



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS



CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

TEMA:

**“ESTUDIO DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE Y
SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA UVILLA
(*Physalis peruviana L.*)”**

Trabajo de Investigación (Graduación). Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI). Presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

*Este estudio es parte del proyecto de investigación: “Conservación de frutas no climatéricas de la provincia de Tungurahua mediante técnicas de mínimo proceso para el consumo interno y de exportación”, financiado por la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Autora: Fernanda Jhullana Villacís Alvarez

Tutor: Ing. Mg. Fernando Alvarez

Ambato – Ecuador

2014

APROBACIÓN POR EL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo de Estructurado de Manera Independiente (TEMI) sobre el tema: **“Estudio del efecto de un recubrimiento comestible y su incidencia en el tiempo de vida útil de la uvilla (*Physalis peruviana L.*)”**, elaborado por Fernanda Jhullana Villacís Alvarez, egresada de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, certifico que el trabajo fue realizado por la persona indicada en el Laboratorio de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).

Considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, Marzo 2014

Ing. Mg. Fernando Alvarez
TUTOR

DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Fernanda Jhullana Villacís Alvarez:

El presente trabajo de investigación: “**Estudio del efecto de un recubrimiento comestible y su incidencia en el tiempo de vida útil de la uvilla (*Physalis peruviana L.*)**”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Fernanda Jhullana Villacís Alvarez

CI: 050349514-5

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Marzo 2014

Para constancia firman:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

*Ponerse en movimiento es importante,
pero lo más importante es mantener el entusiasmo
inicial, persistir y no rendirse a pesar de las
dificultades.
Porque vamos a tener tropiezos. La clave no está en
no caerse sino en saber levantarse y continuar.*

Paulo Coelho

DEDICATORIA

*A Dios por permitirme despertar cada mañana,
guiar mi camino y llegar hasta este momento para lograr mi objetivo.*

*Con mucho cariño principalmente a mis padres por brindarme su amor,
apoyo incondicional, sus consejos, comprensión, por ser el pilar
fundamental de mi vida, y ejemplo de superación los amo.*

*A mis hermanas y más que eso amigas incondicionales Pilar, Marilyn y
Mishell por su apoyo, cariño y esa voz de aliento que me ha impulsado a
seguir.*

*A mis sobrinitas Anahi y Samy quienes han llenado mi vida de ternura
y alegría.*

*A esa persona que me enseñó a no rendirme en la vida, aunque ya no
tenga fuerza, mi ángel.*

*A mis amigos con quienes he vivido momentos inolvidables por hacer este
camino mucho más fácil de llegar, con sus abrazos sinceros, sonrisas y
ocurrencias.*

Jhully Villacís Alvarez

AGRADECIMIENTO

A Dios por sus infinitas bendiciones, por darle sentido a mi vida y por nunca dejarme en las batallas más difíciles.

A mis padres porque hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba.

A ti Mami, que tienes algo de Dios por la inmensidad de tu amor, y mucho de ángel por ser mi guarda y por tus incansables cuidados. Porque si hay alguien que está detrás de todo este trabajo, eres tú, que has sido, eres y serás el pilar de mi vida.

Y a aquellas personas que en el transcurrir de los estudios se convirtieron en sinceras y verdaderas amistades, aquellas amistades que a pesar de los obstáculos, tiempo y la distancia siempre continuaban compartiendo alegrías y tristezas: Stefa G. Majo P. Vini S.

A la UTA, y a mis estimados maestros, que, a lo largo de mi carrera, me han transmitido sus amplios conocimientos y sus sabios consejos; especialmente a la Ing. Mónica Silva e Ing. Mario Álvarez por su valiosa guía, paciencia y asesoramiento en la realización de la misma.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Jhullana Villacís Álvarez

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN POR EL TUTOR	i
DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN EJECUTIVO	xv
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2 PLANEAMIENTO DE INVESTIGACION	1
1.2.1 Contextualización del Problema	1
1.2.2 Análisis Crítico	5
1.2.3 Prognosis	6
1.2.4 Formulación del Problema	7
1.2.5 Preguntas Directrices	7
1.2.6 Delimitación	7
1.3 JUSTIFICACIÓN	8
1.4 OBJETIVOS	10
1.4.1 Objetivo General	10
1.4.2 Objetivos Específicos	10
CAPÍTULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	11
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	13
2.3 FUNDAMENTACION LEGAL	14
2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES	16
2.4.1 Variable Independiente	17
2.4.1.1 Uvilla, Características del Fruto	17
2.4.1.2 Radiación Ultravioleta de Onda Corta	19
2.4.1.3 Recubrimiento Comestible	22

2.4.1.4 Almacenamiento de la fruta	32
2.4.2 Variable Independiente	33
2.4.2.1 Conservación de la fruta	33
2.4.2.2 Calidad de la fruta	34
2.4.2.3 Formulación adecuada de recubrimiento	35
2.4.2.4 Vida útil	35
2.5 HIPÓTESIS	36
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	37
CAPÍTULO III	38
METODOLOGÍA	38
3.1 ENFOQUE	38
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	40
3.4.1 Diseño Experimental	41
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	43
3.5.1 Operacionalización de la Variable Independiente: Recubrimiento comestible.....	43
3.5.2 Operacionalización de la Variable Dependiente: Vida útil.....	44
3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	45
3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	45
CAPÍTULO IV	46
ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	46
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	46
4.2 INTERPRETACION DE DATOS	46
4.2.1 Análisis de Resultados Físico-Químicos	46
4.2.1.1 Sólidos solubles (°Brix)	46
4.2.1.2 pH	48
4.2.1.3 Acidez Titulable.....	49
4.2.1.4 Vitamina C	50
4.2.1.5 Índice de madurez	52
4.2.1.6 Humedad	53

4.2.1.7 Textura.....	54
4.2.2 Análisis de Resultados Microbiológicos	55
4.2.3 Análisis de los Resultados Sensoriales.....	56
4.2.3.1Color	57
4.2.3.2 Aroma	58
4.2.3.3 Sabor	59
4.2.3.4 Textura.....	60
4.2.3.5 Aceptabilidad	61
4.2.4 Preselección de los Mejores Tratamientos	62
4.2.5 Vida útil y costo del producto del mejor tratamiento.....	65
4.2.5.1 Vida útil de uvillas recubiertas con películas comestibles	65
4.2.5.2 Costo de producción	69
4.3 Verificación de hipótesis	70
CAPÍTULO V	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
5.1 CONCLUSIONES	71
5.2 RECOMENDACIONES.....	73
CAPÍTULO VI	74
PROPUESTA.....	74
6.1 DATOS INFORMATIVOS	74
6.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	74
6.3 JUSTIFICACIÓN.....	76
6.4 OBJETIVOS.....	77
6.4.1 Objetivo general.....	77
6.4.2 Objetivos Específicos.....	77
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	77
6.5.1 Factibilidad operativa	78
6.5.2 Factibilidad técnica	78
6.5.3 Factibilidad económica	79
6.6 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	80
6.6.1 Productos Mínimamente Procesados	80
6.6.2 Recubrimiento Comestible	81

6.6.3 Frutas frescas	82
6.6.2 Descripción del diagrama de flujo de uvilla (<i>Physalis peruviana L.</i>) recubierta con película comestible a base de gelatina y glicerol.	83
6.7 METODOLOGÍA	86
6.8 ADMINISTRACION.....	87
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	88
BIBLIOGRAFÍA.....	89
ANEXOS.....	99
ANEXO A.....	100
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIALES DE LAS UVILLAS ORGÁNICAS RECUBIERTAS	100
Tabla A1. Estudio de recubrimiento comestible en uvilla (<i>Physalis peruviana L.</i>).....	101
ANÁLISIS FISICOQUIMICOS.....	101
Tabla A2. Sólidos solubles (°Brix) en uvilla sin y con recubrimiento.....	101
Tabla A3. pH en uvilla sin y con recubrimiento	102
Tabla A4. Acidez (% ácido cítrico) en uvilla sin y con recubrimiento	102
Tabla A5. Vitamina C (mg de vitamina C/ 100g) en uvilla sin y con recubrimiento de películas comestibles	103
Tabla A6. Índice de madurez (°Brix / % de ácido cítrico) en uvilla sin y con recubrimiento	103
Tabla A7. Porcentaje de Humedad (% de humedad) en uvilla sin y con recubrimiento	104
Tabla A8. Textura (Dureza, gf) en uvilla sin y con recubrimiento.....	104
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	105
Tabla A9. Aerobios mesófilos (UFC/g) en uvillas sin y con recubrimiento	105
Tabla A10. Mohos y levaduras (UFC/g) en uvilla sin y con recubrimiento	105
Tabla A11. Coliformes (UFC/g) en uvilla sin y con recubrimiento de películas comestibles.....	106
Tabla A12. Porcentaje de Reducción de aerobios mesófilos sin y con recubrimiento comestible.	106
Tabla A13. Resumen de Análisis físico-químicos, microbiológico y sensorial en uvilla sin y con recubrimiento de películas.....	107

ANÁLISIS SENSORIAL	108
Tabla A14. Análisis sensorial de atributo color en uvilla sin y con recubrimiento	108
Tabla A15. Análisis sensorial del atributo aroma en uvilla sin y con recubrimiento	108
Tabla A16. Análisis sensorial del atributo sabor en uvilla sin y con recubrimiento	109
Tabla A17. Análisis sensorial del atributo textura en uvilla sin y con recubrimiento	109
Tabla A18. Análisis sensorial de aceptabilidad en uvilla sin y con recubrimiento	110
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN EL ALMACENAMIENTO	111
Tabla A19. Aerobios mesófilos en uvilla recubierta con películas comestibles durante el almacenamiento en refrigeración.	111
Tabla A 20. Mohos y Levaduras en uvilla recubierta con películas comestibles durante el almacenamiento en refrigeración.	112
ANÁLISIS DE TEXTURA EN EL ALMACENAMIENTO	113
Tabla A21. Dureza de uvillas recubiertas con películas comestibles durante el almacenamiento en refrigeración de los mejores tratamientos.	113
Tabla A22. Valores de Ln de cada valor de UFC/g de aerobios mesófilos en uvillas con películas comestibles para los cálculos de vida útil del mejor tratamiento.	117
Tabla A23. Valores promedios de porcentaje de reducción de microorganismos de uvilla.	117
ANEXO B.....	118
ANÁLISIS DE VARIANZA.....	118
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	119
Tabla B1. Análisis de varianza de sólidos solubles (°Brix) en uvilla sin y con recubrimiento.	119
Tablas B2. Análisis de varianza de pH en uvilla sin y con recubrimiento	119
Tablas B3. Análisis de varianza de acidez (% ácido cítrico) en uvilla sin y con recubrimiento	119
Tabla B4. Análisis de varianza de Vitamina C (mg vitamina C /100g) en uvillas sin y con recubrimiento	119

Tabla B5. Análisis de varianza de índice de madurez (°Brix / % de ácido cítrico) en uvilla sin y con recubrimiento	120
Tabla B6. Análisis de varianza del porcentaje de humedad en uvilla sin y con recubrimiento	120
Tabla B7. Análisis de varianza de textura (gf) en uvilla sin y con recubrimiento	120
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	121
Tabla B8. Análisis de varianza de aerobios mesófilos (UFC/g) en uvillas sin y con recubrimiento	121
Tabla B9. Análisis de varianza de porcentaje de reducción aerobios mesófilos en uvillas sin y con recubrimiento	121
ANÁLISIS SENSORIAL	121
Tabla B10. Análisis de varianza del atributo color en uvilla sin y con recubrimiento	121
Tabla B11. Análisis de varianza del aroma en uvilla sin y con recubrimiento	122
Tabla B12. Análisis de varianza del sabor en uvilla sin y con recubrimiento	122
Tabla B13. Análisis de varianza de la textura en uvilla sin y con recubrimiento	122
Tabla B14. Análisis de varianza de la aceptabilidad en uvilla sin y con recubrimiento	123
ANEXO C.....	124
PRUEBA DE TUKEY	124
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	125
Tablas C1. Prueba de Tukey de sólidos solubles (°Brix) en uvilla sin y con recubrimiento	125
Tablas C2. Prueba de Tukey de pH en uvilla sin y con recubrimiento	125
Tablas C3. Prueba de Tukey de acidez (% ácido cítrico) en uvilla sin y con recubrimiento	126
Tablas C4. Prueba de Tukey de Vitamina C en uvillas sin y con recubrimiento	126
Tablas C5. Pruebas de Tukey de índice de madurez en uvilla sin y con recubrimiento	127
Tabla C6. Prueba de Tukey de humedad en uvilla sin y con recubrimiento	127

Tabla C7. Prueba de Tukey de textura (gf) en uvilla sin y con recubrimiento	128
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	128
Tablas C8. Pruebas de Tukey de aerobios mesófilos (UFC/g) en uvilla sin y con recubrimiento.....	128
Tablas C9. Pruebas de Tukey de reducción de aerobios mesófilos en uvilla sin y con recubrimiento	129
ANÁLISIS SENSORIAL	129
Tablas C10. Pruebas de Tukey del atributo color en uvilla sin y con recubrimiento	129
Tablas C11. Pruebas de Tukey del atributo aroma en uvilla sin y con recubrimiento	130
Tablas C12. Pruebas de Tukey del atributo sabor en uvilla sin y con recubrimiento	130
Tablas C13. Pruebas de Tukey del atributo textura en uvilla sin y con recubrimiento	131
Tablas C14. Pruebas de Tukey de aceptabilidad en uvilla sin y con recubrimiento	131
ANEXO D.....	132
CÁLCULOS DE ACIDEZ, VITAMINA C	132
Y VIDA ÚTIL	132
ANEXO E	136
DATOS BIBLIOGRÁFICOS	136
Cuadro E1. Principales países productores de uvilla.....	137
Cuadro E2. Uvilla (Uchuva) - Cuadro resumen del estado de madurez, Norma ICONTEC NTC 4580.....	137
Cuadro E3. Ventajas y desventajas de utilizar UV en alimentos sólidos.	138
Cuadro E4. Dosis baja y alta de luz UV-C (254 nm) necesarios para inhibir 100% de varios tipos de microorganismos.	138
ANEXO F.....	139
NORMAS TÉCNICAS – NORMAS SANITARIAS METODOLOGIA PARA ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS.....	139
ANEXO F1	140

Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Frutas frescas. Uchuva. Producto Vegetal.....	140
ANEXO F2.....	153
Determinación De Ácido Ascórbico	153
ANEXO F3.....	154
Determinación De Humedad – Método de la estufa de aire	154
ANEXO F4.....	156
Medición del pH Utilizando el Potenciómetro.....	156
ANEXO F5.....	156
Determinación de Sólidos Solubles	156
Parámetros Microbiológicos Empleados para Frutas.....	157
ANEXO G	159
HOJA DE CATACIÓN.....	159
Hoja de evaluación sensorial para la calidad organoléptica de uvilla (<i>Physalis peruviana L.</i>)” con recubrimiento de películas comestibles	160
ANEXO H.....	161
ANÁLISIS DE COSTO DEL PRODUCTO FINAL.....	161
Tabla H2.Costos de los equipos por horas utilizadas.	162
Tabla H3.Costos de los servicios básicos.....	162
Tabla H4.Costo de la mano de obra	163
Tabla H5.Costo de producción	163
Tabla H6.Parámetros detallados	163
ANEXO I	164
FOTOGRAFÍAS	164
Anexo I1. Cultivo de Uvilla (<i>Physalis Peruviana L.</i>)	165
Anexo I2. Diagrama de Flujo de Recubrimiento Comestible en Uvilla (<i>Physalis Peruviana L.</i>).....	166
Anexo I3. Análisis microbiológico de uvilla recubierta con películas comestibles (<i>Physalis Peruviana L.</i>).....	168
ANEXO I4. Análisis sensorial de uvilla recubierta con películas comestibles (<i>Physalis Peruviana L.</i>).....	169
ANEXO I5. Análisis fisicoquímico de uvilla recubierta con películas comestibles (<i>Physalis Peruviana L.</i>).....	170

RESUMEN EJECUTIVO

La demanda cada vez más exigente de frutas mínimamente procesadas de mejor calidad, tanto física, química y microbiológica por parte de los consumidores, así como la importancia de la ingesta de fruta en la prevención de enfermedades crónicas, evidencian la necesidad del estudio de tratamientos de mínimo proceso que permita presentar a las frutas en forma natural, manteniendo sus cualidades nutritivas, además de permitir minimizarlas pérdidas, en cantidad y calidad poscosecha y enfermedades transmitidas por alimentos; por tal razón la investigación se orientó a procesos mínimos, a través de la tecnología combinada de recubrimientos comestibles previo a radiación ultravioleta de onda corta UV-C, a fin de que la fruta estudiada, uvilla orgánica (*Physalis peruviana* L.), mejore sus características sensoriales como microbiológicas, y se prolongue la vida de anaquel. Con este propósito, la uvilla fue lavada y desinfectada con UV-C a una distancia de 30 cm por un tiempo de 7.50 min, posteriormente la fruta fue recubierta por técnica de inmersión con películas comestibles por tiempos determinados. El factor de estudio fue recubrimiento comestible; las películas comestibles consistieron en diferentes porcentajes de glicerol, glucosa, sacarosa y gelatina. Los mejores resultados de la evaluación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y sensoriales fueron los tratamiento A₁: (3% de gelatina + 0.25% de ácido cítrico + 0.6% tween 20 + 1% de glicerol; 5 min) y tratamiento A₆: (3% de gelatina + 0.25% de ácido cítrico + 30% de glucosa + 70% de sacarosa; 10 min). Los mejores tratamientos fueron almacenados en envases perforados de polietileno tereftalato (PET) con el fin de evitar condensaciones a temperatura de refrigeración 4°C. Los parámetros para medir la vida útil de la fruta fueron el microbiológico y la textura, donde se obtuvo como resultado en el tratamiento A₆ un tiempo de 14 días y el tratamiento A₁ un tiempo de 25 días, el cual es el que permitió alcanzar los objetivos deseados.

