Básicos (agua, luz, teléfono)	20	240
Arriendo oficina	150	1800
Suministro de oficina	50	600
Internet	30	360
Total	250	3000
Total, Gastos De Administración	1850	19 200

Fuente: Elaboración propia según Estudio de Campo

4.4.4. PRESUPUESTO DE COSTO DE PRODUCCIÓN

En la Tabla 33, se muestra el costo que tendría mensual y anualmente tomando en cuenta que estas cifras se determinaron en el periodo, es decir, antes de realizar la inversión, considerando cada uno de los puntos anteriormente descritos anteriormente, obteniendo un valor mensual final de \$ 717,80 y anual final de \$ 32 456,2.

Tabla 33*Presupuesto de Costo de Producción*

Presupuesto de costos de producción			
Concepto	Costo Total semanal (\$)	Costo Total mensual (\$)	Costo Total anual (\$)
Costo de Materia Prima	145,00	1740,00	6 960,00
Costo de envases y embalajes	9,45	37,80	453,60
Otros Materiales			542,60
Costo de Mano de Obra directa		1400,00	16800,00
Costo de mano de obra indirecta		1000,00	1200,00
Servicios básicos (agua, luz, teléfono)		60,00	720,00
Arriendo local		300,00	3600,00
Mantenimiento vehículo		100,00	1200,00
Gasto de combustible vehículo		80,00	960,00
TOTAL	444,45	717,80	32 456,20

Fuente: Elaboración propia según Estudio de Campo

4.4.4.1. Costo Total de Operación

Se determinó el costo total de Operación donde se encuentra detallado el presupuesto de producción y los gastos administrativos que comprenden la producción y el manejo operativo Tabla 34 y en la Tabla 35 se observa el costo unitario de la funda del producto en gramos.

Tabla 34*Costo total de Operación en USD*

Costo total de operación		
Concepto	Costo anual (\$)	Porcentaje %
Presupuesto de costos de producción	32 456,20	79,21
Gasto de administración	1500,00	20,79
TOTAL	36 956,20	100,00

Fuente: Elaboración propia según Estudio de Campo

Tabla 35*Costo por g de uvilla*

Costo Por Unidad De Producción	
Costos operativos	\$ 6013,00
Producción estimada	\$ 4763,00
	\$ 3,02

Fuente: Elaboración propia según Estudio de Campo**4.4.5. COSTO DE LA UVILLA EN DIFERENTES PRESENTACIONES**

A continuación, en la tabla 36 se muestran las presentaciones y precios de la uvilla que se oferta en el mercado internacional.

Tabla 36*Precios y presentaciones de la uvilla*

	Peso (g)	Precio (\$)	OCE	Compuesto funcional	Vida útil
Uvilla deshidratada	160 g	5	Canadá	Capacidad antioxidante (184 μ M Trolx/100g MS, Fenoles 62,51 mg AG/100g MS)	Mayor a 30 días
Uvilla liofilizada	160 g	20	Alemania	Actividad antioxidante (260,67-290,29 μ M Trolx/100g MS Fenoles 124,86-170,6 mg AG/100g MS)	Mayor a 30 días
Uvilla en fresco	160 g	3,20	Francia	Polifenoles 52,6 mg AG/100g MS) Capacidad antioxidante 226,3 μ M Trolx/100g MS)	15 días
Uvilla en AM	160 g	3,02	-	Actividad antioxidante 339,81 μ M Trolx/100g MS Polifenoles 189,88 mg AG/100g MS)	16 días

Fuente: OCES en el mundo, (2020)