SUMMARY

The increasingly demanding need to have minimally processed fruit with better physical, chemical, and microbiological quality by the consumers, just as the importance of fruit consuming to prevent chronic illness, evidence the need to study minimum treatment process as key to develop ways that allows a natural presentation of the fruit, keeping its nutritive qualities intact, also allowing a decrease in losses, whether is in quantity or postharvest qualities and food born illness; this is why the investigation took on a path of minimal processing through technology combined with edible coatings previous to UV radiation with short wave length UV-C, with the goal that the fruit studied, organic golden berry (*Physalis peruviana L.*), improves its sensory features like the microbiological so that the shelf life would be prolonged. With this purpose, the golden berry was washed and disinfected with UV-C at a distance of 30 cm for 7.50 min, then, the fruit was coated by an immersion technique with the edible films for the determined time. The factor study was edible coating; the edible films were formed by different quantities of glycerol, glucose, sucrose and jelly. The best results of the evaluation of the physic - chemical, microbiological and sensory parameters were treatment A₁: (3% jelly+0.25% de citric acid + 0.6% tween 20 + 1% de glycerol; 5 min) and treatment A₆: (3% jelly + 0.25% citric acid + 30% de glucose + 70% de sucrose; 10 min). The best treatments were stored in polyethylene terephthalate (PET) bottles, perforated in order to avoid condensation at a cooling temperature of 4°C. The parameters taken to measure the fruits shelf life were microbiological and texture which, for treatment A₆ was a period of 14 days and for treatment A₁ 25 days, which allowed the reaching of the desired goal.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

“ESTUDIO DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE Y SU
INCIDENCIA SOBRE EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA UVILLA
(*Physalis peruviana L.*)”

1.2 PLANEAMIENTO DE INVESTIGACION

1.2.1 Contextualización del Problema

Contexto Macro

La uvilla también conocida como la uchuva (*Physalis peruviana L.*), que pertenece a la familia de las Solanáceas y al género *Physalis*, cuenta con más de ochenta variedades que se encuentran en estado silvestre y que se caracterizan porque sus frutos están encerrados dentro de un cáliz o capacho, no se han seleccionado variedades y solamente se conocen ecotipos o plantas procedentes de diferentes regiones o países, que se diferencian por el tamaño, el color y el sabor, la forma del cáliz y el porte de la planta. Actualmente se cultivan tres tipos de uchuva originarias de Colombia, Kenia y Sudáfrica. (Perfetti et al., 2000)

En Cuadro E1 se muestran las estimaciones de la producción mundial de uvilla, donde se destacan los países más representativos como: Vietnam, España, Tailandia, Holanda y China.

La aparición de los productos de IV está asociada a la demanda por parte de los consumidores de alimentos de alta calidad. Además, existen cambios en los hábitos de consumo, que se pronuncian por comidas rápidas y fáciles de preparar. Basándose en la tendencias actuales de los sistemas de vida, donde se vive cada día más apresurado, y sin embargo se nota la necesidad de las personas de mejorar la calidad de la alimentación debido a las innumerables enfermedades que afectan al ser humano producto de sus malos hábitos alimenticios, es que la industria de alimentos a nivel mundial ha avanzado en desarrollar tecnología que mejoren la calidad de los alimentos hortofrutícolas. (Callegari et al., 2006)

El mercado de productos IV gama a nivel mundial se encuentra liderado por EE.UU., representando el 85% de las ventas, respecto al 7% alcanzado en Europa. Los mercados europeos más maduros de IV gama son el británico y el francés, representando alrededor de un 8% de la venta total de productos hortofrutícolas. Un segmento que todavía se encuentra en sus inicios en Europa y que en EE.UU., está ya plenamente consolidado es el de la fruta IV gama. (Valera, 2006)

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas son los productos donde la aplicación de películas comestibles ha sido más utilizada. Los líderes en tendencias alimentarias del sector de IV gama específicamente en películas comestibles son Argentina, EE.UU. y México. (García, 2008)

Contexto Meso

Colombia, primer productor mundial de uchuva, seguido por Sudáfrica. Según cifras suministradas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en el 2011 existían en el país 743 hectáreas destinadas al cultivo de uchuva con una producción total de 10.771 toneladas. En el 2012, las exportaciones de uchucas totalizaron USD 292 millones, un 8,6% más que lo registrado en el 2011 cuando sumaron USD 26, 9 millones.

Durante los últimos tres años el crecimiento promedio anual de las ventas internacionales de esta fruta fue de 14,4%. El principal país destino de las exportaciones de uchuva fue Países Bajos con el 67,9%, lo que equivale a USD 19,8 millones. Le siguieron, Alemania, con USD 7,1 millones; Canadá, con USD 646.145; Francia, con USD 400.213; Brasil, con USD 288.627 y Bélgica, con USD 155.459. (Valdivieso, 2013)

Actualmente, las exportaciones de uvilla ecuatoriana tienen como destino principal la Unión Europea, particularmente Alemania, Holanda, España y el Reino Unido. Aunque existen otros países productores tales como Zimbabwe, Malasia, China, Sudáfrica, Nueva Zelandia, Perú, México y Chile, el principal competidor para Ecuador en el comercio de esta fruta es Colombia, que exporta en cantidades considerables a los mismos destinos y durante los mismos períodos. Sin embargo, la mayoría de exportaciones colombianas se dan en fruta fresca. (Ordoñez, 2013)

Durante los últimos años en Latinoamérica, los productos de IV gama han acercado al consumidor las frutas y hortalizas de una forma práctica, cómoda y saludable. Los nuevos hábitos de consumo y las propiedades del producto (su frescura, comodidad y facilidad para consumir) han favorecido notablemente su elección, tanto por sus beneficios nutricionales, como por la tranquilidad que ofrece al consumidor como producto de calidad que cumple con los criterios de trazabilidad y seguridad alimentaria. Estos son los motivos para que la industria de IV gama impulse su desarrollo. Así en Argentina es aún escasa la comercialización de productos de la IV gama, sin embargo las tendencia en los mercados va en aumento en la demanda de productos de calidad, productos procesados y consumo de frutas y hortalizas. (Rodríguez, 2013)

Contexto Micro

La producción de la uvilla ecuatoriana se ve beneficiada por las tierras y microclimas existentes en el país. Según los productores ecuatorianos, la uvilla de origen ecuatoriano contiene mayor cantidad de azúcar, coloración intensa y más almidones, por lo que su sabor es menos ácido. Por estas razones es particularmente apetecida en el mercado europeo (Ordoñez, 2013).

La uvilla es una fruta casi silvestre y de producción artesanal, el incremento de consumo en otros países de esta fruta a impulsado la tecnificación del cultivo y por consiguiente el mejoramiento de la productividad del cultivo y producción de la uvilla en Ecuador. (Caiza, 2009)

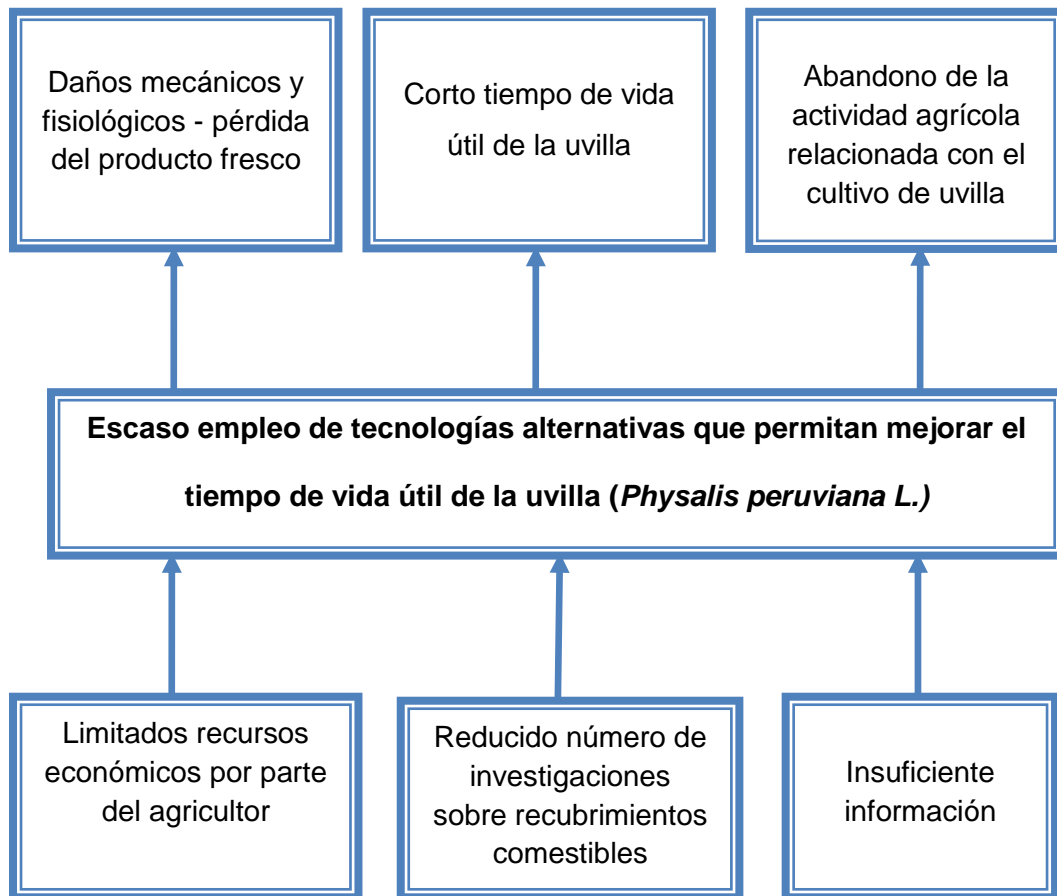
El cultivo de la uvilla se ha extendido en buena parte de la Sierra como consecuencia de las oportunidades de exportación existentes. Pese a ello, factores como: desarrollo de semillas, tecnología y asesoramiento técnico permitirían mejorar su competitividad internacional. Estadísticas disponibles determinan que en Ecuador existen entre 300 y 350 hectáreas de uvilla y que su rendimiento varía entre 6 y 20 toneladas por hectárea en función de su manejo agrícola. El 40% de las hectáreas sembradas se ubicarían en Imbabura; el 27% en Pichincha, el 10% en Carchi y el 23% en la Sierra Central. Se calcula que existe una producción de 4.080 toneladas de uvilla por año, de la cual, el 70% es captado por agroindustrias y empresas exportadoras. Las exportaciones se realizan por vía marítima y aérea. (Ordoñez, 2013)

La industria de IV gama en Ecuador se encuentran en crecimiento, los productos se comercializan principalmente en la zona urbana, en supermercados, destinados a estratos sociales medios y altos de la población. En el país se comercializan alrededor de 25 productos de IV

gama, el 60% son mezclas para sopas y ensaladas tanto de frutas como de vegetales, utilizando diversos tipos de compuestos químicos desinfectantes, como también empacadas al vacío. (Valencia, 2013)

1.2.2 Análisis Crítico

EFECTO



CAUSA

Gráfico 1: Árbol de problemas de conservación de uvilla (*Physalis peruviana L.*)

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Causa:

Reducido número de investigaciones sobre recubrimientos comestibles

Efecto:

Corto tiempo de vida útil de la uvilla

Benavidez (2011) señala que la uvilla sin cáliz a temperatura ambiente conserva su calidad por 13 días, sin embargo se consideró que el tiempo de vida útil es corto para la comercialización. Además los limitados recursos económicos por parte del agricultor no permiten mejorar la tecnología poscosecha, ocasionando daños mecánicos, fisiológicos y pérdida en cantidad y calidad del producto fresco. Al mismo tiempo la insuficiente información de tecnologías de poscosecha, ha dado lugar a la poca rentabilidad en los cultivos de la fruta, pudiendo llegar inclusive al abandono de la actividad agrícola relacionado con el cultivo de la uvilla. El reducido número de investigaciones sobre tecnologías alternativas en el país y su aplicación, no permite mejorar la calidad de la fruta, percibiéndose el corto tiempo de vida útil.

Por tal motivo, se toma la tecnología de recubrimiento comestible como opción de mejoramiento de calidad ya que retrasa el envejecimiento permitiendo prolongar la vida de almacenamiento y comercialización por más tiempo.

1.2.3 Prognosis

El estudio constituye una importante vía de investigación en la industria alimentaria por ello al no poner atención a la presente problemática se imposibilita un cambio e innovación en la industria alimenticia por tanto el recubrimiento comestible se presenta como una alternativa para mantener la calidad y prolongar la vida útil de la uvilla, al no llevarse a cabo, la fruta se deterioraría, se perdería en corto tiempo, y sobre todo no cumpliría las normas de calidad para el consumo interno y externo.

Por el contrario, si se difunde la tecnología y se logra la implementación en asociaciones de agricultores se produciría más eficiencia y rentabilidad en la producción agropecuaria con criterios de competitividad, equidad, sostenibilidad y desarrollo, contribuyendo al bienestar de la población

ecuatoriana. Además Pérez et al. (2012) mencionó que en el futuro, los recubrimientos comestibles podrían reducir la necesidad de refrigeración y el coste de almacenamiento por el uso de atmósferas controladas reduciendo costos.

1.2.4 Formulación del Problema

¿Escaso empleo de tecnologías alternativas que permita mejorar el tiempo de vida útil poscosecha de la uvilla (*Physalis peruviana L.*)?

1.2.5 Preguntas Directrices

¿Cuál será el comportamiento fisiológico, biológico y microbiológico del producto por el efecto de la película de recubrimiento?

¿Cuál será el tiempo de vida útil de la uvilla en el mejor tratamiento de acuerdo a análisis microbiológicos y sensoriales?

¿Disminuirá la carga microbiana al aplicar técnicas de recubrimiento comestibles de frutas mediante inmersión, previo a radiación con ultravioleta de onda corta UV-C?

¿Cuál será el costo de producción del mejor tratamiento de conservación?

1.2.6 Delimitación

Campo: Alimentos

Área: Agrícola

Sub-área: Tecnológica

Sector: Frutícola

Sub-Sector: Frutas Frescas

Espacial: La investigación se ejecutó en la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos en los Laboratorios de la UOITA, con financiamiento del CENI a través del proyecto de investigación: Conservación de frutas no climatéricas de la provincia de Tungurahua mediante técnicas de mínimo proceso para el consumo interno y de exportación.

Temporal: Tiempo de Investigación: Enero del 2013 a Diciembre del 2013.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La Organización Mundial de Salud (2002) en el informe sobre la salud en el mundo menciona que la ingesta insuficiente de frutas y verduras es uno de los 10 factores de riesgo principales de mortalidad a escala mundial. Cada año podrían salvarse hasta 1,7 millones de vidas si hubiera un consumo mundial suficiente de frutas y verduras; se calcula que la ingesta insuficiente de frutas y verduras causa en todo el mundo aproximadamente un 19% de los cánceres gastrointestinales, un 31% de las cardiopatías isquémicas y un 11% de los accidentes vasculares cerebrales; por tanto la OMS y la FAO recomienda el consumo de un mínimo de 400 g diarios de frutas y verduras, con el fin de prevenir enfermedades crónicas.

Tras la recolección, las frutas y hortalizas, al ser productos perecederos sufren un proceso acelerado de envejecimiento y degradación, caracterizado por un empeoramiento del estado físico (deshidratación, arrugamiento, cambio de color) unido a una pérdida de propiedades organolépticas y nutricionales debido al metabolismo del propio

organismo. El problema del deterioro se debe a que los productos hortofrutícolas son tejidos vivos que están sujetos a continuos cambios después de ser cosechados.

En efecto los frutos de IV gama surgen como respuesta a la demanda del consumidor de productos frescos, sanos, de calidad y fácil preparación, conservando sus características originales y sensoriales. La corta vida útil de las frutas frescas pre envasadas ha conducido a la búsqueda de alternativas que mantenga la calidad del producto durante más tiempo. (Nanesmy, 2005)

Las películas comestibles cuando recubren los frutos crean una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de respiración y por tanto retrasa el proceso de senescencia del producto. Así, la barrera artificial semipermeable que constituye una cobertura polimérica, contribuye a la extensión de la vida útil del producto al reducir la migración de humedad y de solutos, el intercambio de gases, la respiración, y otras reacciones oxidativas, disminuyendo los desórdenes fisiológicos. (Rojas et al., 2007)

Los mercados internacionales de frutas frescas y procesadas han presentado un gran dinamismo en los últimos años, impulsados por los cambios en las preferencias de los consumidores. El relativo auge de producción de uvilla y las oportunidades de comercialización se ligan principalmente a las características de calidad de la fruta, a las condiciones agroclimáticas favorables que dispone el país para el cultivo y el interés de varios países por incorporar y aumentar su consumo. Estas razones, han llevado a considerar a la uvilla como fruta promisor.

El objetivo del proyecto es utilizar recubrimientos comestibles a base de la aplicación de dos formulaciones: 1) gelatina, ácido cítrico, glicerol, y 2) gelatina, ácido cítrico, glucosa y sacarosa, aplicada por técnica de

inmersión y un pre tratamiento con radiaciones UV-C, con el fin de desinfección de la fruta.

El proyecto de investigación va en beneficio de los productores de fruta de Tungurahua, empresarios y consumidores como una alternativa en el manejo poscosecha de la uvilla, cuya realización es económicamente factible, siendo importante que la venta de frutas reúna calidad microbiológica y tiempo de vida útil prolongado.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- ✓ Establecer el efecto en la aplicación de los diferentes niveles de recubrimientos comestibles en la conservación de la calidad nutritiva, sensorial y vida útil de frutos de uvilla (*Physalis peruviana L.*), mediante la evaluación fisicoquímica y microbiológica.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar análisis físico químicos y microbiológicos en la uvilla antes y después del tratamiento.
- ✓ Determinar el tiempo de vida útil de la uvilla en el mejor tratamiento a través de análisis microbiológicos y sensoriales.
- ✓ Aplicar técnicas de recubrimiento comestibles de frutas mediante inmersión, previo a un tratamiento de radiación de onda corta UV-C para disminuir la carga microbiana en la uvilla.
- ✓ Estimar el costo de producción del mejor tratamiento de conservación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Pérez et al. (2000) menciona que las características de frutas, tales como sabor, color, tamaño, forma y ausencia de defectos externos ultimadamente determinan su aceptación por parte de los consumidores.

La tecnología aplicada en el estudio de uvilla es un método combinado que consta de radiación ultravioleta de onda corta y recubrimiento con películas comestibles, con el fin de realizar un tratamiento menos severo, para lograr un producto más estable y de alta calidad.

Los recubrimientos comestibles pueden utilizarse para manejar el aspecto y la textura o reducir los fenómenos de transporte superficial, principalmente las pérdidas o ganancias de agua del alimento. Puede utilizarse también como medio portador de aditivo con el fin de contribuir a la estabilidad del producto facilitando la adición de estas sustancias sobre la superficie. La aptitud para el consumo de un determinado recubrimiento viene dado, además de su capacidad de protección, físico-química y microbiológica de interacción con el alimento y su seguridad desde el punto de vista sanitaria. Para ello es necesario que alimento y material de cobertura sean compatibles desde el punto de vista sensorial, así como de su naturaleza y propiedades físico-químicas. (Gonzales, 2005). Acevedo (2004) menciona que la técnica de radiación con luz ultravioleta de onda corta (UV-C) ha sido aplicada para inactivar bacterias que contaminan el agua y superficies de diversos materiales, con los fines de

desinfección y esterilización. Recientemente ha sido utilizada en superficies de alimentos y materias primas para obtener productos de mayor calidad. La radiación (UV-C) penetra la membrana celular afectando principalmente a la molécula de ADN, ocasiona una re-estructuración (mutación) molecular del ADN que hace que el microorganismo no pueda reproducirse.

A continuación se presentan algunos estudios que abarcan diferentes métodos de recubrimiento de frutas y desinfección con radiación ultravioleta de onda corta:

- ✓ Beltrán (2010) observó en un estudio de la vida útil de fresas (*fragaria vesca*) mediante tratamiento con luz ultravioleta de onda corta UV-C, que los tratamientos con radiación UV-C provocan un mejoramiento en la calidad de la fresa, en consecuencia se lo puede utilizar como alternativa para prolongar el tiempo de vida útil de las mismas e influyen directamente sobre los parámetros de calidad e higiene. Además las propiedades físico-químicas de las fresas no se vieron influenciadas por los tratamientos con radiación UV-C. El utilizar la radiación UV-C como medio de destrucción de microorganismos en fresas (*Fragaria vesca*) contribuye en la reducción de la carga microbiana, existiendo una relación directa entre el tiempo de exposición, distancia de las lámparas UV-C en contacto con las fresas y la letalidad de los microorganismos, por tanto, se determinó que el mejor tratamiento es el a1b1 (40cm - 7,5min) y el tiempo de vida útil del mismo es de 10 días.
- ✓ Castro y González (2009) en la evaluación físico-química de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (*Physalis peruviana L. var. Colombia*), consideran que la utilización de los recubrimientos comestibles como una alternativa de conservación para aumentar el tiempo de vida útil de diferentes

tratamientos, especialmente de frutas y hortalizas. Aplica la técnica de inmersión y pintado de un recubrimiento comestible de gelatina, aceite de orégano, fibra prebiótica, los resultados que obtiene es reducción de la actividad metabólica en los frutos recubiertos en 36% menos con respecto a los frutos control, las pérdidas de peso disminuye el 17.67%, aumento de la vida útil en un promedio del 33% e incremento de la fibra prebiótica al 8%.

- ✓ María Trejo et al. (2007) estudió el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa almacenada en refrigeración; utilizó un recubrimiento comestible a base de gelatina, tween 60, glicerol y ácido acético. Observó una reducción significativa en la respiración por efecto de los tratamientos y una inhibición del crecimiento de hongos por el recubrimiento comestible en las fresas tratadas. Por lo tanto, se prolongó su vida útil hasta el décimo día. Es decir, la aplicación del recubrimiento comestible sirvió de barrera protectora a la transferencia de gases y migración humedad, evitando la pérdida de firmeza en 70%, mejorando así la calidad durante su vida en poscosecha.

- ✓ Alvarado J. (2007) en un estudio realizado sobre "Tiempos de vida útil de naranjillas recubiertas con quitosano almacenadas a temperaturas constante y variables", concluyó que las películas de quitosano retardan la pérdida de humedad y extienden el periodo de almacenamiento a temperaturas de 20°C o superiores, a temperaturas bajas el efecto es mínimo, a 7°C se pueden conservar las frutas durante un mes.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El proyecto de investigación se basa en el paradigma positivista el mismo que pretende explicar predecir hechos a partir de relaciones causa-efecto

(se busca descubrir el conocimiento) el investigador busca la neutralidad, y la objetividad.

Entre los presupuestos que caracterizan este paradigma se destaca que los hechos y fenómenos que componen la realidad tienen carácter objetivo, independiente de la conciencia de los individuos, son observables y mensurables.

Las investigaciones basadas en este paradigma se orientan a la comprobación de hipótesis, considerando la vía hipotético-deductiva como la más efectiva para todas las investigaciones. El trabajo científico, según este paradigma, tiene como finalidad esencial el establecimiento de leyes generales que se rigen los fenómenos. Según esta concepción, dichas leyes pueden ser descubiertas y descritas objetivamente, las cuales permiten explicar, predecir y controlar el fenómeno objeto de estudio.

Otra de las concepciones del paradigma positivista es que los diseños de investigación se caracterizan por ser formales y estáticos a partir del manejo del conjunto de variables que pretende estudiar. Se utilizan predominantemente técnicas cuantitativas con la intención de alcanzar la mayor precisión y exactitud, sin embargo los aspectos cuantitativos están sólidamente mezclados con aspectos cualitativos.

El positivismo acepta como único conocimiento válido al conocimiento verificable, mensurable y visible. (Ramírez, 2012)

2.3 FUNDAMENTACION LEGAL

Determinación de Sólidos Solubles

- ✓ INEN 380.

Determinación de Acidez

- ✓ INEN 381.

Determinación de pH

- ✓ INEN 389.

Determinación de Humedad

- ✓ Norma Chilena NCh 841 of 71.

Determinación de Vitamina C

- ✓ Método AOAC 923.09 1980.

Determinación de aerobios mesófilos

- ✓ INEN 1529-5:06.

Determinación de coliformes totales

- ✓ INEN 1529-7:90.

Determinación de mohos y levaduras

- ✓ INEN 1529-10: 98.

Determinación de *Staphylococcus aureus*

- ✓ Método AOAC 987.09.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

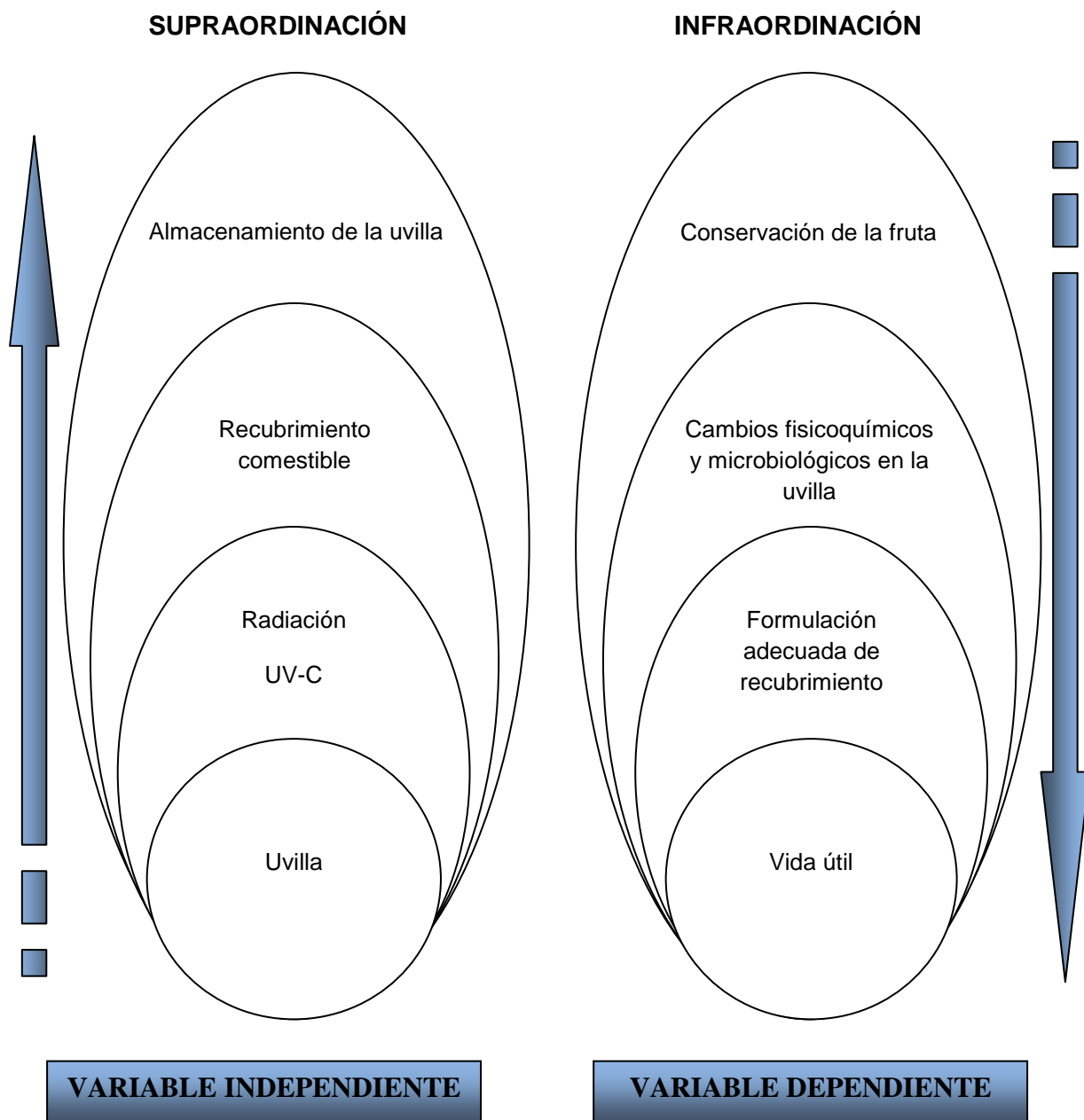


Grafico 2: Organizador Lógico de Variables.
Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

2.4.1 Variable Independiente

2.4.1.1 Uvilla, Características del Fruto

El fruto de la uvilla es una baya jugosa en forma de globo u ovoide con un diámetro entre 1.25 y 2.5 cm que pesa de 4 a 10 gramos. Su piel es suave, brillante y de color amarillo a anaranjado. Su pulpa presenta un sabor ácido azucarado (semiácido) y contiene de 100 a 300 semillas pequeñas de forma lenticular. El fruto está recubierto de una membrana o vaina fibrosa (cáliz), fina no comestible. Con un alto contenido de vitamina A y de ácido ascórbico (FAO, 2006). Es importante mencionar que la uvilla utilizada es orgánica.

En el Cuadro 1 se presenta la composición nutricional por cada 100 gramos de parte comestible de Uvilla:

Cuadro 1. Composición Nutricional de la Uvilla (*Physalis peruviana L.*)

Componentes	Contenido de 100g de la parte comestible	Valores diarios recomendados (basado en una dieta de 2000 calorías)
Calorías	73.00	
Agua	78.90 g	180g
Carbohidratos	19.60 g	300g
Grasas	0.16 g	65g
Proteínas	0.054 g	50g
Fibra	4.90 g	25g (mínimo)
Cenizas	1.01 g	
Calcio	8.00 mg	162mg
Fósforo	55.30 mg	125mg
Hierro	1.23 mg	18mg
Vitamina A	1460.00 U.I.	5000UI
Tiamina	0.101 mg	1.5mg
Riboflavina	0.032 mg	1.70mg
Niacina	1.730 mg	20mg
Ácido ascórbico	43.00 mg	60mg

Fuente: MORTON Julia F., 1987, Purdue University, "Fruits of warm climates", Miami. FL; Kurtzwell P, 1993. "Daily values".

Además la uvilla posee propiedades medicinales importantes, entre las que se puede mencionar las siguientes: calcificador; reconstructor y fortificador del nervio óptico; elimina la albúmina de los riñones; ayuda a la purificación de la sangre; eficaz en el tratamiento de las afecciones de la garganta; adelgazante, se recomienda la preparación de jugos, infusiones con las hojas y consumo del fruto en fresco; ideal para los diabéticos, consumo sin restricciones; aconsejable para los niños, porque ayuda a la eliminación de parásitos intestinales (amebas); favorece el tratamiento de las personas con problemas de próstata, por sus propiedades diuréticas y constituye un excelente tranquilizante debido al contenido de flavonoides. (Proaño, 2012)

Según Narváez (2003) la clasificación taxonómica de la uvilla se describe en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de uvilla

Reino:	Vegetal
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Tubiflora
Familia:	Solanaceae
Género:	Physalis
Especie:	peruviana
Nombre común:	Uvilla, uchuva, cereza

Fuente: (Narváez. E, 2003)

El cultivo se propaga por semilla, para lo cual se requiere desarrollar semilleros que permitan su germinación y su posterior trasplante a campo. El tiempo entre la iniciación del semillero y la primera cosecha es de aproximadamente nueve meses y medio. Para hacer un mejor manejo del cultivo y obtener fruta de mayor calidad se recomienda el tutorado de las plantas.

El período útil de producción de la planta es de nueve a once meses desde el momento de la primera cosecha, ya que a partir de entonces

disminuye tanto la productividad como la calidad de la fruta. (Perfetti et al., 2000)

2.4.1.2 Radiación Ultravioleta de Onda Corta

La tecnología UV-C ha sido ampliamente utilizada como alternativa a la esterilización química y a la reducción de organismos vegetativos en productos alimenticios. Estudios realizados aducen que cuando se aplica altas dosis de radiación existe una tendencia hacia el deterioro del sabor y aroma antes que se haya conseguido el nivel de esterilización deseado. Sin embargo, la aplicación de esta radiación a bajos niveles y de uso cuidadosamente controladas, se suele utilizar para ampliar la vida útil de los alimentos. (Shafiur, 2003)

La luz UV-C es poco agresiva y tienen la ventaja de ofrecer productos semejantes a los frescos y por lo tanto acorde con las demandas actuales del mercado, pero sin perder sus garantías en materia de inocuidad. En la industria de alimentos se utiliza para desinfectar superficies de algunos alimentos sólidos entre los que se pueden mencionar frutas, verduras, pescados y líquidos como jugos y agua.

La radiación UV se utiliza en diferentes sectores de la industria de alimentos, debido al efecto nocivo que causa sobre el ADN de muchos microorganismos. Asimismo, es elegida por tratarse de un proceso que no altera las propiedades sensoriales de los productos y reduce el uso de sustancias químicas. Se emplea para la preservación de alimentos líquidos y sólidos, pero en estos últimos su aplicación es efectiva a nivel superficial.

Al aplicar radiación UV en frutas y vegetales, adicionalmente a la reducción de la carga microbiana inicial en la superficie, se produce un fenómeno denominado efecto hormético (Stevens et al., 1997, 1999). Dicho efecto puede mejorar la resistencia al ataque de ciertos

microorganismos como mohos y levaduras, ya que puede estimular a producción de fenilalanina amonioliasa que induce la formación de compuestos enólicos (fitoalexinas), tóxicos para ellos. (Domínguez y Parzanese, 2012). En el cuadro E3 se muestra algunas ventajas y desventajas de utilizar UV para alimentos sólidos.

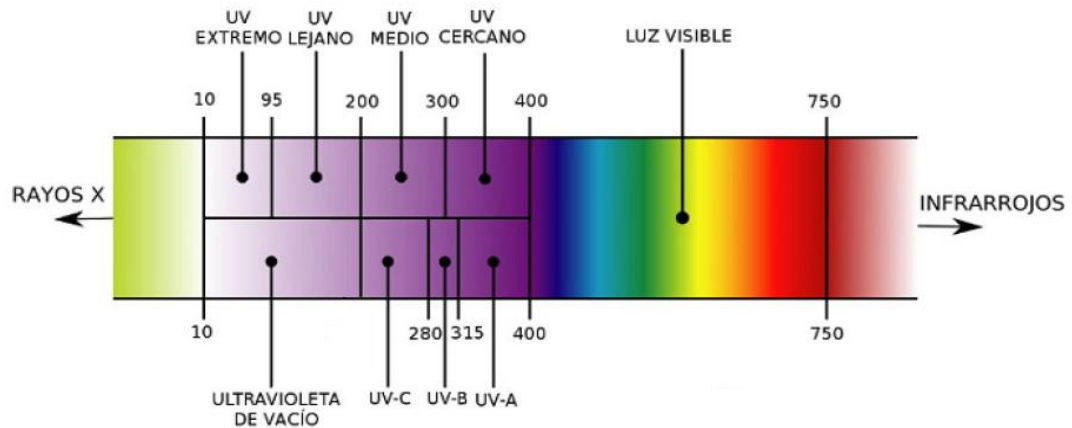


Figura 1. Región ultravioleta del espectro electromagnético

Como se describe en la Figura 1, el uso de la tecnología UV para desinfección implica la región ultravioleta del espectro electromagnético, con un rango de longitud de onda entre 100 y 400 nm. Este se puede subdividir (Bolton, 1999) en:

- ✓ UV de onda corta UV-C entre 200 y 280 nm. **Rango germicida**
- ✓ UV de onda media UV-B entre 280 y 315 nm.
- ✓ UV de onda larga UV-A entre 315 y 400 nm.

La máxima eficiencia para la desinfección se sitúa en 254 nm. La radiación UV produce cambios fotoquímicos, cuyos efectos pueden variar según la especie de microorganismo que se trate. El mecanismo de acción letal depende de su absorción por el ADN, pudiendo detener el crecimiento celular y provocar la muerte. La radiación absorbida por los nucleótidos produce cambios físicos de electrones, formando uniones cruzadas entre tiamina y citocina, (nucleótidos de bases pirimidínicas)

pertenecientes a la misma cadena, lo que provoca la formación de dímeros ciclobutil pirimidina.

Esto produce distorsiones en la forma del ADN del los microorganismo interfiriendo en el apareamiento normal de las bases. Como resultado se bloquea la síntesis de ADN y consecuentemente quedan afectadas las funciones celulares pudiendo provocar la muerte. Los efectos en los enlaces cruzados son proporcionales al tiempo de exposición e intensidad de la luz UV. A fin de lograr la inactivación microbiana, la exposición a la radiación UV debe ser al menos 400 J/m^2 en toda la superficie del producto. Los factores críticos incluyen la transmisividad del producto, la configuración geométrica del reactor, la potencia, la longitud de onda y la disposición física de la fuente de UV, el perfil de flujo de producto y la trayectoria de la radiación. (Domínguez y Parzanese, 2012)

La luz UV-C adicionalmente induce mecanismos de defensa en tejido vegetal metabólicamente activo, provocando la producción de fitoalexinas, está puede estar acompañada por otros mecanismos de defensa tales como modificaciones de la pared celular, enzimas de defensa y aumento en la actividad antioxidante, esto último ha sido relacionado con posibles beneficios a la salud de los consumidores. De igual manera se ha observado que el tratamiento con UV-C induce la acumulación de proliaminas, las cuales pueden actuar como antioxidantes en frutos causando una reducción de los síntomas de deterioro por microorganismos. (González et al, 2004)

La utilización de la radiación UV-C en desinfección de frutas es de gran importancia, porque puede reemplazar al cloro en el proceso de desinfección de frutas y hortalizas.

La agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades (2002), manifiesta que los efectos tóxicos del hipoclorito de sodio y de calcio son principalmente a las propiedades corrosivas del hipoclorito. Si se ingiere una pequeña cantidad de blanqueador doméstico (3-6% hipoclorito),

puede experimentar irritación gastrointestinal. Las sustancias cloradas no son permitidas desde enero de 2006 en los productos frescos que se importan en Estados Unidos y la Unión Europea.

El efecto de la luz UV sobre bacterias, hongos y virus y otros organismos unicelulares está en función de la longitud de onda. La máxima absorción de luz UV, por parte del ácido nucleico de los microorganismos ocurre a una longitud de onda de 260 nm. Puesto que las lámparas germicidas emiten en una longitud de onda de 254nm, el resultado de la luz UV es óptimo. La efectividad alcanza a un 100%. Por esta razón es utilizada para destruir la *Escherichia coli*.

Los microorganismos difieren en la sensibilidad al efecto de la luz UV. Esta variación se debe a la estructura de la pared celular, la composición química, la presencia o la diferencia en la estructura del ácido nucleico mismo. (González G. y González L., 2001). En el cuadro E4 se muestra algunos microorganismo y la exposición a los UV-C requeridas.