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Mediante los análisis fisicoquímicos y funcionales realizados se caracteriza a la materia prima como una fruta de madurez 2 según la Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Su contenido de polifenoles fue superior al de frutas equivalentes como naranjilla (53%), tomate de árbol (48%) o maracuyá (36%).
- El comportamiento de la cantidad de polifenoles y la capacidad antioxidante de la uvilla durante su almacenamiento en AM es inestable, a pesar de ello la tecnología permitió asegurar el incremento de las propiedades a lo largo de la maduración del fruto.
- El efecto generado por la aplicación de las AM en la uvilla fue el incremento de sus propiedades funcionales a causa de su maduración. Se observó que el mejor tratamiento de los evaluados en esta investigación fue a concentraciones de 60% de O₂ y 20% de CO₂ con temperatura de refrigeración de 8°C.
- A concentraciones de 5% de O₂, 15% de CO₂ y temperatura de 5°C en cambio, se evidenció conservación de las propiedades fisicoquímicas, ya que la maduración del fruto se vio limitada por la reducción de la actividad de las enzimas inherentes a la uvilla.
- El costo del fruto almacenado en AM puede alcanzar un valor del 6 % inferior al del mercado internacional, aportando un 50 % adicional de capacidad antioxidante luego de 16 días de almacenamiento, en comparación al fruto fresco.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se recomienda alargar el tiempo de conservación de la uvilla mediante atmósferas modificadas y refrigeración, para evaluar el comportamiento de la capacidad antioxidante y polifenoles de la uvilla.
- Realizar un análisis para determinar la vida útil del producto en atmósferas modificadas y refrigeración.
- Evaluar el comportamiento de la tasa de respiración de la uvilla durante el proceso de almacenamiento mediante atmósferas modificadas y refrigeración, para ampliar datos sobre el efecto que realizan en los compuestos funcionales (polifenoles y capacidad antioxidante) de la uvilla.
- Realizar un análisis organoléptico de la uvilla en la etapa final para identificar las condiciones de aceptación hacia el consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, E., & Flores, E. (2018). Estabilidad de antocianinas, fenoles totales y capacidad antioxidante de bebidas de maiz morado y uña de gato. *Información Tecnológica*, 29(2), 175-185. Recuperado el 28 de 10 de 2021, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n2/0718-0764-infotec-29-02-00175.pdf>
- Alcocer, P. (2018). Mejora de la conservación postcosecha del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) variedad mora mediante atmósferas modificadas. 27-30.
- Altamirano, M. (Junio de 2010). *Repositorio USFQ*. Obtenido de Estudio de la cadena productiva de la uvilla en la Sierra Norte del Ecuador: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/950/1/95220.pdf>
- Alvarado, P. A., Berdugó, C. A., & Fisher, G. (2004). Efecto de un tratamiento de frío (1,5 °C) y la humedad relativa sobre las características físico-químicas de frutos de uchuva *Physalis peruviana* L. durante el posterior transporte y almacenamiento. *Agronomía Colombiana*, vol.22, núm.2, 147-159 <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180318264007.pdf>.
- Amit, B. S., Pratigya, T., Santosh, D., & Surendra B., K. (2014). Kinetic Thermal Degradation of Ascorbic Acid in Amla (*Phyllanthus Emblica* L. *ACADEMIA* , 231-238.
- Andrade, M. (2018). *Calidad poscosecha de naranjilla y alternativas tecnológicas para retrasar el deterioro. Elaboración de un producto panificado enriquecido con naranjilla*. Argentina: Universidad Nacional de la Plata. Recuperado el 28 de 10 de 2021, de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/71305/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Andrade, R. D., Montes, E. J., Pérez, O. A., & Torres, R. (2013). Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. *SCIELO. Información Tecnológica*. 24 -(3), 2.
- Arévalo, H. A., Cárdenas, M. C., & López, B. H. (2016). COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE FRUTOS DE UCHUVA (*Physalis peruviana* L.): EFECTO DE DIFERENTES DOSIS Y TIEMPOS DE EXPOSICIÓN AL 1-METILCICLOPROPENO. *Bioagro vol.28 no.1 Barquisimeto*.

- Balaguera López, L., Martínez, C., & Herrera Arévalo, A. (2015). Papel del cáliz en el comportamiento poscosecha de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) ecotipo Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 181-191. <https://doi.org/10.17584/rcch.2014v8i2.3212>.
- Banco Central del Ecuador . (Agosto de 2016). *Consumo Nacional de Uvilla* . Obtenido de Banco Central del Ecuador, BCE/Mag: <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/search/?searchword=consumo%20percapita%20de%20la%20uvilla&searchph>
- Bapat, V., Trivedi, P., Ghosh, A., Sane, V., Ganapathi, T., & Nath, P. (2010). Ripening of fleshy fruit: molecular insight and the role of ethylene. *Biotechnol*, 28 (1), 94-107 doi: 10.1016/j.biotechadv.2009.10.002. PMID: 19850118.
- Benalcazar, D. D. (01 de Mayo de 2021). Cultivo de uvilla. (L. Lechón, Entrevistador)
- Benalcázar, W. (15 de Febrero de 2018). Los fruticultores de Imbabura apuntan a la exportación. *EL COMERCIO* , págs. 1-2.
- Benavides, P. C. (2008). *Repositorio UTN*. Obtenido de “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE LA UVILLA SIN CAPUCHON: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/462/2/03%20AGI%20216%20ART%203%20DCULO%20CIEN%20C3%20DFICO.pdf>
- Blanco-Díaz, M. T., Domínguez, I., Fayos, A., Front, R., Pérez-Vicente, A., & Vila, I. (2019). Beneficios del uso de atmósfera modificada para la conservación del tomate Raf. *ACTAS DE HORTICULTURA* (60), 755-760 <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2060.%20XIII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Posrecolecci%C3%B3n/Beneficios%20del%20uso%20de%20atm%C3%B3sfera%20modificada%20para%20la%20conservaci%C3%B3n%20de%20tomate%20Raf.pdf>.
- Bravo, K., Navas, A., & Osorio, E. (2014). UCHUVA *physalis peruviana* L. FRUTA ANDINA PARA EL MUNDO . En *Propiedades Antioxidantes de la uchuva (Physalis peruviana): Efecto del desarrollo y Maduración* (págs. 180-184 <https://www.researchgate.net/profile/Beatriz-Brito->

- 11/publication/272420392_Capitulo_III_Poscosecha_Desarrollo_tecnologico_para_el_fortalecimiento_del_manejo_poscosecha_de_la_uchuva_Physalis_peruviana_L/links/54e40d180cf2dbf606956613/Capitulo-III-). Colombia : Assistance, 1 .
- Cáez, H., & Mier, G. (2011). Contenido de Polifenoles, Carotenos y Capacidad Antioxidante en frutos de uchuva (*Physalis Peruviana*) en relación a su estado de maduración. *RECITEIA*, 11(1b), 103-115. Recuperado el 28 de 10 de 2021, de https://books.google.es/books?id=52kTsiE5s7YC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Carmona, D. A. (2010). *Caracterización físico-químico y sensorial de nabiza y grelo (Brassica rapa L.)*. Obtenido de Univ Santiago de Compostela: Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=OLsQF9t4A7oC&pg=PA115&dq=#v=onepage&q&f=false>
- Cartagena, J., & Ospina, S. (2018). La atmósfera: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 112-123. Recuperado el 15 de Noviembre de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/695/695502.pdf>
- Casaubon-Garcín, P., Lamshing-Salinas, P., Isoard-Acosta, F., Lemen-Meyer, S., Delgado-Franco, D., & Pérez-Lizaur, A. (2018). pH en los alimentos. *Revista Mexicana de Pediatría*, 85(83), 90.
- Castro, E., Cortés, M., Pinto, M., & Pinzón, H. (2015). Comportamiento del fruto de uchuva *Physalis peruviana L.*, bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. *Revista Científica Agropecuaria*, 32(322), 26.
- Chancosi, D. (2017). *Evaluación del efecto de la temperatura del almacenamiento sobre el contenido del ácido ascórbico y propiedades nutraceuticas de la uvilla*. Ibarra: Universidad Nacional del Norte. Recuperado el 18 de 10 de 2021, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6521/1/03%20EIA%20439%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Chicaiza, B. (2020). *Efectos de la aplicación de atmósferas modificadas activas y temperatura de almacenamiento sobre las propiedades fisicoquímicas y el contenido de aico ascorbico del pepino dulce*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Recuperado el 28 de

10 de 2021, de
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10510/2/03%20EIA%20509%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>

Chicaiza, G. (2008). *Inventario de enfermedades fungosas de la uvilla (Physalis peruviana L.) en las parroquias de Yaruqui y Amaguaña del Cantón Quito, provincia de Pichincha.*

CICO. (Noviembre de 2009). *Repositorio PUCESI*. Obtenido de Perfil de uvilla: <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/uvilla.pdf>

Coello, P. (2008). EVALUACIÓN DEL PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LA UVILLA (Physalis peruviana) CON PAPAYA (Carica) PARA CONSERVA EN ALMÍBAR Y MERMELADA. (*Tesis de grado*). UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, Quevedo.

Contreras, C. J., Calderón, J. L., Guerra, H. E., & García, V. B. (9 de Junio de 2011). *Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia*. Obtenido de Food Research International, 2049: <http://moscow.scihub.tw/2094099b9a3cf999aca894ab96b36a9f/10.1016%40j.foodres.2010>.

Contreras, C., Hoyos, J., & Vázquez, M. (2017). Métodos electroquímicos como herramienta para determinar la capacidad antioxidante de alimentos y bebidas. *Food Chemistry*, 13.

Corrales, A., Vergara, A., Rojano, B., & Madonado, M. E. (2015). Características nutricionales y antioxidantes de la uchuva colombiana (Physalys peruviana L.) en tres estadios de su maduración. *ALAN*, 65(4), 2-3.

Dayron, Á. (30 de Noviembre de 2006). *Fisiología y Tecnología Poscosecha* . Obtenido de Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (Rubus: <file:///D:/Documents/TESIS/articulos/mora%20de%20castilla%20atm%20modificadas.pdf>

Diana Lisseth Nossa González, Yudyt Verónica Talero Pérez, Wilson Elías. (2016). Determinación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de los extractos

- polares de comfrey (*Symphytum officinale* L) . *Revista Cubana de Plantas Medicinales* , 125-132. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v21n2/pla01216.pdf>
- Duque, A., Giraldo, G., & Quintero, V. (2011). CARACTERIZACIÓN DE LA FRUTA, PULPA Y CONCENTRADO DE UCHUVA (*Physalis peruviana* L.). *Dialnet*, 16(1), 76 .
- Fischer, G., Almanza, P., & Miranda, D. (2014). Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Brasileña Frutic., Jaboticabal - SP*, v. 36, (1), 001-0015 DOI:<https://doi.org/10.1590/0100-2945-441/13>.
- Fischer, G., García, H., Lancho, O., Varela, N. C., & Velanedia, G. (2007). Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana*L.) en poscosecha bajo condiciones de atmósfera activa. *Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria* (8) 1, 61-68 file:///C:/Users/HP/Downloads/84-Texto%20del%20art%C3%ADculo-228-1-10-20131222%20(2).pdf.
- Fischer, G., Miranda, D., Piedrahita, W., & Romero, J. (2005). Cosecha y poscosecha de la uchuva. En J. A. Galvis, G. Fischer, & O. Gordillo, *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva* (pág. 165). Bogotá: Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- García, M. E., Fernández, S. I., & Fuentes, L. A. (2009). *Departamento de Tecnología de Alimentos*. Obtenido de Determinación de polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteu: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%20adnez%20et%20al.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzalez, D., & Talero, V. (2016). Determinación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de los extractos polares de comfrey (*Symphytum officinale* L). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 125-132. Recuperado el 28 de 10 de 2021, de <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v21n2/pla01216.pdf>
- Grupo Corporativo Cajamar. (Septiembre de 2014). *Fichas de Transferencia* . Obtenido de Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria : <https://www.cajamar.es/storage/documents/005-calidad-interna-1410512030-cc718.pdf>