2.4.1.3 Recubrimiento Comestible

El desarrollo de películas y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas tanto frescos como mínimamente procesados ha generado recientes avances respecto al efecto sinérgico de los componentes sobre la vida de anaquel de dichos alimentos. El uso de hidrocoloides, plastificantes, aditivos y compuestos activos, tiene como objetivo generar una atmósfera modificada (AM) que tiene la capacidad de controlar la transferencia de masa representada en solutos, solventes, gases (O_2 , CO_2) e incluso migrar sustancias desde la matriz ubicada en la superficie del alimento, tener efectos positivos sobre el control de la tasa de crecimiento microbiano, y mantener características tan deseadas por los consumidores como firmeza, brillo, color de los frutos. (Quintero et al., 2012)

Los recubrimientos comestibles se definen como productos comestibles que envuelven el producto, creando una barrera semipermeable a gases (O_2 , CO_2) y vapor de agua. Su finalidad es: reducir la respiración y la transpiración; aumentar el brillo del producto; proteger de los mohos; proteger frente a insectos y lesiones mecánicas; curar de pequeñas heridas y arañazos superficiales. (Hurtado et al., 2003). Además que permite mantener la integridad del producto, mejoran sus propiedades mecánicas y retienen los compuestos volátiles creando una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de respiración y el proceso de envejecimiento del producto.

Los recubrimientos comestibles pueden aplicarse en forma de finas capas de material alrededor de los alimentos mediante inmersión, pulverización o envolturas, con el fin de ofrecer una barrera selectiva a la transmisión de gases, vapor de agua y otros solutos y también para proteger al alimento (Pérez et al., 2012). Estos productos han mostrado un excelente comportamiento en el recubrimiento de mandarinas, cerezas y albaricoques, consiguiendo alargar la vida útil de los frutos y mantener su calidad tanto nutricional como sensorial.

Guilbert (1986) menciona que varios materiales pueden ser incorporados dentro de las películas comestibles como agentes antimicrobianos, ácidos orgánicos, antioxidantes, colorantes saborizantes y otros compuestos nutritivos. Entre los conservantes químicos: ácido benzoico, benzoato de sodio, ácido sórbico, sorbato de potasio y ácido propiónico.

Se utiliza también recubrimientos a base de polisacáridos que proporciona beneficios como: retención del sabor, ácidos, azúcar, textura y color; mayor estabilidad durante el embarque y almacenamiento; mejor apariencia; reducción de pudriciones; reducen la posibilidad de que las condiciones anaeróbicas se presenten. Por lo tanto reducen pérdidas de peso, controlan el arrugamiento, incrementa el periodo de

comercialización y mejora su aspecto aportándoles brillo, contribuyendo a mantener la calidad del producto e incrementar su vida útil.

El recubrimiento comestible se elaboró de acuerdo a las siguientes formulaciones:

Formulación 1: recubrimiento a base de gelatina en diferentes porcentajes (3 y 5% en una solución de ácido cítrico 0.25%), se adicionó para cada formulación tween 20 (polisorbato) al 0.6%. (Metodología Trejo M., 2007), y 1% de glicerol con un grado de pureza del 85 al 88% para análisis.

La hidratación de la gelatina se realizó a una temperatura de 40°C con agitación constante, las cantidades de polisorbato y glicerol en las cantidades indicadas permitió tener un recubrimiento homogéneo y transparente.

Formulación 2: recubrimiento a base de gelatina en diferentes porcentajes (3 y 5 % en una solución de ácido cítrico 0.25%), se adicionó 30% de glucosa y 70% de sacarosa. Igual que en el caso anterior la hidratación de la gelatina se efectuó a una temperatura de 40°C con agitación constante y con la adición de carbohidratos para obtener una solución para el recubrimiento de las frutas homogénea y transparente.

Los componentes del recubrimiento comestible de acuerdo a las formulaciones planteadas son:

Gelatina:

La gelatina es una de las proteínas de origen animal más ampliamente utilizada como ingredientes en la elaboración de un gran número de productos, incluyendo muchos que no son alimentos. Esta proteína se obtiene a partir del colágeno mediante hidrólisis ácida o alcalina (Johnston y Banks, 1990). El colágeno es la mayor proteína estructural de muchos tejidos, tales como piel, tendón y huesos (Bigi et al., 2002). Las

características más remarcadas de la gelatina son su solubilidad en agua y la habilidad que tiene para formar geles termorreversibles (Sobral y Habitante, 2001).

En cuanto a los recubrimientos comestibles, se ha observado que las películas de gelatina reducen la permeabilidad al oxígeno, la difusión del vapor de agua y la migración de las grasas (Krochta y De Mulder-Johnston, 1997).

Charley (1991) mencionó que las propiedades funcionales típicas de la gelatina son:

- ✓ Formación de geles
- ✓ Ligación del agua
- ✓ Formación de textura
- ✓ Espesamiento
- ✓ Formación de emulsiones y estabilización
- ✓ Formación de espuma y estabilización
- ✓ Formación de películas
- ✓ Adhesión / Cohesión
- ✓ Coloide protector

Ácido cítrico.

El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarboxílico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja, su fórmula química es $C_6H_8O_7$.

Las películas (films) y recubrimientos antimicrobianos han innovado el concepto de empaque activo y se han desarrollado para reducir, inhibir o detener el crecimiento de microorganismos sobre la superficie de los alimentos (Appendini y Hotchkiss, 2002).

En la mayoría de productos frescos o procesados, la contaminación microbiana se lleva a cabo y con una alta intensidad sobre la superficie

del alimento, por lo tanto se requiere un efectivo sistema de control de crecimiento de dicha biota (Padgett et al., 1998). Tradicionalmente, los agentes antimicrobianos son adicionados directamente a los alimentos, pero su actividad puede ser inhibida por diferentes sustancias que forman parte del alimento, de manera que se puede disminuir su eficiencia. En tales casos, la implementación de películas o recubrimientos antimicrobianos puede ser más eficiente que los aditivos que se utilizan en el producto alimenticio, ya que desde éstos se puede migrar selectiva y gradualmente compuestos desde el empaque a la superficie del alimento (Ouattara et al., 2000).

Diversos agentes antimicrobianos han sido acarreados en películas comestibles, un conjunto de ellos son: ácido sórbico, ácido benzoico, benzoato de sodio, ácido cítrico (Quintavalla y Vicini, 2002), y sorbato de potasio (Ozdemir y Floros, 2008).

Rhim (2004) citado por Rojas M. (2007) mencionó que en los recubrimientos de frutas frescas cortadas, además de plastificantes, se utilizan agentes antioxidantes tales como el ácido ascórbico, o ácido cítrico que se utiliza comúnmente para agregar un sabor ácido, a productos de bebida y comida.

Por tanto el ácido cítrico incorporado en el recubrimiento comestible, actúa como conservante antimicrobiano y antioxidante.

Tween 20.

El polisorbato 20 o Monooleato de Polioxietileno Sorbitan conocido comercialmente como Tween 20, es un surfactante polisorbato, es una mezcla de ésteres parciales de sorbitol y mono - y dianhídridos con ácido láurico comercial comestible condensado con 20 moles de óxido de etileno por cada mol de sorbitol y sus anhídridos, cuya estabilidad y relativa ausencia de toxicidad permiten que sea usado en numerosas aplicaciones domésticas, científicas, farmacológicas.

El polisorbato 20 es soluble en agua, etanol, metanol, etilacetato y dioxano e insoluble en aceite mineral y éter de petróleo. El polisorbato es un líquido color ámbar o ligeramente verde, de olor suave y característico. Tiene buena estabilidad al calor y estabilidad de hidrolización.

Los polisorbatos son ampliamente utilizados como emulsificante, estabilizador, solubilizante y soporte para aditivos de origen químico, en industrias de alimentos, cosméticos, productos farmacéuticos, materia textil. Por ejemplo, son utilizado como solubilizante o emulsionante en el líquido de la inyección y soluciones orales, dispersor de cápsulas y de básico del ungüento.

Por ser catalogado como emulsificante alimentario, suele emplearse también en helados y sorbetes industriales, para decorar tartas, patés, sopas, bollería, chicles y bebidas alcohólicas entre otros. (Barros C., 2009)

Glicerol.

El glicerol es un trialcohol que posee dos grupos hidroxilos primarios y uno secundario, los cuales ofrecen diferentes posibilidades de reacción y son la base de la versatilidad de la glicerina como materia prima. Entre las diferentes aplicaciones se encuentra su uso como humectante, plastificante, emoliente, espesante, disolvente, medio de dispersión, lubricante, edulcorante y anticongelante. (Ott et al., 2006)

Naturalmente, el glicerol se presenta de forma combinada como triglicéridos en todas las grasas animales y aceites vegetales; constituyendo en promedio alrededor del 10% de estos materiales. Dicho componente se obtiene a partir de las grasas y aceites durante la producción de ácidos grasos y jabón, así como en los procesos de transesterificación con alcoholes, por medio de los cuales se produce biodiesel. El glicerol también puede ser producido sintéticamente por procesos petroquímicos desde epiclohidrina, a partir propileno. Sin

embargo, las plantas de este tipo se cerraron en los últimos años (McCoy, 2006).

Por consiguiente se seleccionó al glicerol, como plastificante en la película comestible. Los plastificantes ayudan a mantener la integridad de los films ya que reducen su fragilidad, aumentado la flexibilidad y la resistencia a la rotura. (Zaritzky, 2007)

Glucosa.

La glucosa es un monosacárido con fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$. Es una hexosa, es decir, contiene 6 átomos de carbono y es una aldosa, así el grupo carbonilo está en el extremo de la molécula (es un grupo aldehído). La función básica de la glucosa líquida es la de endulzar. La glucosa líquida o jarabe de glucosa es un líquido viscoso derivado de la glucosa. Es un monosacárido o una forma de azúcar que está en las frutas y en la miel. La glucosa líquida es una mezcla de maltosa, dextrinas y dextrosa, soluble en glicerina y agua, también es ligeramente soluble en alcohol.

El proceso por el cual se obtiene la glucosa líquida se llama hidrólisis enzimática. Este proceso se lleva a cabo mediante la reacción de una sustancia, comúnmente sal y agua. Esta es una reacción ácido base y para el caso de la hidrólisis enzimática se realiza mediante un grupo enzimático llamado hidrolasa. Lo que hacen estas enzimas es romper los enlaces por agua.

Calcaneo (2013) indica que las ventajas que ofrece el uso de glucosa líquida o jarabe de glucosa en la industria alimentaria son:

- ✓ Resistencia a la descomposición
- ✓ Mejores capacidades como edulcorante
- ✓ Resiste el ataque de bacterias
- ✓ Requiere de poco tiempo para disolverse
- ✓ Al no tener una textura granulada no requiere de altas temperaturas para manipularla

- ✓ Es fácilmente digerible
- ✓ Potencia el sabor de los productos, por lo que su uso reduce el consumo de azúcares.
- ✓ Da una consistencia más suave a los productos.

El uso de la glucosa en el recubrimiento comestible contribuye al brillo de la fruta, actúa como endulzante, mejora su apariencia, y resiste al ataque bacteriano.

Sacarosa.

La sacarosa es un disacárido compuesto por una molécula de glucosa (dextrosa) y una de fructosa (levulosa). Al calentarla en un medio ácido o por acción de la enzima invertasa, se descompone para formar (+) D-glucosa y (-) D-fructosa, mezcla que se llama “azúcar invertido”, y al proceso, “inversión” o “hidrólisis”. Se obtiene a partir de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera. Es estable al aire, pero en forma de polvo absorbe la humedad del aire (es decir, se torna higroscópica) hasta en 1%. Es fermentable, pero en altas concentraciones 17% resiste la descomposición bacteriana. Se utiliza como endulzante, preservante, antioxidante, excipiente y agente granulador y tensoactivo en jabones, productos de belleza y tintas. (Aguilar, 2006)

La sacarosa en el recubrimiento comestible se utilizó con el fin de aportar dulzor a la fruta (mejorar el sabor).

Descripción del proceso de recubrimiento de uvilla con películas comestibles aplicado.

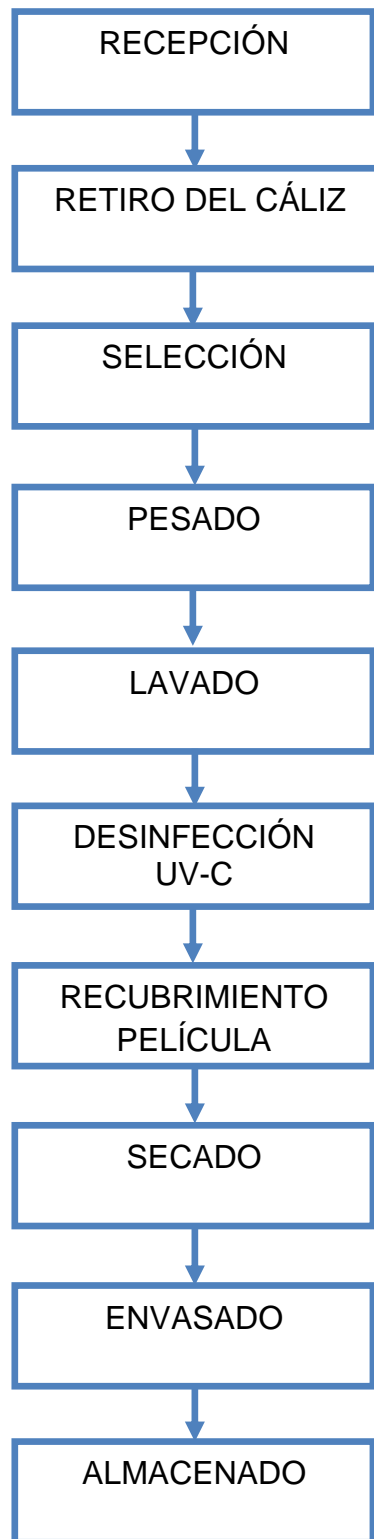


Gráfico 3. Diagrama de flujo del proceso de recubrimiento de uvilla con películas comestibles aplicado.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

En el diagrama de flujo del proceso de recubrimiento de uvilla con películas comestibles aplicado que se indica en el Gráfico 3, se describe el proceso de recubrimiento con películas comestibles en uvilla, de acuerdo a requisitos higiénicos y sanitarios correspondientes para generar un producto inocuo y de calidad para consumo humano.

- ✓ **Recepción.-** La materia prima se recibió con cáliz, bajo determinadas condiciones: los frutos deben estar enteros, frescos, sanos, en buen estado y exentos de materiales extraños.
- ✓ **Retiro de cáliz.-** El cáliz se debe separar cuidadosamente de la fruta, debido a que puede causarse lesiones mecánicas.
- ✓ **Selección.-** Se seleccionó los frutos de acuerdo al tamaño, nivel de madurez seis (Cuadro E2) y la sanidad retirando los frutos que no reúnen los requerimientos mínimos para el mercado, además del cumplimiento de los requisitos generales definidos en el numeral 3.1 de la Norma Técnica ICONTEC 4580 (ANEXO F1).
- ✓ **Pesado.-** Se tomó cuatro lotes de fruta homogéneos de 50 unidades seleccionadas en base a las características físicas requeridas y se procedió al pesado.
- ✓ **Lavado.-** Las uvillas se lavaron con agua durante 1 minuto, con la finalidad de eliminar posibles restos de tierra, fitosanitarios, abonos, bacterias o virus e, incluso, insectos.
- ✓ **Desinfección UV-C.-** Para la desinfección se empleó un equipo de radiación, construido con bandejas para contener la fruta y 2 lámparas de radiación de UV-C de mercurio de 15 W de potencia (250nm aprox.), ubicada a 30cm de distancia de las bandejas. El tratamiento de la fruta dentro del equipo es de 7.50 minutos de exposición (Método: Beltrán, Ramos, Álvarez M., 2010).

- ✓ **Recubrimiento Película.-** Cada lote de uvilla se sometió a los diferentes tratamientos con distintas soluciones de recubrimiento comestible, a una temperatura de 25°C en la solución de inmersión.

- ✓ **Secado.-** Se depositaron los lotes de uvilla recubiertos con las películas comestibles en rejillas para proceder al secado mediante ventilación a 20°C por un tiempo de 40 minutos.

- ✓ **Envasado.-** Las frutas se envasaron en empaques plásticos perforados de polietileno tereftalato utilizadas en el mercado interno.

- ✓ **Almacenamiento.-** Las uvillas recubiertas con películas comestibles se almacenaron en refrigeración a 4°C.

2.4.1.4 Almacenamiento de la fruta

Si la producción frutícola ha de almacenarse, es importante que el producto de partida sea de primera calidad. El lote a almacenar debe estar libre de daños o defectos y los recipientes que lo contengan deberán estar bien ventilados y ser lo suficientemente resistentes para soportar el apilado. En general, las prácticas adecuadas de almacenamiento incluyen el control de la temperatura, de la humedad relativa, de la circulación del aire y del espacio entre las cajas para una ventilación adecuada, así como evitar una mezcla de artículos incompatibles.

La inspección del producto almacenado y la limpieza de los almacenes efectuados regularmente, ayudarán a reducir pérdidas, disminuirán la contaminación por insectos y evitarán la difusión de plagas (FAO, 1985).

Las técnicas de almacenamiento que se utilizan después de la cosecha son muy importantes, una vez que las frutas han sido empacadas para su comercialización en fresco, tienen el propósito de conservar la calidad de las mismas, teniendo en cuenta las condiciones ambientales adecuadas

que permitan reducir la velocidad de los procesos vitales de estos productos, y disponer de ellos por períodos más prolongados que los normales, además ofrecer productos frescos a mercados distantes y reducir pérdidas durante su comercialización. Dentro de las técnicas más utilizadas para la conservación de frutas y hortalizas encontramos la refrigeración, el uso de atmósferas controladas, uso de absorbentes de etileno, aplicación de películas cubrientes y aplicación exógena de fitorreguladores. (Parikh y col., 1990).

2.4.2 Variable Independiente

2.4.2.1 Conservación de la fruta

La conservación de los alimentos significa “todo método de almacenamiento que prolonga su duración, de forma que mantengan en grado aceptable su calidad, incluyendo color, textura y aroma”. (Hurtado, et al., 2003).

El fruto de óptima calidad debe tener una buena-excelente capacidad de conservación, principalmente en los momentos actuales, donde el mercado exige calidad. La solución idónea para preservar la calidad global (sensorial, comercial, microbiológica y nutritiva) de los productos hortofrutícolas y satisfacer las crecientes exigencias de los mercados internacionales, consiste en mejorar los tratamientos postrecolección. (Artés, 1995, 1999, 2000)

La puesta en marcha de un conjunto de técnicas, desde el campo, hasta que la fruta sea consumida, es lo que va a permitir extender la vida de anaquel, mediante un buen desarrollo del fruto en el campo, recolectar el fruto en las mejores condiciones posibles, manipular con cuidado el fruto, utilizar envases adecuados, almacenar la fruta a temperaturas bajas, realizar el transporte en las mejores condiciones posibles. (Minguet, 2012)

En la investigación se ha considerado las diferentes técnicas de acondicionamiento, empaque, almacenamiento y transporte con el fin de mantener la calidad de la fruta.