- Guevara, C. (2017). Mejora de la conservación postcosecha de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) mediante atmósferas modificadas. 33-35.
- Gutierrez, M., Hoyos, O., & Páez, M. (2006). Determinación del Contenido Ácido Ascórbico en Uchuva (*Physalis Peruviana* L.), por Cromatografía Líquida de alta de resolución (CLAR). *Revista Biotecnología II*, 5(1), 75-77.
- Gutierrez, T., Hoyos, O., & Páez, M. (2007). Determinación del contenido de ácido ascórbico en uchuva (*physalis peruviana* l.), por cromatografía líquida de alta resolución (clar). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 5(1), 70-79.
- Gutierrez, V. T., Páez, M. I., & Hoyos, O. L. (2007). Seguimiento de la degradación térmica y lumínica del ácido ascórbico en uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Redaly-Scientia Et Technica*, vol. XIII, núm. 33, 211-215 <https://www.redalyc.org/pdf/849/84903356.pdf>.
- Hoyos, J., Vázquez, M., & Contreras, C. J. (2017). Métodos electroquímicos como como herramienta para determinar la capacidad antioxidante de alimentos y bebidas. *Food Chemistry*, 1375.
- Infoagro.com.* (2015). Obtenido de *Infoagro.com*: https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/envasado.htm
- INTAGRI. (2017). *Atmosferas controladas y modificadas en Poscosecha*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/poscosecha-comercializacion/atmosferas-controladas-y-modificadas-en-postcosecha>
- ITIS. (22 de March de 2020). *Physalis peruviana* L. Obtenido de ITIS REPORT (Integrated Taxonomic Information System): https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=30606#null
- Kays, S. (2004). Plant products-Handling. En S. Kays, & R. E. Paull, *Postharvest biology*. Madrid: Athens, Ga. Exon Press.
- kim, D.-O., Lee, K. W., Lee, J.-H., & Lee, Y. C. (2002). Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of agricultura and Food Chemistry* (13), 3713-3717 doi: 10.1021/jf020071c.

- MAGAP. (Enero de 2014). *Coordinación general del sistema de información nacional*. Obtenido de ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE UVILLA EN EL ECUADOR CONTINENTAL: http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/zonificaciones/uvilla_2014.pdf
- Mazorra, M.-F., Quintana, Á.-P., Miranda, D., Fischer, G., & Chávez, B. (2003). Análisis sobre el desarrollo y la madurez fisiológica del fruto de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Sumapaz (Cundinamarca). *Agronomía Colombiana*, vol. 21, núm. 3, 175-189 <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180317974007.pdf>.
- Mendoza, J., Rodriguez, A., & Millán, P. (2012). Caracterización físico química de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la region de Silvia Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 190.
- Meneses, O. S., Valenzuela, C., & Régulo, J. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lassallista de Investigación*, vol. 5, núm. 2, julio-diciembre , 113.
- Mier, G. H., & Cáez, R. G. (2011). Contenido de Polifenoles, Carotenos y Capacidad Antioxidante en frutos de uchuva (*Physalis Peruviana*) en relación a su estado de maduración. *RECITEIA*, 11 (1b), 103-115 https://books.google.es/books?id=52kTsiE5s7YC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- Moreno, C., Andrade, M., & Analía. (2013). Efecto del uso combinado de la radiación UV-C y atmósfera modificada sobre. *Tsafiqui - Revista de Investigación Científica UTE*, (3, 45-51.
- Moreno, C., Moreno, R., Pilamala, A., Sánchez, J., & Mejia, L. (2019). El sector hortofrutícola de Ecuador: Principales características socio-productivas de la red agroalimentaria. *Ciencia y Agricultura (Cien. Agri.) Vol. 16 (1)*, 31-51. DOI: <http://orcid.org/0000-0002-8378-7325>.
- Moreno, M. C., Moreno, R. G., & Molina, J. I. (2012). Estructura socio-productiva de la red agroalimentaria de la uvilla (*Physalis peruviana*) en Ecuador . *Apuntes Agroeconómicos*, (18), 2.

- Novoa, R. B., Galvis, J., & Fischer, G. (2006). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) almacenada a 12 °C. *Agronomía Colombia* (24), 77-86.
- Pacheco, L., & Núñez, J. (15 de Mayo de 2012). *Evaluación de fertilizantes foliares y dos tipos de podas en el cultivo de uvilla (physalis peruviana) en las condiciones edafoclimáticas del lote 17 en el CEYPSA*. Obtenido de LIBRARY: <https://1library.co/document/q7r996oy-evaluacion-fertilizantes-foliares-cultivo-physalis-peruviana-condiciones-edafoclimaticas>
- Peña, J., Ayala, J., Fischer, G., Cháves, B., Cárdenas-Hernández, J., & Almanza, P. (2010). Relaciones semilla-fruto en tres ecotipos de uchuva. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 4(1), 43-54.
- PESANTEZ, M. E. (2018). “*EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA E ÍNDICE DE MADUREZ SOBRE LA INTENSIDAD RESPIRATORIA DE LA UVILLA Physalis peruviana L. BAJO CONDICIONES DE ATMÓSFERAS MODIFICADAS PASIVAS*”. Ibarra.
- Pinzón, H., Pinto, M. C., & Cortés, M. (2015). Comportamiento del fruto de uchuva *Physalis peruviana* L., bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. *Revista Científica Agropecuaria* 32 (322), 26.
- Prefectura de Imbabura . (2018). *Datos Generales*. Obtenido de Jefatura de SW y Web de la Prefectura de Imbabura: <https://www.imbabura.gob.ec/index.php/imbabura/datos-generales>
- PRO ECUADOR. (2020). *Oferta de uvilla ecuatoriana en mercados potenciales*. Obtenido de Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones Y Pesca: file:///C:/Users/PC/Downloads/PROEC_PPM2020_UVILLA_ECUATORIANA_EN_MERCADOS_POTENCIALES.pdf
- Proaño Guanoluisa, A. (2003). Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de uvilla. (*Tesis de Ingeniería*). ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO, Latacunga.

- PROEcuador. (2016). *Embajada de Catar*. Obtenido de Ficha Uvilla: http://catar.embajada.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/16.-FI_UVILLA.pdf
- Puente, L., Pinto-Muñoz, S., Castro, E., & Cortés, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International*, *V. 44*, 1733-1740.
- Restrepo, A., Cortes-R, M., & Márquez, C. (2009). UCHUVAS (*Physalis peruviana* L.) MÍNIMAMENTE PROCESADAS FORTIFICADAS CON VITAMINA E. *VITAE*, *16(1)*, 22-33, ISSN 0121-4004 V.
- Reyes, B. D., Reyes, G., Chris, K., Ibáñez, C. M., García, C. C., Idrogo, A. J., & Huamán, S. J. (2015). Efecto del consumo de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) sobre el perfil lipídico de pacientes con hipercolesterolemia. *Acta Médica Peruana*, *vol. 32, núm. 4, octubre-diciembre*, 195-198.
- Ruano, G. (2018). *Elaboración de Néctares y una Bebida Clarificada de Ovo (Spondias purpurea) Usando Tecnología de Membranas*. Ecuador: EPN. Recuperado el 15 de 11 de 2021, de <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=71123>
- Sosa, L., Pirovani, M., & Van de Velde, F. (2012). Aplicación de niveles de oxígeno superatmosféricos en naranjas mínimamente procesadas. *Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, *vol. 13, núm. 2*, 175-180.
- Sun, M., & Johnson, M. A. (2015). Measurement of total antioxidant capacity in sub- μ L blood samples using craft paper-based analytical devices. *Royal Society of Chemistry - Advances*, *5(69)*, 55633-55639. DOI: 10.1039/C5RA06479A.
- TradeMap, CCI. (2019). *Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas*. Obtenido de Centro de Comercio Internacional: <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- Valdés, D., Bautista, S., Ocampo, A., García, A., & Falcón, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *24(3)*, 52–57.

- Valdés, D., Bautista, S., Ocampo, A., García, A., & Falcón, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3), 52-57.
- Varela, L. A., & Ron, S. R. (31 de Enero de 2018). *Geografía y Clima del Ecuador*. Obtenido de BIOWEB Pontificia Católica del Ecuador: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>
- Vela, C. J. (2004). Aproximación enzimática, molecular y proteómica al estudio de la podredumbre apical de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.): implicación de polifenol oxidasa (PPO) y enzimas antioxidantes. *Dialnet*, 32-40 <http://hdl.handle.net/10045/9919>.
- Villacis, F. (2014). *Estudio del efecto de un recubrimiento comestible y su incidencia en el tiempo de vida de la uvilla*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 28 de 10 de 2021, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8425/1/AL%20535.pdf>
- Villegas, I. C. (Noviembre de 2009). EL CULTIVO DE LA UCHUVA. *Proyecto Microcuena Planctón - Pacayas; Boletín técnico No. 10, 7*. Obtenido de AV-0984 (Boletín técnico No 10).
- Vinueza, C. (15 de Octubre de 2015). *Respostorio Digital EPN*. Obtenido de Bibdigital: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11823/1/CD-6542.pdf>
- Yıldız, G., İzli, N., Ünal, H., & Uylaşer, V. (2014). Physical and chemical characteristics of goldenberry fruit (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Food Science and Technology*, Obtenido de <http://moscow.scihub.tw/30bd6d01d71970836dde19572ffb1bed/10.1007%40s13197-014->
- Yıldız, G., İzli, N., Ünal, H., & Uylaşer, V. (2015). Physical and chemical characteristics of goldenberry fruit (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Food*; 52 (4), 2320-2327 4 10.1007 / s13197-014-1280-3.
- Zapata, J. L., Saldarriaga, A., Londoño, M., & Díaz, C. (2002). *MANEJO DEL CULTIVO DE LA UCHUVA EN COLOMBIA*. Obtenido de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Regional 4, Centro de Investigaciones:

ANEXOS

ANEXO 1.

Datos obtenidos de los análisis físicoquímicos y funcionales.

Tabla 37

Análisis Físico químicos realizados a la materia y al finalizar el almacenamiento

	Materia prima	T1	T2	T3 (testigo)	T4	T5	T6 (testigo)
pH	3,38±01	3,57±0,011	3,40±0,01	3,46±0,02	3,52±0,01	3,46±0,04	3,50±0,01
Sólidos solubles	13,20±0,17	13,28±0,04	13,43±0,20	13,48±0,10	13,31±0,05	13,42±0,18	14,03±0,19
Acidez titulable	2,60±0,11	1,84±0,01	1,92±0,01	1,86±0,02	1,72±0,01	1,69±0,01	1,65±0,02
Índice de madurez Ácido	5,08±0,15	7,24±0,08	6,99±0,14	7,23±0,04	7,73±0,02	7,93±0,07	8,52±0,07
Ascórbico	38,55±1,07	24,77±0,81	26,64±0,81	19,63±0,81	28,5±1,40	20,56±0,81	20,09±1,40

Tabla 38

Análisis de capacidad antioxidante durante el almacenamiento cada cuatro días.