2.4.2.2 Calidad de la fruta

La calidad de los productos hortofrutícolas viene determinada por la combinación de diferentes atributos, tanto externos como internos, de tipo físico, químico o fisiológico.

Además de los aspectos nutricionales, hay que considerar la calidad sanitaria de los mismos:

- Ausencia de sustancias tóxicas o indeseables: ácido oxálico, nitratos, micotoxinas, residuos de plaguicidas, metales pesados, etc.
- Ausencia de contaminantes biológicos: hongos, bacterias, virus, parásitos. En uvilla los problemas más característicos que se presentan en la poscosecha son rajaduras, hongos en el cáliz, hongos en el fruto, ablandamiento, deshidratación, pudrición y cambios sensoriales. (FAO, 2006)

La aceptación por el consumidor es difícil de medir, debido a su subjetividad. En respuesta a sus demandas, en la actualidad hay un mayor énfasis en la calidad interna del producto (sabor/aroma y beneficios para la salud), lo que ha llevado no sólo a tratar de evitar la de compuestos tóxicos o atributos indeseables, sino también a valorar cada vez más la presencia de nutrientes y sustancias bioactivas. (Hurtado et al., 2003)

2.4.2.3 Formulación adecuada de recubrimiento

La aptitud para el consumo de un recubrimiento viene dado, además de su capacidad de protección, por sus propiedades sensoriales y funcionales, su estabilidad bioquímica, físico-química y microbiológica de interacción con el alimento y su seguridad desde el punto de vista sanitario (Debeaufort et al., 1998; Donhowe y Fennema, 1994; Guilbert y Biquet, 1995). Para ello es necesario que alimento y material de cobertura sean compatibles desde el punto de vista sensorial, así como de su naturaleza y propiedad físico-químicas. (Biquet y Labuza, 1988)

Las propiedades funcionales que debe reunir una sustancia susceptible de ser empleadas como recubrimiento, se resume en selectividad frente a la transferencia de materia y estabilidad estructural. La permeabilidad al vapor de agua, a los gases y a otros solutos como lípidos sales, aditivos, aromas, pigmentos y cualquier solvente que pueda pasar a través de su matriz, define las propiedades y posibles aplicaciones del recubrimiento comestible. (González, G. y col, 2005)

2.4.2.4 Vida útil

Singh (2000), citado por Morales LI. (2008) menciona que la vida útil es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil.

El aumento de la vida útil de los alimentos con recubrimientos comestibles (atmósfera modificada), se debe a la inhibición de fenómenos microbiológicos, químicos y enzimáticos relacionados con el oxígeno.

En frutas, verduras y hortalizas la atmósfera modificada (recubriendo comestible) mantienen la calidad y alargan la vida útil porque: a) disminuyen la tasa de respiración y, por tanto, la velocidad de maduración, siendo importante en productos que maduran muy rápidamente una vez iniciado el proceso. Hay que recordar que a menor respiración se genera menos calor, b) la disminución de O_2 o el aumento de CO_2 detiene la síntesis de etileno y 3) se controla la multiplicación de mohos. (García, 2007)

Actualmente, el uso de recubrimientos comestibles es quizás la técnica más novedosa y prometedora para alargar la vida útil de frutas y hortalizas frescas, por los beneficios que aportan como barrera a los gases y al vapor de agua, además de la posibilidad de utilizarlo como vehículo de sustancias activas en el alimento, permitiendo conservar la calidad del producto. Estos recubrimientos comestibles proveen una barrera protectora entre el producto y el ambiente que lo rodea, moderando a su vez el intercambio de gases (O_2 , CO_2 , etileno, compuestos aromáticos). Además, dan soporte estructural al alimento, ayudando a conservar su textura, limitando la pérdida de humedad y salida de fluidos del producto fresco. (Montero et al., 2009)

2.5 HIPÓTESIS

Hipótesis nula:

Ho: Los tratamientos de recubrimientos comestibles actúan de igual forma en la calidad nutricional, microbiológica y tiempo de vida útil en la uvilla.

$$H_o: T_1 = T_2 = \dots = T_k$$

Hipótesis alternativa:

H1: Los tratamientos de recubrimientos comestibles no actúan de igual forma en calidad nutricional, microbiológica y tiempo de vida útil en la uvilla.

$$H_1: T_1 \neq T_2 \neq \dots \neq T_k$$

Para la comprobación de las hipótesis se presentó una muestra patrón la misma que determinó si los tratamientos de recubrimiento comestibles mejoran o no la calidad y la vida útil de la uvilla.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

En el señalamiento de variables dependientes e independientes en base al tema: " Estudio del efecto de un recubrimiento comestible y su incidencia en el tiempo de vida útil de la uvilla (*Physalis peruviana L.*)" son las siguientes:

Variable Independiente:

- ✓ Recubrimiento comestible

Variable Dependiente:

- ✓ Vida útil

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

La investigación está enfocada en el efecto del recubrimiento con películas comestibles sobre el tiempo de vida útil de la uvilla (*Physalis peruviana L.*), para mejorar las propiedades sensoriales y microbiológicas para la satisfacción del consumidor. Esto se lo realiza mediante revisiones bibliográficas y experimentales, en donde los resultados fueron analizados estadísticamente, también se comprobó las hipótesis, por tanto, es una investigación cualitativo como cuantitativo.

Los datos obtenidos en este estudio se interpretan mediante análisis estadísticos que son procesados en el programa estadístico Statgraphics Plus. Este programa permite realizar cálculos complejos y presenta gráficos para un mejor análisis, además realiza el análisis de regresión avanzada, permitiendo ver el grado de distribución de los datos, análisis de hipótesis nula y alternativa, puede analizar hasta 300 datos en hojas de cálculo e imprimir tanto los datos como resultados. Entonces Statgraphics Plus permite conocer el o los tratamientos que tienen mayor aceptabilidad, logrando así seleccionar una tecnología adecuada para obtener frutas de calidad y con buenas características sensoriales.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo investigativo tiene dos modalidades de investigación como son: bibliográfica-documental y experimental. Se utilizan estas modalidades debido a la recopilación de información que se adquiere en documentos como: trabajos de investigación, artículos científicos, revistas científicas, periódicos, publicaciones en Internet, etc., por lo que esta investigación tiene en que basarse.

La investigación documental-bibliográfica, es fundamental ya que se busca conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y diversos criterios de varios autores sobre la investigación, basándose en documentos, libros, revistas, periódicos y publicaciones tipo científico.

La modalidad experimental se desarrolló en laboratorios, donde se efectuó los respectivos análisis de cada tratamiento, resultados que proyectan conclusiones relacionados con los objetivos e hipótesis planteados.

Es por ello que en el presente trabajo investigativo se planteó un diseño experimental, mismo que se lo ejecutó en el laboratorio de la UOITA, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato como parte del proyecto de investigación financiado por el CENI: “Conservación de frutas no climatéricas de la provincia de Tungurahua mediante técnicas de mínimo proceso para el consumo interno y de exportación”.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación permite conservar uvilla con recubrimiento de películas comestibles, el mismo que se basa en los siguientes aspectos:

Investigación Descriptiva.- En las investigaciones de tipo descriptiva, consiste fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno concreto indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores.

Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Investigación Exploratoria.- Dirigidos a la formulación más precisa de un problema de investigación, dado que se carece de información suficiente y de conocimiento previos del objeto de estudio, resulta lógico que la formulación inicial del problema sea imprecisa. En este caso la exploración permitirá obtener nuevo datos y elementos que pueden conducir al objetivo planteado.

Investigación Correlacional.- Es de gran importancia este tipo de estudio puesto que persigue medir el grado de relación existente entre la variable dependiente e independiente.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población.- Para la ejecución del presente proyecto de investigación se tomó como población uvilla cultivada en la granja agrícola del Consejo Provincial de Tungurahua, cantón Pillaro; para la evaluación sensorial de la uvilla recubierta con el film comestibles se consideró como población a los alumnos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, consumidores de uvilla. La investigación se realizó en la Universidad Técnica de Ambato, mediante la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos.

Muestra.- Se trabajó con uvilla (*Physalis peruviana L.*), con el fin de determinar el tiempo de vida útil.

3.4.1 Diseño Experimental

Se consideró aplicar un diseño experimental de un solo factor. Se formaron lotes de 50 unidades por fruta, y cada lote se sometió a los diferentes tratamientos.

Modelo aplicable a un diseño experimental de un solo factor:

$$y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = Es la i-ésimo respuesta experimental obtenido en el j-ésimo tratamiento.

μ = Promedio global para todos los tratamientos

τ_j = Efectos del k-ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error aleatorio presente en la i-ésima observación del j-ésimo tratamiento

El trabajo de investigación se llevó a cabo con el siguiente factor:

Factor A: Recubrimientos comestibles

Factor A	Tratamientos
A ₀	Sin Recubrimiento comestible (Control)
A ₁	3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20 +1% de glicerol; 5 min
A ₂	3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20 +1% de glicerol; 10 min
A ₃	5% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20 +1% de glicerol; 5 min
A ₄	5% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20 +1% de glicerol; 10 min
A ₅	3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+30% de glucosa+ 70% de sacarosa; 5 min
A ₆	3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+30% de glucosa+ 70% de sacarosa; 10 min
A ₇	5% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+30% de glucosa+ 70% de sacarosa; 5 min
A ₈	5% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+30% de glucosa+ 70% de sacarosa; 10 min

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Las respuestas experimentales fueron:

- ✓ Sólidos Solubles
- ✓ Acidez
- ✓ pH
- ✓ Textura
- ✓ Humedad
- ✓ Vitamina C
- ✓ Análisis Microbiológicos: Recuento total, coliformes totales, mohos y levaduras
- ✓ Análisis sensorial

En el mejor tratamiento se determinó:

- ✓ Vida útil.
- ✓ Recuento Total, coliformes totales, mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus*.
- ✓ *Textura*

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 Operacionalización de la Variable Independiente: Recubrimiento comestible

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
<p>Recubrimientos comestibles</p> <p>Se conceptúa como: Los recubrimientos comestibles son una de las posibilidades que la industria está desarrollando de forma experimental para alargar la vida útil de los productos y evitar la degradación, mantener las propiedades nutricionales y sensoriales del producto y controlar el oscurecimiento.</p>	<p>Glicerol Glucosa Sacarosa Gelatina</p> <p>UV-C</p>	<p>Diferentes formulaciones</p> <p>Tiempo: 7.50 min Distancia: 30 cm Potencia de la lámpara UV-C: 15 W</p>	<p>¿Cuál será la mejor formulación para extender la vida útil de la uvilla durante su almacenamiento?</p>	<p>Textura Método Brookfield Texture Analyzer</p> <p>Hojas de registro</p>

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

3.5.2 Operacionalización de la Variable Dependiente: Vida útil

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
<p>Conservación de la uvilla (<i>Physalis peruviana L.</i>)</p> <p>Se conceptúa como: Prolongar la vida útil de la uvilla por el control de procesos de deterioro o inactivación de procesos fisiológicos, tanto del propio fruto como de los microorganismos que pueda contener, de forma que mantengan en grado aceptable su calidad, incluyendo color, textura y aroma.</p>	<p>Parámetros físico-químicos y microbiológicos</p>	<p>Sólidos Solubles (°Brix)</p> <p>Acidez</p> <p>pH</p> <p>Textura (gf)</p> <p>Humedad (%H₂O)</p> <p>Vitamina C(mg/100g)</p> <p>Carga microbiana (UFC/g)</p> $\frac{\# \text{ colonias por placa} * \text{factor de dilución}}{\text{g uvilla}}$	<p>¿Qué influencia generará el recubrimiento comestible sobre la calidad sensorial de la uvilla?</p> <p>¿Cuál será el tiempo de vida útil de la uvilla con el mejor recubrimiento comestible?</p>	<p>Análisis Físico – Químico</p> <p>INEN 380. INEN 381. INEN 389. NCh 841 of 71 Método AOAC 923.09 1980</p> <p>Análisis Microbiológico</p> <p>INEN 1529-5:06 INEN 1529-7:90 INEN 1529-10: 98 Método AOAC 987.09</p> <p>Análisis Sensorial</p> <p>Hojas de catación</p> <p>Análisis Estadístico</p> <p>Statgraphics Plus</p>

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Todas las actividades planteadas para la recolección de información fueron ejecutadas por el investigador.

Para la recolección de la información se utilizó las siguientes técnicas:

- ✓ Observación
- ✓ Experimentación en laboratorio

Las observaciones para la investigación se realizaron durante la fase experimental en la cual se tomó datos de todo aquello que pudo ser de utilidad para la solución del problema.

La información se recopiló mediante los reportes de análisis microbiológico, físico-químicos y sensoriales, estableciéndose el mejor tratamiento, determinándose el tiempo de vida útil de la uvilla para ofrecer un producto de buena calidad, es decir, inocuo para el consumidor.

3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Una vez recopilada la información, se procedió a tabular la información en el paquete informático Excel, para seguidamente analizar e interpretar los resultados, expresados en tablas de datos y gráficos de dispersión.

Para comprobar las hipótesis se utilizó la Tabla de análisis de varianza generada en los paquetes informáticos Excel y Statgraphics Plus; para determinar el mejor tratamiento, se empleó la prueba de Tukey (Multiple Range tests). El escrito se realizó en Microsoft Word 2010.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados experimentales de las distintas determinaciones realizadas, se reportan en tablas ubicadas en el anexo A, en donde se aprecia datos de sólidos solubles, porcentaje de acidez, vitamina C, pH, porcentaje de humedad, textura, índice de madurez, aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras, que sustentan las apreciaciones técnicas en esta sección.

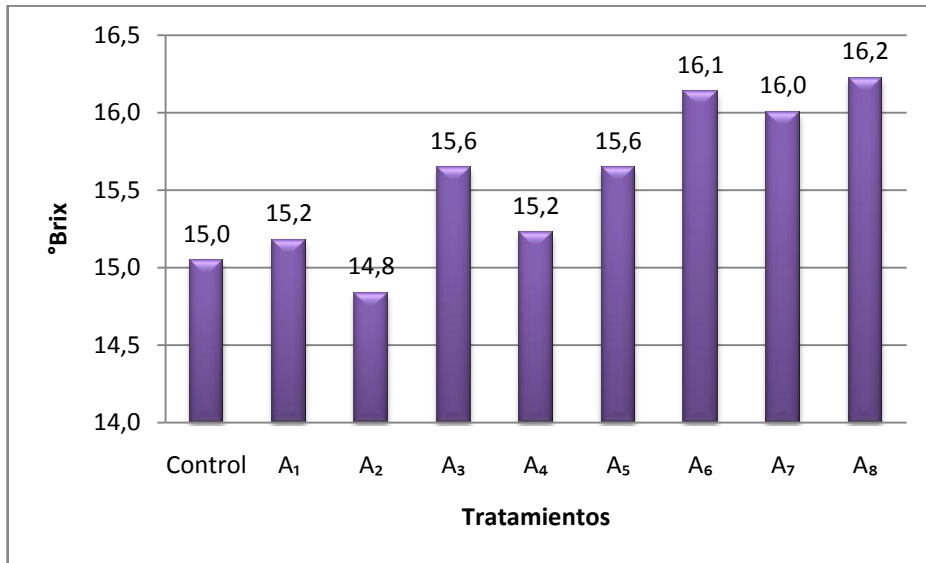
4.2 INTERPRETACION DE DATOS

4.2.1 Análisis de Resultados Físico-Químicos

4.2.1.1 Sólidos solubles (°Brix)

En la Tabla A1 se indica los diferentes tratamientos de las uvillas: A₀ fueron aquellas que no estuvieron expuestas a la radiación UV-C, ni recubiertas con las películas comestibles a las cuales se les denominó control y los tratamientos A₁ hasta A₈ fueron las frutas que estuvieron expuestas a la radiación UV-C y recubiertas con las diferentes formulaciones de películas comestibles.

Gráfico 1. Sólidos totales (°Brix) en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

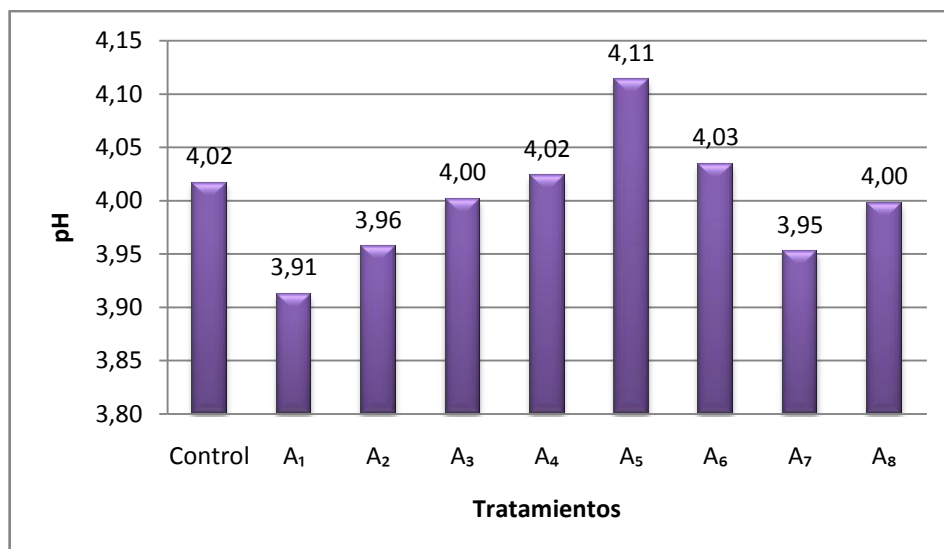
En base a la Tabla A2 se realizó el Gráfico 1, en el que se observa el contenido de °Brix promedio en uvillas de los diferentes tratamientos. Las uvillas del tratamiento control tuvieron un promedio de 15°Brix, es decir parten de un estado de madurez seis según la norma ICONTEC NTC 4580, y el aspecto del fruto fue de color anaranjado intenso; el tratamiento A₂ (3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20 +1% de glicerol; 10 min) tuvo un valor de 14.8 °Brix, a partir de estos se va incrementando los sólidos solubles hasta llegar a 16.2 que corresponde al tratamiento A₆ (3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+30% de glucosa+70% de sacarosa; 10 min). Trejo et al. (2007) señala un leve aumento en sólidos solubles cuando recubre fresas con películas elaboradas con 1, 2 y 3% de gelatina, 0.5% de ácido acético, tween 60 al 0.6% y glicerol al 1%.

El análisis estadístico Tabla B1, indica que existe diferencia altamente significativa ($\alpha < 0.01$) entre los tratamientos. Al realizar el análisis de Tukey, Tabla C1 se observa tres grupos, el grupo conformado por el tratamiento A₇, A₆, y A₈ son los mejores y contienen un °Brix de 16 a

16.22; Seguido por el grupo conformado por los tratamientos A₃, A₄ , A₅ y el último por los tratamientos control, A₀ y A₂. Los tratamientos que tienen valores altos en sólidos solubles son los que contiene en la película comestible sacarosa y glucosa; mientras que en los tratamientos que contiene glicerol no varía significativamente con relación a las uvillas sin tratamiento.

4.2.1.2 pH

Gráfico 2. pH en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

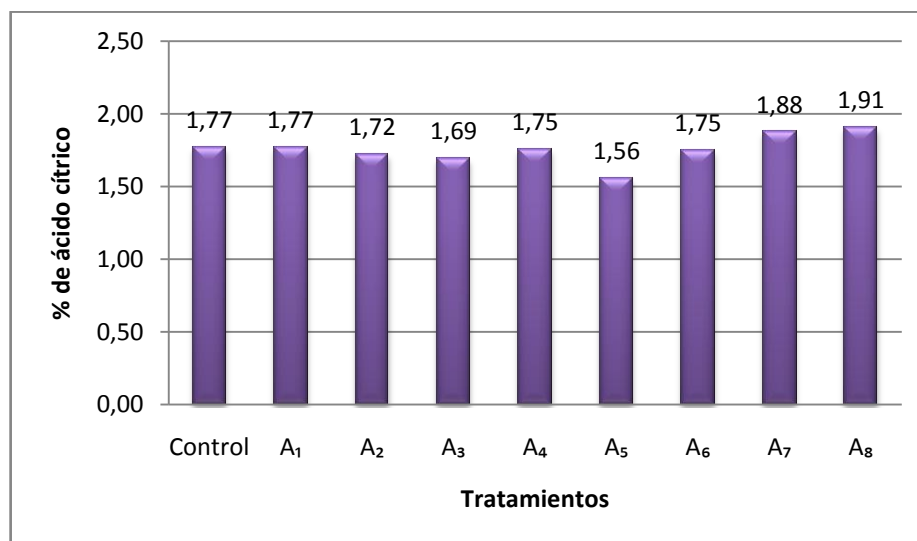
En base a la Tabla A3 se realizó el Gráfico 2, en donde se presenta el pH en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible, en el tratamiento control el pH de las frutas es 4.02, existiendo variación desde 3.91 en el tratamiento A₁ hasta 4.11 en el tratamiento A₅. Los tratamiento de A₁ hasta A₄ son mas ácidos, debido a que la película contiene 0.25% de ácido cítrico y 0.6% de tween. Según Barros (2009) el tween 20 es una mezcla de ésteres parciales de sorbitol y mono y dianhidridos con ácido láurico, lo que hace que sean mas ácidos. Los tratamientos A₅ a A₈ son menos

ácidos debido a que no contiene tween 20. González (2005) menciona que los alimentos a pH inferiores a 4,2 controlan casi todos los microorganismos patógenos que producen intoxicaciones alimentarias.

En la Tabla B2, análisis de varianza del pH, se señala que existe diferencia significativa ($\alpha < 0.05$) entre los tratamientos. En el análisis de Tukey, Tabla C2, se observa dos grupos, el primero conformado por los tratamientos A₇, A₂, A₈, A₃, control, A₄, A₆ y A₅, entre ellos no existe diferencia significativa, seguido por el tratamiento A₁ que presenta menor pH.

4.2.1.3 Acidez Titulable

Gráfico 3. Acidez en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Con los datos de la Tabla A4 se realizó el Gráfico 3, en el que se observa la acidez promedio en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible. Los ácidos orgánicos presentes en la uvilla son el cítrico (predominante), seguido del málico y oxálico (Fisher y Martínez 1999 y Gutiérrez et al. 2007), por tanto se reportan los valores en % de ácido cítrico conforme a la Norma Técnica Colombiana ICONTEC 4580. Los

cálculos del porcentaje de ácido cítrico se encuentran en el ANEXO D1. Las uvillas del tratamiento control tuvieron 1.77% de ácido cítrico, existiendo una variación leve de 1.56 en el tratamiento A₅ hasta 1.91% de ácido cítrico en el tratamiento A₈.

El análisis de varianza Tabla B3, señala que no existe diferencia significativa ($\alpha < 0.05$), lo que significa que todos los tratamientos presentan igual acidez en las uvillas.

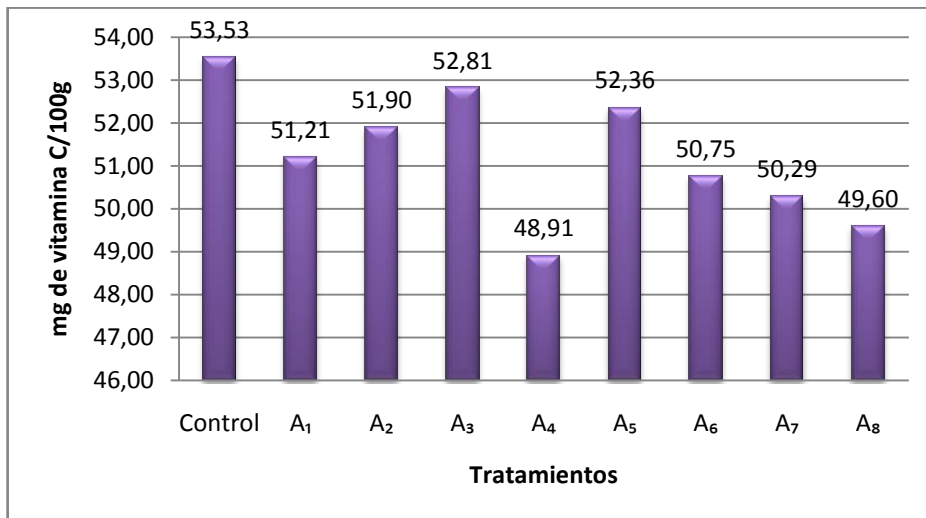
Acotando que Trejo et al. (2007) señala que cuando recubre fresas con películas elaboradas con 1, 2 y 3% de gelatina, 0.5% de ácido acético, tween 60 al 0.6% y glicerol al 1%, no se presentó diferencia significativa ($P \geq 0.05$) en la acidez de las fresas por la concentración de gelatina ni por tiempo de inmersión.

4.2.1.4 Vitamina C

El Gráfico 4 se elaboró con los datos promedios de la Tabla A5, en el que se observa el contenido de vitamina C en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible. El método AOAC 923.09 permitió la determinación de vitamina C, en donde las uvillas del tratamiento control tuvieron un promedio de 53.53 mg de vitamina C/100g de fruta.

La FAO (2006) reporta para la uvilla un contenido de vitamina C de 43mg/100g, Rehm y Sping (1991) reporta 30mg/100g. Estas variaciones en el contenido de vitamina C se deben a la variedad genética, grado de madurez, clima, luz solar, método de cosecha y almacenamiento entre otros (Macrae et al., 1993).

Gráfico 4. Vitamina C en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



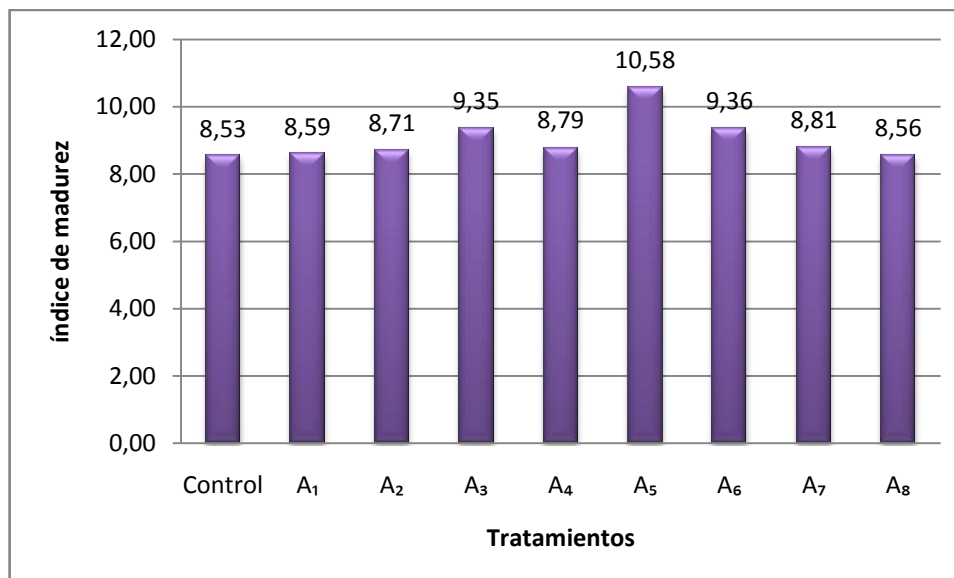
Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

En las uvillas tratadas se encontró una disminución de vitamina C, se sabe que el ácido ascórbico es muy sensible a varios métodos de procesado. Los factores que pueden influir en la naturaleza del mecanismo de degradación incluye la temperatura, concentración de sal y azúcar, pH, oxígeno, enzimas y metales (Priesley, 1979; Steaven, 1988; Steaven y col., 1985; Belitz y col., 1999), por lo tanto se tiene una disminución hasta un 48.91 mg/100g de uvilla; puede deberse al uso de radiación UV-C en uvillas, la luz genera calor en las frutas, o también al uso de azúcares y ácido en la formulación de las películas. Los cálculos de la vitamina C se encuentran en el ANEXO D2.

En la Tabla B4, se indica el análisis de varianza, existiendo diferencia altamente significativa ($\alpha < 0.01$) entre tratamientos. Al realizar el análisis de Tukey, Tabla C4, se observa tres grupos, el grupo conformado por el tratamiento A₃, A₅, y A₂ son los de mayor contenido de vitamina C, contienen 52.81 a 51.89 mg / 100g de uvilla, estadísticamente son iguales entre sí; seguido por el grupo conformado por los tratamientos A₁, A₆, A₇ y A₈ y el último por el tratamientos A₄.

4.2.1.5 Índice de madurez

Gráfico 5. Índice de madurez en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



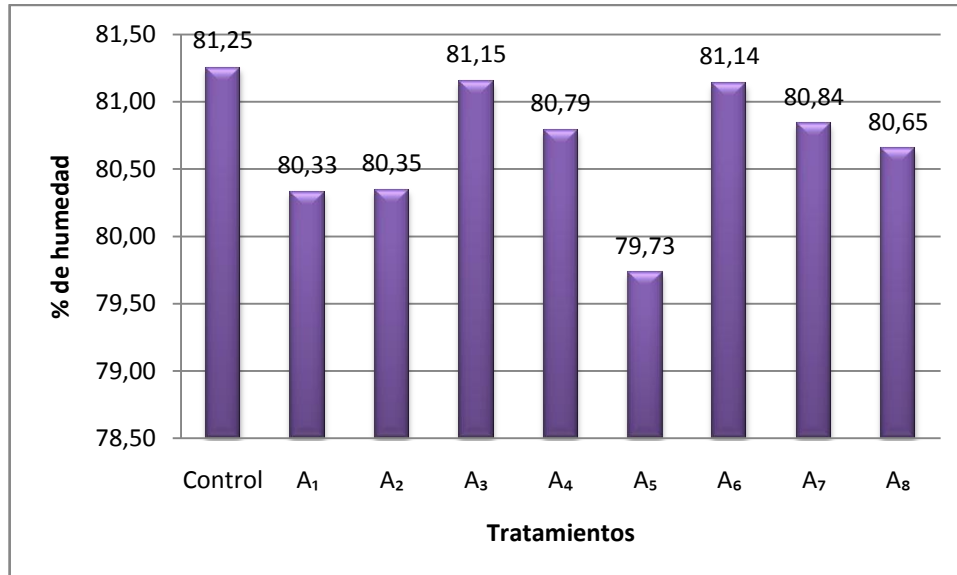
Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

De acuerdo a la Tabla A6 se realizó el Gráfico 5, en donde se presenta el índice de madurez en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible. Según la Norma ICONTEC NTC 4580 el índice de madurez es la relación entre el valor mínimo de los sólidos solubles totales y el valor máximo de la acidez titulable, se expresa en °Brix / % ácido cítrico. En el tratamiento control el índice de madurez de la fruta fue 8.75. Acorde a la Norma ICONTEC el índice de madurez obtenido se encuentra dentro del limite del nivel de madurez seis. Existe una variación desde 8.56 en el tratamiento A₈ hasta 10.56 °Brix / % ácido cítrico en el tratamiento A₅.

El análisis de varianza, Tabla B5, indica que existe diferencia significativa ($\alpha < 0.05$) entre los tratamientos, al realizar el análisis de Tukey, Tabla C5, se observa dos grupos, el mejor conformado por los tratamientos A₈, A₁, A₂, control, A₄, A₇, A₃, A₆ y seguido por el tratamiento A₅.

4.2.1.6 Humedad

Gráfico 6. Humedad en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



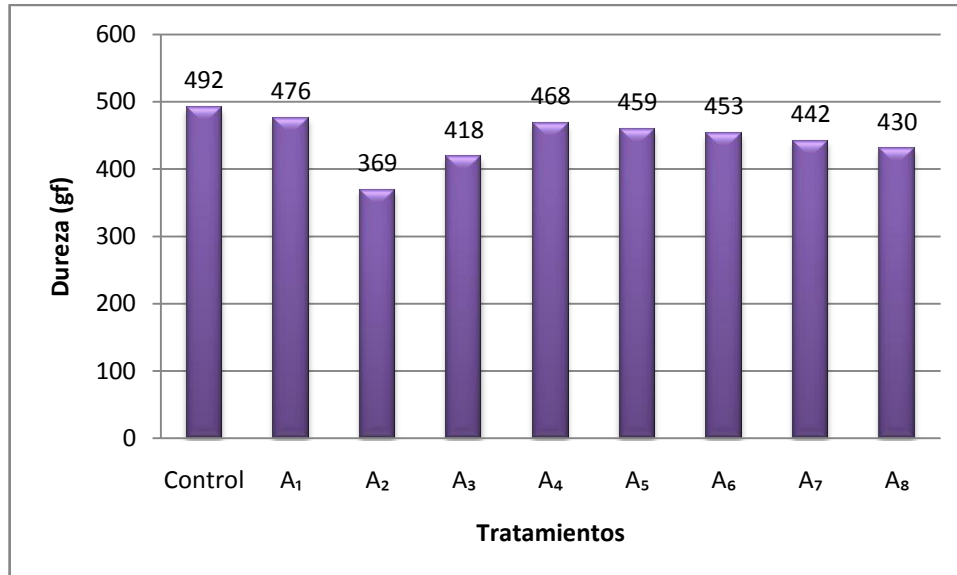
Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

En el Gráfico 5 se presenta los promedios de humedad en uvillas sin y con recubrimiento de película comestible, reportados en la Tabla A7. Uzca (2010) reporta un contenido de agua de 81.26% en uvillas similar a las del tratamiento control, que tuvieron un promedio de 81.25 % de humedad. En las frutas tratadas se observa que existe una disminución de humedad, esto debido al proceso de secado que se efectúa después del recubrimiento con la película. Así se reporta una disminución hasta 79,73% en el tratamiento A₅.

En la Tabla B6, se indica el análisis de varianza, existiendo diferencia significativa entre tratamientos. Además en la Tabla C6, se reporta la prueba de Tukey, en la que se observa dos grupos, el grupo conformado por los tratamientos: control, A₃, A₆, A₇, A₄, A₈, A₂ y A₁, estadísticamente son iguales entre sí; seguido del grupo conformado por el tratamiento A₅.

4.2.1.7 Textura

Gráfico 7. Textura en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



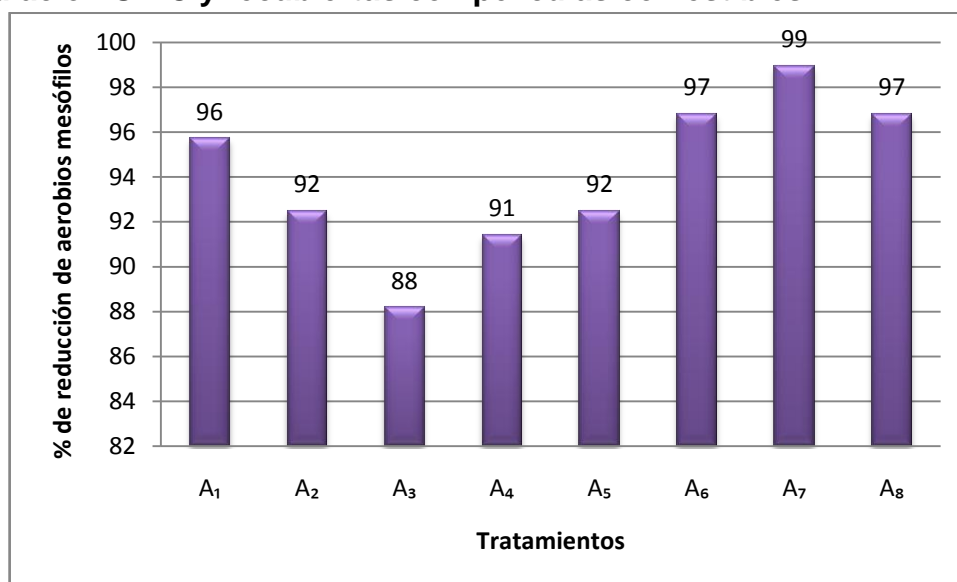
Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

La medición de la textura se la efectuó en el Texturómetro ProCT3 Brookfield con la sonda TA39 evaluándose la dureza expresada en gramos-fuerza, definiéndose sensorialmente como dureza, a la máxima fuerza requerida para comprimir un alimento entre las muelas (Brookfield Texture Pro CT3, 2008). López (2003) menciona que la textura, conjuntamente con el sabor y aroma, constituye la calidad gustativa, sin embargo una fruta sobre madura, es rechazada principalmente por su pérdida de firmeza y no por los cambios importantes en el sabor o aroma, por tanto la textura es sinónimo de frescura. El Gráfico 7 fue elaborado acorde a la Tabla A8, donde se reporta valores promedios de textura en uvillas sin y con recubrimiento de película comestible; el tratamiento control tuvo una dureza de 492 gf, mientras los demás tratamientos sufrieron una leve disminución hasta 369 gf en el tratamiento A₂, que depende de la formulación del recubrimiento.

En la Tabla B7, análisis de varianza de la textura, señala que existe diferencia significativa entre los tratamientos. En el análisis de Tukey, Tabla C7, se observa dos grupos, el mejor conformado por los tratamientos: control, A₁, A₄, A₅, A₆, A₇, A₈ y A₃, entre ellos no existe diferencia significativa, seguido por el tratamiento A₂.

4.2.2 Análisis de Resultados Microbiológicos

Gráfico 8. Reducción de aerobios mesófilos en uvillas tratadas con radiación UV-C y recubiertas con películas comestibles



Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

En las Tablas A9, se indica los valores UFC/g de uvilla en aerobios mesófilos, en las uvillas control existió 103 UFC/g en aerobios mesófilos, 20 UFC/g en mohos y levaduras y 20 UFC/g en coliformes totales. Según la norma microbiológica para alimentos (RD 72/1998, BOE 4/2/98) la presencia máxima de aerobios mesófilos es de 10^4 , la máxima para coliformes es 20, para mohos y levaduras 300 UFC/g. Las uvillas utilizadas dentro de la experimentación están dentro de lo establecido en la Tabla F8 de esta norma. Además la fruta al encontrarse en el interior del cáliz, es protegida de agentes contaminantes externos.