Tratamientos	Tiempo (días)				
	0	4	8	12	16
T1	290,29±14,46	240,76	336,00	286,48	320,76±6,60
T2	290,29	236,95	355,05	282,67	297,90±6,60
T3 (testigo 1)	290,29	282,67	339,81	316,95	313,14±11,43
T4	290,29	267,43	351,24	301,71	339,81±6,60
T5	290,29	275,05	343,62	313,14	336,00±0,0
T6 (testigo 2)	290,29	294,10	366,48	324,57	332,19±6,60

Tabla 39

Análisis de polifenoles totales durante el almacenamiento cada cuatro días.

Tratamientos	Tiempo (días)				
	0	4	8	12	16
T1	170,16±1,96	149,73	170,02	172,10	182,21±0,76
T2	170,16	151,60	168,87	175,54	183,35±0,57
T3 (testigo 1)	170,16	161,28	181,13	192,96	187,15±1,51
T4	170,16	150,52	162,64	179,34	189,88±0,69
T5	170,16	165,79	158,05	181,13	185,94±0,78
T6 (testigo 2)	170,16	153,89	174,11	186,15	184,36±0,66

ANEXO 2.

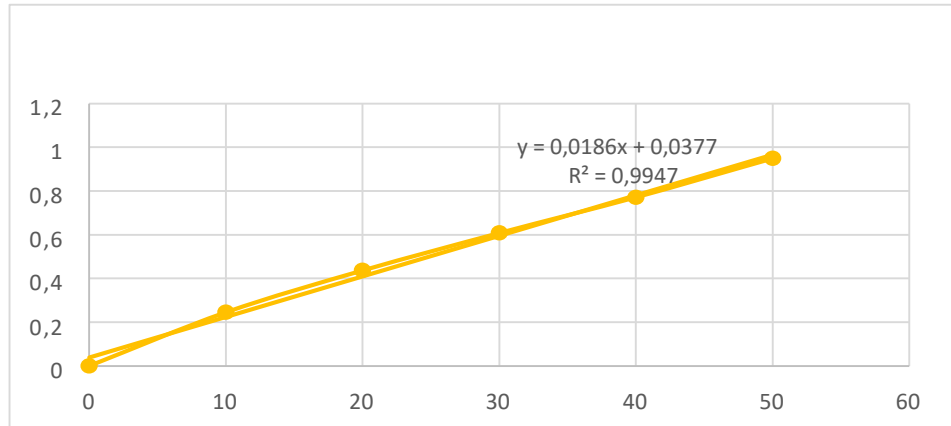
Validación de los parámetros para los análisis de capacidad antioxidante y polifenoles totales

- Linealidad

Para cumplir con la linealidad se realizó mediante estándares de ácido gálico a concentraciones de 10, 20, 30, 40, 50 ppm, estos se cuantificaron mediante espectrofotometría a una longitud de onda de 760 nm, las mediciones se realizaron por triplicado por tres días consecutivos, obteniendo una curva de calibración (Figura 21).

Figura 21

Curva de calibración promedio para el análisis de polifenoles totales



Mediante los resultados obtenidos en la tabla 40, se observó que la curva de calibración promedio presento un coeficiente de terminación de R^2 de 0,9947 indicando una alta correlación lineal entre la absorbancia medida.

Tabla 40

Parámetros de linealidad de la curva patrón para el análisis de polifenoles totales

Parámetro	Valor
m (pendiente)	0,0186
Lo (ordenada en el origen)	0,0377
R^2	0,9947

- Precisión

Para dar cumplimiento a este parámetro se realizó el proceso de cuantificación de la muestra previamente liofilizada como se describe en el capítulo 3, se realizaron 6 repeticiones y mediante la ecuación de regresión lineal y los datos obtenidos en la absorbancia se obtuvo los datos que muestran en la tabla 41, en donde se expresa el contenido de polifenoles totales de mg AG/100 g MS (muestra seca), promedio de 170,16 y se observa que la precisión del método fue de 1,15 %, error que se encuentra dentro del límite permitido.

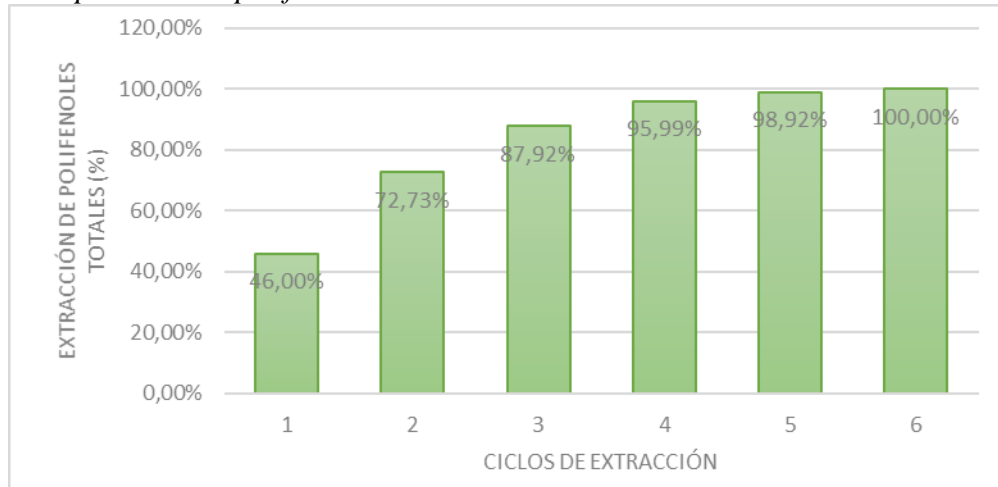
Tabla 41
Estudio de precisión para el análisis de polifenoles totales

Muestra	Polifenoles totales MG AG/MS
1	169,806452
2	168,731183
3	170,236559
4	167,655914
5	171,311828
6	173,247312
Promedio	170,16
Desviación Estándar	1,96
Coefficiente de variación	1,15 %

- Exactitud

Se realizó el porcentaje de recuperación, que conlleva en conseguir el contenido total de polifenoles totales que se encuentran en la muestra. Se realizaron 6 extractos a la muestra liofilizada hasta obtener el 100 % de recuperación como se observa en la figura 22.

Figura 22
Recuperación de polifenoles totales en muestra de uvilla

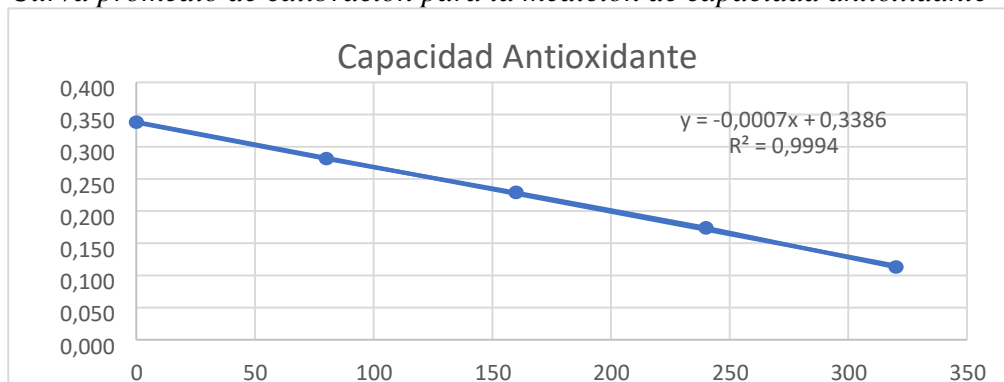


Capacidad Antioxidante

- Linealidad

Para cumplir con la linealidad se realizó mediante estándar de trolox a concentraciones de 80-400 uM, estos se cuantificaron mediante espectrofotometría a una longitud de onda de 490 nm, las mediciones se realizaron por triplicado por tres días consecutivos, obteniendo una curva de calibración (Figura 23).

Figura 23
Curva promedio de calibración para la medición de capacidad antioxidante



Mediante los resultados obtenidos en la tabla, se observó que la curva de calibración promedio presento un coeficiente de terminación de R^2 de 0,9994 indicando una alta correlación lineal entre la absorbancia medida.

Tabla 42
Parámetros de linealidad de la curva patrón para el análisis capacidad antioxidante y polifenoles totales

Parámetro	Valor
m (pendiente)	-0,0007
Lo (ordenada en el origen)	0,03386
R_2	0,9994

- Precisión

Para dar cumplimiento a este parámetro se realizó el proceso de la cuantificación que se basa en tomar 100 uL de extracto en un tubo de ensayo, más 1000 uL de DPPH y 1900 uL de metanol. Se procedió a agitar en el vortex por 15 s y se llevó a incubar por 30 min, al finalizar la incubación se tomó 1000 ul de muestra y se colocó en la celda de plástico. La medición se realizó en el espectrofotómetro Jenway (modelo 6705 UV/Vis) a una lectura de 490 nm, y como blanco se utilizó 1000 uL de metanol. Posteriormente se realizaron 6 repeticiones datos que se observan en la tabla 43 y se evidencia el coeficiente de variación de 4,97 que se encuentra dentro el límite permitido.

Tabla 43
Estudio de precisión para el análisis de capacidad antioxidante

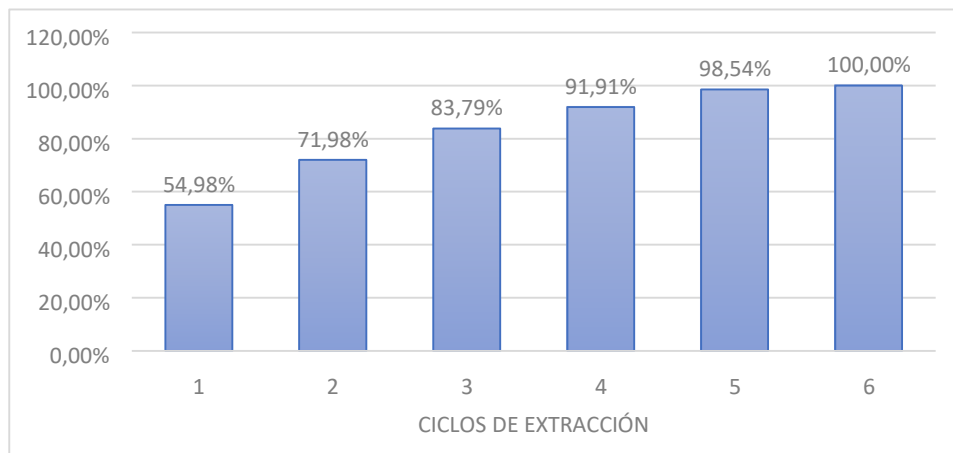
Muestra	uM TE/100g MS
1	301,71
2	278,86
3	290,29
4	267,43
5	301,71
6	301,71
Promedio	290,29
Desviación Estándar	14,46
Coefficiente de variación	4,97996482

- Exactitud

Se realizó el porcentaje de recuperación para capacidad antioxidante con el objetivo de obtener el contenido total de capacidad antioxidante que se encuentran en la muestra. Se realizaron 6 extractos a la muestra liofilizada hasta obtener el 100 % de recuperación como se observa en la Figura 24.