En el Gráfico 8 se presenta los porcentajes de reducción de aerobios mesófilos en uvilla tratadas con radiación UV-C y recubiertas con películas comestibles, Tabla 12, observándose reducciones que van desde el 88% en el tratamiento A₃ hasta el 99% en los tratamientos A₇.

En mohos y levaduras y en coliformes totales se encontró un 100% de inactivación de microorganismos, esto se debe al tratamiento UV-C que se aplicó a la fruta. Alzamora (2007) señala que la radiación ultravioleta de onda corta UV-C es una tecnología alternativa para inactivar microorganismos en la superficie de los alimentos, causando daño al ADN de los mismos, generando así mutaciones que bloquean la replicación celular provocando la muerte microbiana.

El análisis de varianza de porcentaje de reducción de aerobios mesófilos, Tabla B9, indica que existe diferencia altamente significativa en los tratamientos; el análisis de Tukey, Tabla C9, señala que existen dos grupos, el primero conformado por los mejores tratamientos: A₁, A₂, A₃, A₄, A₅, A₆, A₇, A₈ y el segundo grupo por las uvillas del tratamiento control.

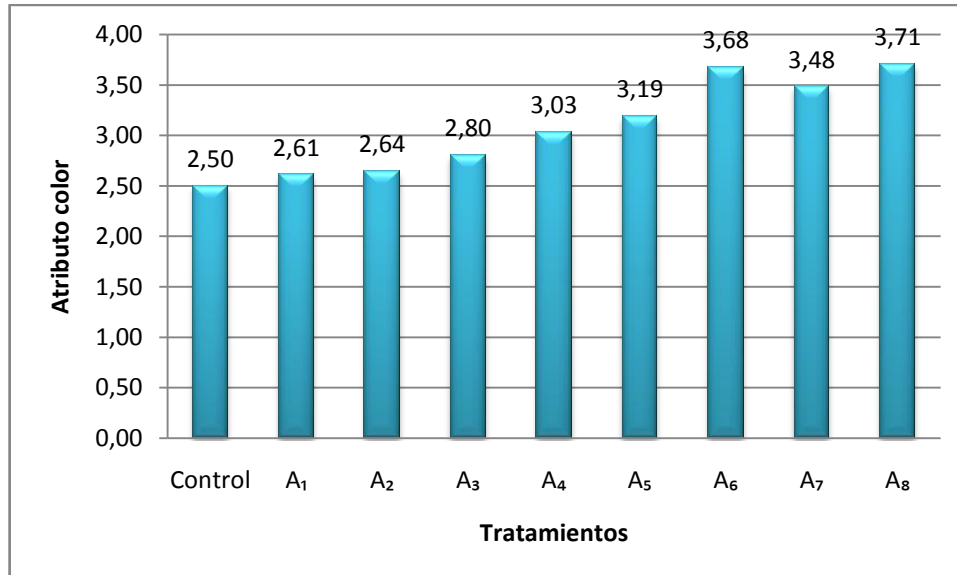
Es importante conocer el contenido microbiológico de las uvillas lavadas, tratadas con radiación UV-C y con recubrimiento de acuerdo al mejor tratamiento "A₁". En la Tabla A23 se observa que la carga microbiana se disminuye desde el lavado pasando por la radiación y finalmente por el recubrimiento de la película en valores que van desde 94% en aerobios mesófilos y 100% en mohos y levaduras, coliformes totales y *Staphylococcus aureus*.

4.2.3 Análisis de los Resultados Sensoriales

Conviene señalar que el análisis sensorial fue realizado con todos los tratamientos mediante un diseño de bloques incompletos.

4.2.3.1 Color

Gráfico 9. Atributo sensorial color en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

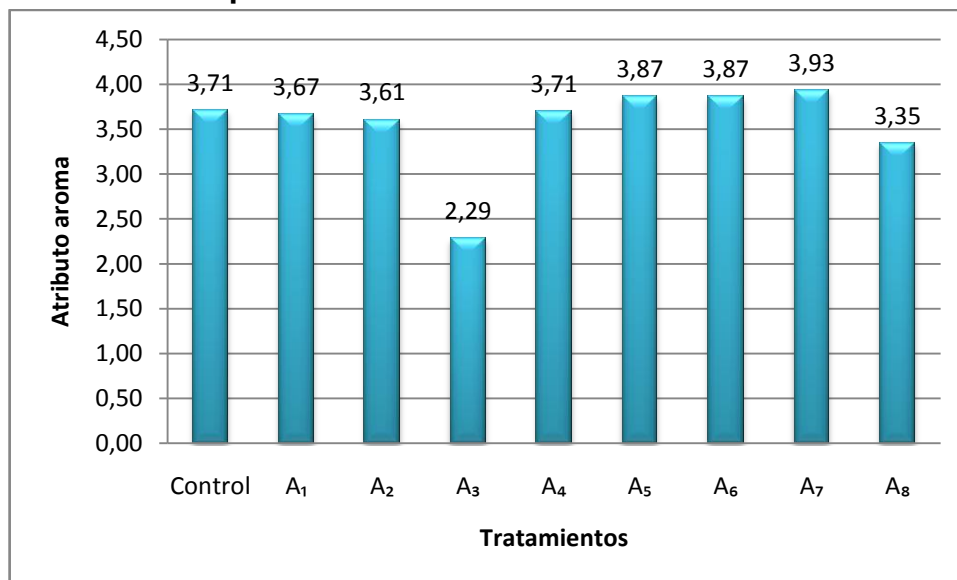
En el Gráfico 9 se observan valores promedios del atributo sensorial color en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible reportados en la Tabla A14. El atributo color se evaluó con una escalahedónica de 1 a 5, donde 1 indicó anaranjado muy débil y 5 anaranjado brillante, hoja de catación (Anexo G). Las uvillas control tuvieron un promedio de 2.5/5 en color y aumentan los valores en los diferentes tratamientos con respecto al control, según Weller et al. (1998) las películas de proteína otorgan brillo al producto recubierto mejorando la apariencia del fruto. Márquez et al. (2009) menciona que en un estudio sobre el efecto de recubrimientos comestibles de quitosano y sucroéster sobre la calidad en poscosecha del níspero japonés (*Eriobotrya japonica T.*) los jueces seleccionaron la fruta con recubrimiento que poseía mayor brillo.

Mediante el análisis estadístico reportado en la Tabla B10, previsto para este parámetro se llegó a la conclusión que existe diferencia altamente significativa a un nivel $\alpha < 0.01$ en el efecto los tratamientos y en los

catadores, la diferencia altamente significativa en los catadores se debe a que los jueces no fueron entrenados, siendo consumidores habituales de la fruta. Al realizar el análisis de Tukey, Tabla C10, se observa dos grupos, el mejor grupo conformado por los tratamientos: A₁, A₂, A₃, A₄, A₅, A₆, A₇ y A₈ con valores promedios de 2.6 (anaranjado) hasta 3.7 (anaranjado intenso); siendo el de menor color el tratamiento control.

4.2.3.2 Aroma

Gráfico 10. Atributo sensorial aroma en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



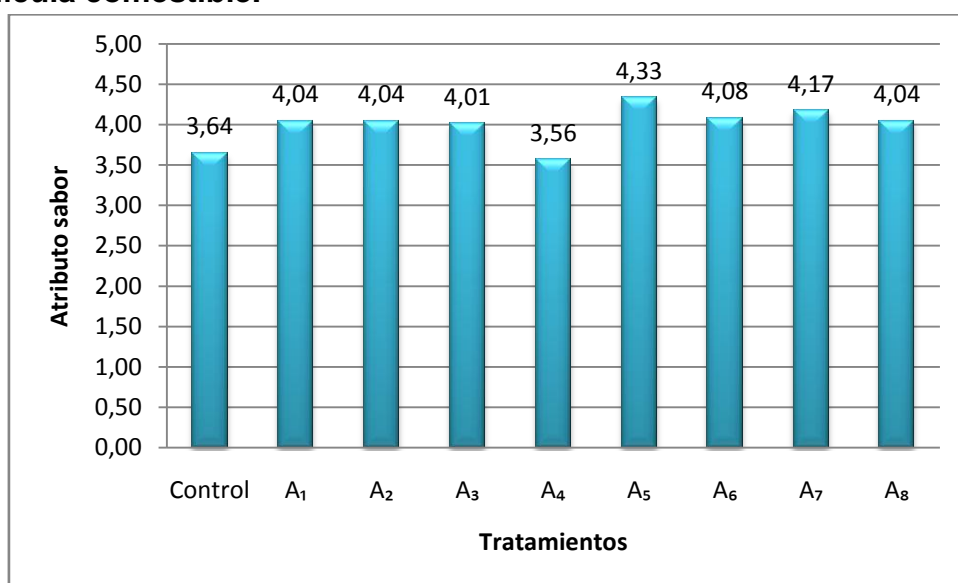
Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

En la Tabla A15 se presenta los resultados del análisis sensorial correspondiente al atributo aroma en uvilla sin y con recubrimiento comestible, los promedios de cada tratamiento se indican en el Gráfico 10, el atributo aroma se evaluó con una escala hedónica de 1 a 5, donde 1 indicó desagrada mucho y 5 agrada mucho. En las uvillas control se tuvo un promedio de 3.71/5 correspondiente a ni desagrada ni agrada, y con el recubrimiento se alcanzó hasta una valoración de 3.93/5 que corresponde al tratamiento A₇.

Mediante el análisis estadístico reportado en la Tabla B11, señala que existe diferencia altamente significativa a un nivel $\alpha < 0.01$ en los tratamientos y también en los catadores. Al realizar el análisis de Tukey, Tabla C11, se observa dos grupos, el mejor grupo conformado por los tratamientos: A₈, A₂, A₁, A₄, control, A₆, A₅, A₇ y el de menor aroma A₃.

4.2.3.3 Sabor

Gráfico 11. Atributo sensorial sabor en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



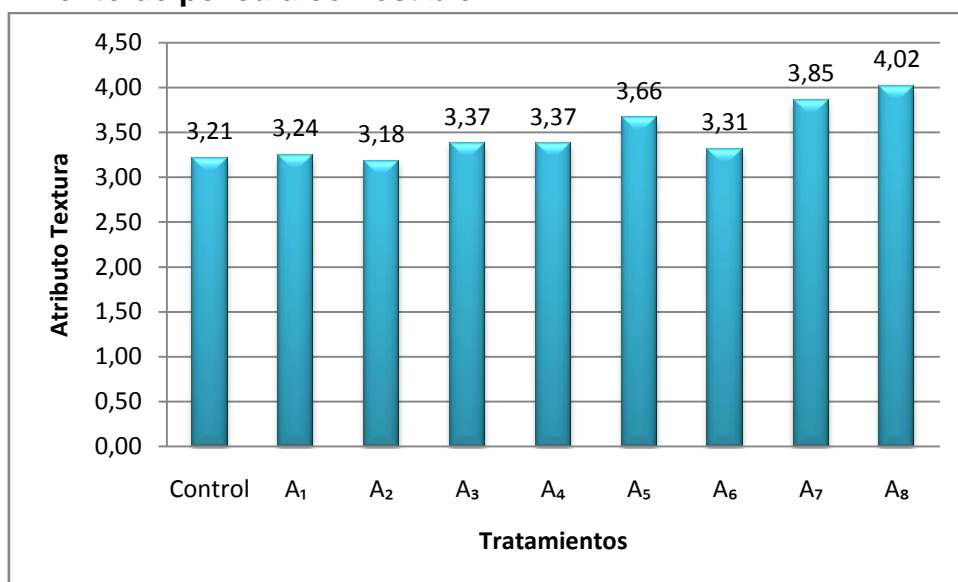
Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

En la Tabla A16 se presenta los resultados del análisis sensorial correspondiente al atributo sabor en uvilla sin y con recubrimiento comestible y sus promedios se indican en el Gráfico 10. El atributo sabor se evaluó con una escala hedónica de 1 a 5, donde 1 indicó disgusta mucho y 5 gusta mucho. En las uvillas control se tuvo un promedio de 3.64/5 correspondiente a ni gusta ni disgusta, y con recubrimientos alcanza valores de 4.33/5 en el tratamiento A₅ correspondientes entre gusta y gusta mucho

El análisis de varianza, Tabla B12, señala que no existe diferencia significativa entre tratamientos y tampoco en catadores. Lo que significa que estadísticamente todos los tratamientos son iguales y que los recubrimientos comestibles no influyeron en el sabor de la uvilla con relación al control.

4.2.3.4 Textura

Gráfico 12. Atributo sensorial textura en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

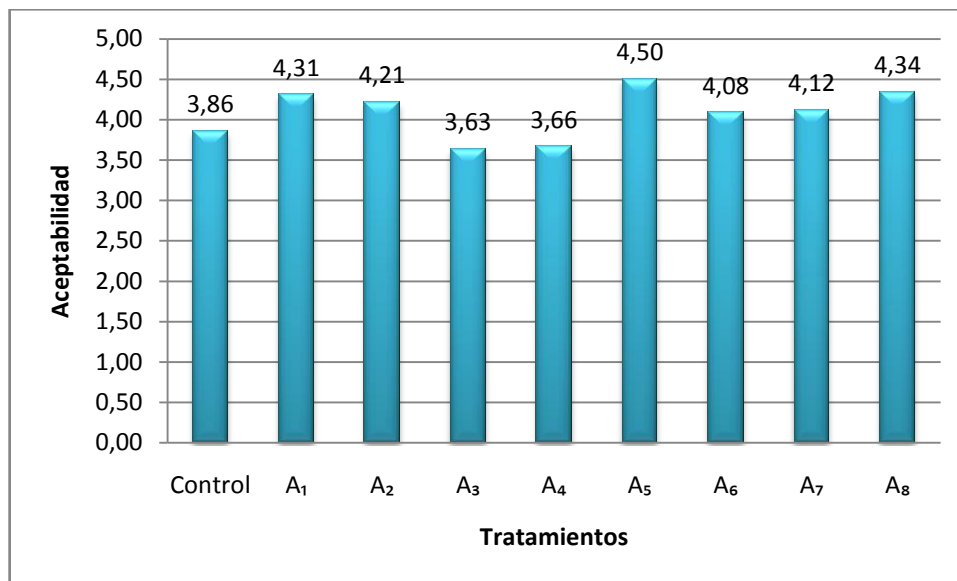
El Gráfico 12 se elaboró con valores promedios de la Tabla A17 en la que se presenta los resultados del análisis sensorial correspondiente al atributo textura en uvilla sin y con recubrimiento. El atributo textura se evaluó con una escala hedónica de 1 a 5, donde 1 indicó muy dura y 5 muy suave. En las uvillas control se tuvo un promedio de 3.21/5 correspondiente a ni gusta ni disgusta, y con el recubrimiento se alcanzó hasta una valoración de 4.02/5 perteneciente a gusta en el tratamiento A₈.

El análisis de varianza, Tabla B13, señala que no existe diferencia significativa entre tratamientos, pero si existe diferencia altamente

significativa en los catadores. Lo que significa que estadísticamente todos los tratamientos son iguales y que los recubrimientos comestibles no influyeron en la textura de la uvilla con relación al control.

4.2.3.5 Aceptabilidad

Gráfico 13. Aceptabilidad en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible.



Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

En la Tabla A18 se presenta los resultados del análisis sensorial correspondiente a la aceptabilidad en uvilla sin y con recubrimiento de película comestible, representados en el Gráfico 13. La aceptabilidad se evaluó con una escala hedónica de 1 a 5, donde 1 indica disgusta mucho y 5 gusta mucho. En las uvillas control se tuvo un promedio de 3.86/5 correspondiente a ni gusta ni disgusta, y con el recubrimiento del tratamiento A5 se alcanzó una valoración de 4.50/5 correspondiente entre gusta y gusta mucho.

El análisis de varianza, Tabla B14, señala que no existe diferencia significativa entre tratamientos, pero si existe diferencia significativa en los catadores. Lo que significa que estadísticamente todos los tratamientos

son iguales y que los recubrimientos comestibles no influyeron en la aceptación de la uvilla con relación al control.

4.2.4 Preselección de los Mejores Tratamientos

En la Tabla A13 se presenta un resumen de todos los parámetros analizados en la uvilla durante la investigación, en él se puede observar que cuando existe letras diferentes en un determinado parámetro significa que existe diferencia con una probabilidad del 5% y además una columna donde indica cuando se acepta o rechaza la hipótesis nula. En base a estos datos se seleccionaron los siguientes tratamientos.

Para la decisión del mejor tratamiento, se estudiaron los análisis físico-químicos, así los °Brix en la uvilla con películas comestibles reportaron valores de 15.17 °Brix para el tratamiento A₁ y 16.13 para el tratamiento A₆, comparadas con las uvillas sin tratar 15.04 °Brix, se nota que los sólidos solubles incrementan durante el período de maduración del fruto producto de la hidrólisis de almidón y/o la síntesis de sacarosa, y de la oxidación de ácidos, consumidos en la respiración, también por la exposición de la uvilla a los rayos UV-C y el recubrimiento con las películas comestibles dando un mejor sabor a las uvilla.

En la investigación realizada se obtuvieron valores de pH de 3.91 para el tratamiento A₁ y 4.03 para el tratamiento A₆, comparadas con las uvillas sin tratar 4.01, se observa que el pH esta debajo de 4.2, esta es una forma efectiva de lograr la inocuidad de las frutas debido a la alta sensibilidad al pH de las bacterias patógenas, de esta manera se conserva el producto mayor tiempo y existe menor riesgo de pudrición.

En lo que refiere a la acidez (% ácido cítrico) se reportan valores de 1.77 para el tratamiento A₁ y 1.75 para el tratamiento A₆, comparadas con las uvillas sin tratar 1.77, se observa que el porcentaje de ácido cítrico se mantiene en el primer tratamiento notándose que no hay cambios

desfavorables y en el segundo disminuye, dando a las uvillas recubiertas mejores características sensoriales.

En lo relacionado al contenido de vitamina C en la uvilla se reportaron valores 51.21 mg vitamina C/100g para el tratamiento A₁ y 50.75 mg vitamina C/100g para el tratamiento A₆, comparadas con las uvillas sin tratar 53.53mg vitamina C/100g se nota que existe una disminución, sin embargo es insignificante.

En lo referente al índice de madurez de acuerdo a la relación °Brix/%ácido cítrico, los valores de los tratamiento A₁ y tratamiento A₆ son 8.59 y 9.35 correspondientemente, comparadas con las uvillas sin tratamiento 8.53 se observa que estos valores incrementan, debido a que los °Brix son elevados ya que el tratamiento A₆ contiene en la película comestible glucosa y sacarosa, sin embargo, el incremento del índice de madurez no es perjudicial, según el Gráfico 11 de atributo sensorial de sabor tuvo buena aceptación por el panel de catadores.