Figura 24

Recuperación de capacidad antioxidante en muestra de uvilla



ANEXO 3.

Pruebas Tukey y DMS para los análisis físico químicos y funcionales de la uvilla.

Tabla 44

Prueba Tukey para el pH de la uvilla

Tratamientos	A	B	Medias	Rangos
T2	A1	B2	3,41	a
T5	A2	B2	3,46	b
T3	A1	B3	3,47	b
T6	A2	B3	3,51	b
T4	A2	B1	3,52	b
T1	A1	B1	3,57	c

Tabla 45

Diferencia mínima significativa para el pH de la uvilla para el factor B

Factor B	Medias	Rango
B2	3,44	a
B3	3,49	b
B1	3,55	c

Tabla 46

Prueba Tukey para sólidos solubles (°Brix) de la uvilla

Tratamientos	A	B	Medias	Rangos
T1	A1	B1	13,28	a
T4	A2	B1	13,31	a
T5	A2	B2	13,42	a
T2	A1	B2	13,43	b
T3	A1	B3	13,48	b
T6	A2	B3	14,03	c

Tabla 47*Diferencia mínima significativa para sólidos solubles de la uvilla para el factor A*

Factor A	Medias	Rango
A1	13,40	a
A2	13,59	b

Tabla 48*Diferencia mínima significativa para sólidos solubles de la uvilla para el Factor B*

Factor B	Medias	Rango
B1	13,30	a
B2	13,43	a
B3	13,76	b

Tabla 49*Tukey de la acidez titulable de la uvilla*

Tratamientos	A	B	Medias	Rangos
T2	A1	B2	1,92	a
T3	A1	B3	1,87	b
T1	A1	B1	1,84	b
T4	A2	B1	1,72	c
T5	A2	B2	1,69	c
T6	A2	B3	1,65	d

Tabla 50*Diferencia mínima significativa para la acidez titulable de la uvilla para el factor A*

Factor A	Medias	Rango
A1	1,87	a
A2	1,69	b

Tabla 51*Diferencia mínima significativa para la acidez titulable de la uvilla para el y Factor B*

Factor B	Medias	Rango
B2	1,81	a
B1	1,78	b
B3	1,76	b

Tabla 52*Tukey del índice de madurez de la uvilla*

Tratamientos	A	B	Medias	Rangos
T2	A1	B2	6,99	a
T3	A1	B3	7,23	b
T1	A1	B1	7,24	b
T4	A2	B1	7,73	c
T5	A2	B2	7,93	c
T6	A2	B3	8,52	d

Tabla 53*Diferencia mínima significativa para índice de madurez de la uvilla para el factor A*

Factor B	Medias	Rango
A1	7,15	a
A2	8,06	b

Tabla 54*Diferencia mínima significativa para índice de madurez de la uvilla para el Factor B*

Factor B	Medias	Rango
B1	7,46	a
B2	7,48	a
B3	7,87	b

Tabla 55*Tukey del ácido ascórbico de la uvilla*

Tratamientos	A	B	Medias	Rangos
T2	A2	B1	28,50	a
T4	A1	B2	26,63	b
T1	A1	B1	24,77	c
T5	A2	B2	20,56	d
T6	A2	B3	20,09	d
T3	A1	B3	19,62	d

Tabla 56*Diferencia mínima significativa para ácido ascórbico de la uvilla para el Factor B*

Factor A	Medias	Rango
B1	26,64	a
B2	23,60	b
B3	19,86	c

Tabla 57*Tukey de la capacidad antioxidante de la uvilla*

Tratamientos	A	B	Medias	Rangos		
T2	A1	B2	297,90	a		
T3	A1	B3	313,14	a	b	
T1	A1	B1	320,76		b	c
T6	A2	B3	332,19		b	c
T5	A2	B2	336,00			c
T4	A2	B1	339,81			c

Tabla 58*Diferencia mínima significativa para capacidad antioxidante de la uvilla para el factor A*

Factor A	Medias	Rango	
A1	310,60	a	
A2	336,00		b

Tabla 59*Diferencia mínima significativa para capacidad antioxidante de la uvilla para el factor B*

Factor B	Medias	Rango		
B2	316,95	a		
B3	322,67	a		b
B1	330,29			b

Tabla 60*Prueba Tukey para polifenoles totales de la uvilla*

Tratamientos	A	B	Medias	Rangos		
T6	A1	B1	182,21	a		
T1	A1	B2	183,35	a		
T2	A2	B3	184,36	a	b	
T5	A2	B2	185,94		b	c
T4	A1	B3	187,15			c
T3	A2	B1	189,88			d

Tabla 61*Prueba DMS para polifenoles de la uvilla Factor A*

Factor A	Medias	Rango
A1	184,24	a
A2	186,73	b

Tabla 62*Prueba DMS para polifenoles de la uvilla y Factor B*

Factor B	Medias	Rango
B2	184,65	a
B3	185,76	a
B1	186,04	b