En lo que refiere a humedad (% humedad) se reportan valores de 80.33% de humedad para el tratamiento A₁ y 81.13% de humedad para el tratamiento A₆, comparadas con las uvillas sin tratar 81.25%, se observa menor contenido de humedad, debido al secado durante 40 min.

En cuanto a la textura al ser catalogada un parámetro de calidad, los valores reportados del tratamiento A₁ y tratamiento A₆ son 476 y 453gf respectivamente, se observa que las uvillas tratadas tiene una disminución de dureza en comparación a las uvillas no tratadas 492 gf debido a la tecnología utilizada, variación que no representa una amenaza para que reduzca el período de almacenamiento.

En el análisis microbiológico se observó una reducción de aerobios mesófilos en el tratamiento A₁ de 95,6% y el tratamiento A₆ de 96,77%, ausencia de coliformes, mohos y levaduras; por el contrario en las frutas

sin tratamiento existió presencia de aerobios mesófilos con un promedio de 103 UFC/g, un promedio de coliformes 20 UFC/g, y un promedio de mohos y levadura 20 UFC/g, percibiendo que los recubriendo de películas comestibles son efectivos.

De acuerdo a los parámetros microbiológicos en la Tabla F8 se observa que los recuentos microbiológicos en las uvillas con recubrimiento comestible no representa un riesgo para la salud del consumidor.

Debido a que las uvillas recubiertas con películas presentan promedios similares a las características sensoriales de acuerdo al color, aroma, sabor, textura, aceptabilidad se seleccionan los tratamientos A₁ y tratamiento A₆.

Por lo tanto los dos mejores tratamientos de acuerdo a los análisis físico-químicos, microbiológicos (aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos-levaduras, *Staphylococcus aureus*) y sensoriales realizados a todos los tratamientos son:

A₁: 3% gelatina + 0.25% ácido cítrico + 0.6% tween 20 + 1% glicerol por un tiempo de 5 minutos.

A₆: 3% gelatina + 0.25% ácido cítrico + 30% glucosa + 70% sacarosa por un tiempo de 10 min.

Con objeto de comparación se realiza el estudio con el tratamiento control:

A₀: Sin Recubrimiento comestible (Control)

Con los tratamientos seleccionados: tratamiento A₁ y tratamiento A₆ se realizó un seguimiento durante 39 días, analizando la uvilla recubierta con películas comestibles físico-química y microbiológicamente, con el fin de conocer el tiempo de vida útil del producto almacenado en refrigeración a 4°C, envasado con un sistema de ventilación para posibilitar un

enfriamiento más rápido, eficiente, evitando la acumulación de CO₂ y condensaciones por el proceso de respiración.

4.2.5 Vida útil y costo del producto del mejor tratamiento

4.2.5.1 Vida útil de uvillas recubiertas con películas comestibles

Labuza (1999), indica que esencialmente, la vida útil de un alimento, es decir, el período que retendrá un nivel aceptable de su calidad alimenticia desde el punto de vista de la seguridad y del aspecto organoléptico, depende de cuatro factores principales; la formulación, el procesado, el empaçado y las condiciones de almacenamiento. Estos cuatro factores son críticos pero su relativa importancia depende de la perecibilidad del alimento.

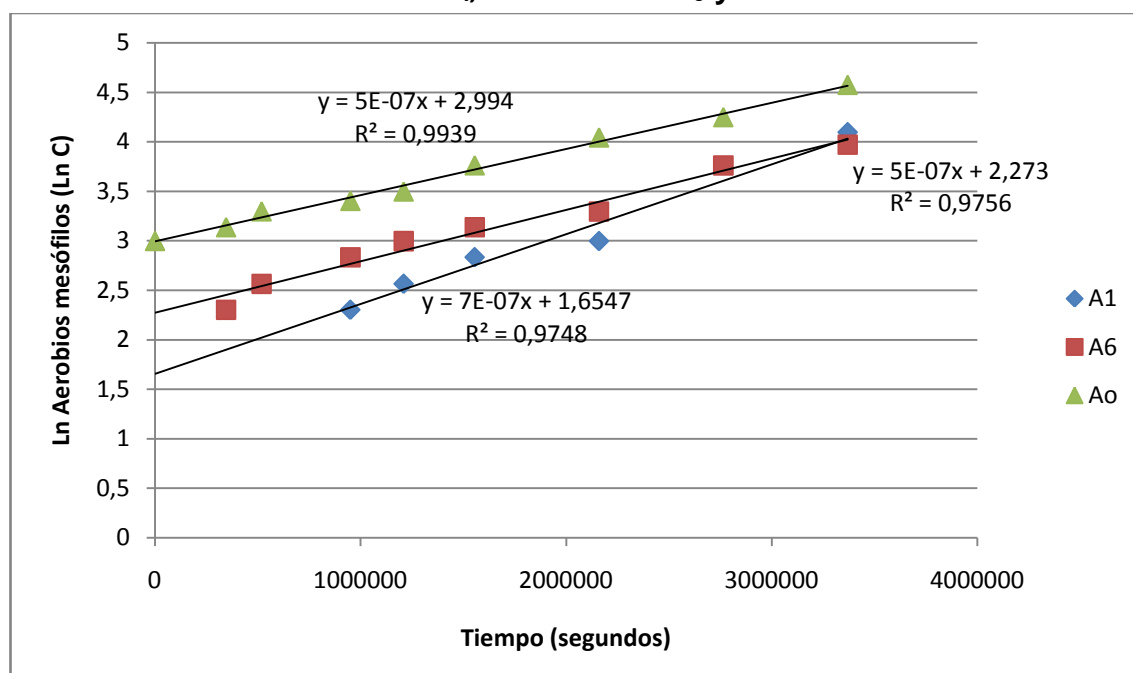
Por tanto, es necesario que se seleccione materia prima de calidad, y mantener la inocuidad en el proceso de recubrimiento de la fruta para garantizar la calidad del producto.

La vida útil de las uvillas, se extendió mediante la tecnología combinada de radiación de onda corta UV-C y recubrimiento de películas comestibles, permitiendo reducir la presencia de microorganismos, que son los causantes del deterioro y cambios en sus propiedades físicas, nutricionales y sensoriales; adicionalmente se incorporó en la formulación de la película comestible ácido cítrico (0.25%) el cual actuó como conservante, mismo que ayuda a controlar el pH y por ende a inhibir el crecimiento microbiano, además el empaçado se lo efectuó en envases con un sistema de ventilación y el almacenamiento en refrigeración (4°C).

En la Tabla A19 se presenta las replicas de aerobios mesófilos en uvillas recubiertas con películas comestibles, mientras que en la Tabla A22 se presenta los valores de Ln de cada valor de UFC/g. Con los valores calculados de Ln y el tiempo en segundos, se elaboró el Gráfico 14, para

determinar los parámetros para la evaluación del tiempo de vida útil del producto.

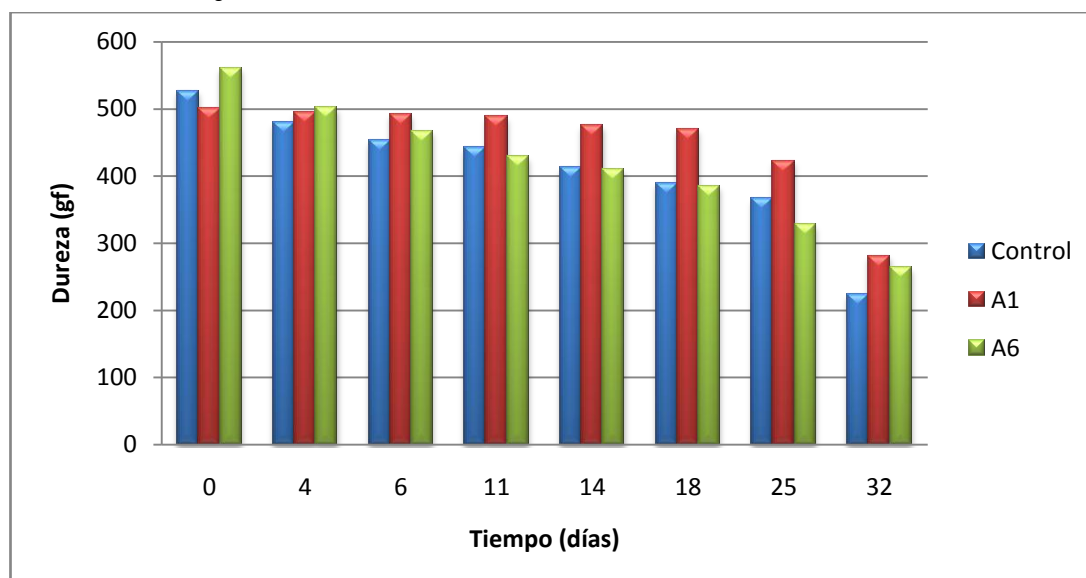
Gráfico 14. Logaritmo natural de aerobios mesófilos (UFC/g) vs tiempo de almacenamiento de uvillas recubiertas con películas comestibles del tratamiento A₁, tratamiento A₆ y control.



Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

En la Tabla A21 se presenta la variación de la textura de las uvillas durante el tiempo de almacenamiento representado en el Gráfico 15, se puede observar como disminuyó la dureza a medida que las uvillas del tratamiento control, A₁ y A₆ fueron almacenadas. Para el caso de las uvillas con recubrimiento se observó que la aplicación del recubrimiento comestible influyó en el ablandamiento de los tejidos de las uvillas, ya que los frutos sin recubrimiento presentaron una pérdida de firmeza notable, mientras que las uvillas del tratamiento A₁ presentaron valores altos hasta el día 25.

Gráfico 15. Evolución de la dureza (gf) durante el período de almacenamiento de uvillas del tratamiento control, tratamiento A₁ y tratamiento A₆



Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

La literatura ha descrito reacciones de primer orden como las reacciones de crecimiento y muerte microbiana, rancidez en ensaladas y vegetales secos, producción de sedimento y olores producto de la degradación enzimática, pérdidas vitamínicas y pérdidas de calidad proteica (Labuza, 1982). Los alimentos que se deterioran por orden uno, corresponde a una ecuación de cinética de primer orden.

$$\ln C = \ln C_0 + kt \quad (1)$$

Donde:

C = Parámetro microbiológico escogido como límite de tiempo de vida útil.

C₀ = Concentración inicial

k = Constante de crecimiento microbiano

t = Tiempo de reacción

Para el cálculo de la vida útil de uvilla se considero el parámetro microbiológico para aerobios mesófilos de 10000 UFC/g según la norma microbiológica (RD 72/1998, BOE 4/2/98) para productos listos para consumir.

La vida útil del tratamiento control, tratamiento A₁ y tratamiento A₆ almacenada en refrigeración a 4°C, se la determinó mediante aerobios mesófilos según la ecuación (1) de cinética de primer orden con un tiempo de 23, 38 y 39 días respectivamente. Los cálculos de vida útil se encuentran en el ANEXO D3.

Uno de los aspectos que identifican la frescura de los alimentos es la textura, por tanto es un determinante de finalización de la vida útil del producto. El límite del parámetro dureza fue 410gf, ya que al analizar durante el almacenamiento el producto aun conservó características sensoriales aceptables en cuanto a textura. Cabe mencionar que la uvilla del tratamiento control presentó pérdida de dureza y ablandamiento en un tiempo de 14 días, con el que se da por culminado el tiempo de vida útil.

Para el caso del almacenamiento del tratamiento A₁, se observó que hasta el sexto día no existió presencia de aerobios mesófilos, debido a la eficiencia de la desinfección; en el día 38 se observó presencia de aerobios mesófilos y desprendimiento de la película comestible. No obstante, experimentalmente las uvillas recubiertas a los 25 días comenzaron a presentar defectos en cuanto a la textura, manifestándose el fin de duración del producto.

En el transcurso del almacenamiento del tratamiento A₆ en el día 39, se observó ataque fúngico, desprendimiento del recubrimiento, pérdida notable de firmeza de la uvilla recubierta, sensorialmente, parámetro inaceptable ante el consumidor. Sin embargo experimentalmente las uvillas recubiertas a los 14 días comenzaron a presentar defectos en la textura, pérdida de dureza, lo cual significa que el producto sensorialmente está deteriorado.

Durante el seguimiento microbiológico en el almacenamiento de las uvillas recubiertas, no se reportaron colonias de coliformes totales y tampoco de *Staphylococcus aureus*.

Según Benavides P. (2008), el tiempo de vida útil para uvillas sin capuchón es de 13 días. Sin embargo con el uso de la tecnología combinada se logró conservar la uvilla mediante la aplicación de factores de estrés tales como: radiación UV-C (daño de ADN del microorganismo), disminución de pH, películas comestibles (modificación de la atmósfera), baja temperatura de almacenamiento y envase con un sistema de ventilación.

La combinación de las tecnologías deliberadas e inteligentes de los tratamientos para asegurar la estabilidad, inocuidad y calidad de los alimentos es un método muy efectivo para vencer las respuestas homeostáticas microbianas y al mismo tiempo retener las características nutricionales y sensoriales deseadas. (Gould, 1995; Leitsner, 2000; Leitsner y Gould, 2002).

De acuerdo a la durabilidad del producto sensorialmente y microbiológicamente se seleccionó el tratamiento A₁ con vida útil de 25 días, de acuerdo a la calidad visual de los frutos recubiertos presentó características aptas para el consumo humano. Además se determinó la variación de la vitamina C durante el almacenamiento, donde el control tuvo 53.73mg de vitamina C/100g de uvilla variando hasta 43.4mg de vitamina C/ 100g y en el tratamiento A₁ inicialmente se tuvo 51.67mg de vitamina C/ 100g de uvilla variando hasta 35.13mg de vitamina C/ 100 g de uvilla recubierta, observándose una disminución.

4.2.5.2 Costo de producción

Es importante analizar el costo del producto para determinar si es rentable o no producirlo. Para el análisis del costo se consideraron las materias primas, el equipo y maquinaria, los suministros y el pago de personal;

todas estas estimaciones se pueden observar en el Anexo H, en las Tablas H1, H2, H3, H4, H5 y H6.

El costo de producción por bandeja, que contiene 250 g de uvilla orgánica recubierta, lista para ser consumida es de \$1.05 y el precio de venta al público es de \$1.26, obteniéndose 20% de utilidad.

4.3 Verificación de hipótesis

Las uvillas recubiertas con películas comestibles, presentan diferencias significativas, a un nivel de confianza del 95%, en los siguientes parámetros: sólidos solubles, pH, vitamina C, índice de madurez, humedad, textura, recuento total, en cuanto al atributo sensorial: color y aroma, es decir, que se acepta la hipótesis alternativa. Con respecto a los parámetros que no presenta diferencia significativa son: acidez, mohos y levaduras, coliformes, en cuanto al atributo sensorial: sabor, textura y aceptabilidad es decir que se acepta la hipótesis nula.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- 5.1.1** Se estableció el efecto en la aplicación de los diferentes niveles de recubrimientos comestibles en la conservación de la calidad nutritiva, sensorial y vida útil de frutos de uvilla (*Physalis peruviana L.*), mediante la evaluación físico-química y microbiológica; determinándose que la tecnología utilizada provocó una disminución de vitamina C durante el período de almacenamiento para el tratamiento control la reducción fue 53.73 a 43.4 mg de vitamina C/ 100g; y en el tratamiento A₁ de 51.67 a 35.13 mg de vitamina C/ 100 g. Además la evaluación sensorial del mejor tratamiento A₁: gelatina 3%, glicerol 1%, tween 20 0.6%, ácido cítrico 0.25% con un tiempo de inmersión de 5 minutos, evidenció la aceptabilidad del producto (color: anaranjado característico, aroma: agrada, sabor: gusta, textura: ni dura ni suave y aceptabilidad: gusta), actuando el glicerol como plastificante, aumentado la resistencia de la película a la rotura y aportando brillo a la fruta.
- 5.1.2** Se realizó el análisis físico-químico y microbiológico en la uvilla (*Physalis peruviana L.*) antes y después del tratamiento, observándose cambios en los resultados de los análisis físico-químicos como incremento de sólidos solubles de 15 °Brix para el tratamiento control a 15,2 °Brix en el tratamiento A₁;

disminución de pH de 4,02 tratamiento control a 3,91 tratamiento A₁. Con respecto a la acidez no existió diferencia significativa. Durante el almacenamiento las uvillas con recubrimiento comestible evitaron la pérdida de textura, en el mejor tratamiento A₁ inicia con una textura de 501gf y en el transcurso de 25 días tuvo una reducción de textura a 423gf; de acuerdo al análisis microbiológico, el porcentaje de reducción de microorganismos de uvillas con recubrimiento comestible previo radiación UV-C fue 96% en aerobios mesófilos, presentó ausencia de mohos-levaduras, coliformes y *Staphylococcus aureus*.

5.1.3 Se determinó el tiempo de vida útil de la uvilla en el mejor tratamiento A₁ (3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween +1% de glicerol; 5 min) almacenadas a 4°C en envases de polietileno tereftalato con perforaciones y de acuerdo al parámetro textura su tiempo de vida útil fue 25 días en comparación con el tratamiento control 14 días. El cálculo del tiempo de vida útil de acuerdo a la ecuación de cinética de primer orden tomando en consideración aerobios mesófilos su tiempo de vida útil fue 39 días; sin embargo la uvilla presentó pérdida de dureza siendo 281gf produciendo ablandamiento, presencia de: 60 UFC/g aerobios mesófilos y 53 UFC/g de mohos-levaduras.

5.1.4 Se aplicó recubrimientos comestibles en uvilla (*Physalis peruviana L.*) orgánica mediante inmersión previo tratamiento con radiación UV-C, obteniéndose como mejor tratamiento A₁ (gelatina 3%, glicerol 1%, tween 20 0.6%, ácido cítrico 0.25% con un tiempo de inmersión de 5 minutos) disminuyendo la carga microbiana hasta el 96%.

5.1.5 Se estimó el costo unitario de producción de una bandeja de uvillas orgánicas del mejor tratamiento A₁ (gelatina 3%, glicerol 1%, tween 20 0.6%, ácido cítrico 0.25% con un tiempo de inmersión de 5 minutos) listas para el consumo en envases de polietileno tereftalato de 250g a un valor de \$1.05, valor que podría reducirse al producir en cantidades industriales; mientras que el precio de venta al público es de \$1.26, considerando una utilidad del 20%.

5.2 RECOMENDACIONES

5.2.1 Realizar un estudio de recubrimiento de películas comestibles tratadas con pulsos eléctricos en uvilla para conocer el efecto del tiempo de vida útil, características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales.

5.2.2 Realizar estudios bioquímicos en uvilla que incluyan la cuantificación de la actividad antioxidante de pigmentos como los carotenoides con el fin de conocer el mecanismo de respuesta del fruto frente al recubrimiento de película comestible previo a radiación UV-C y sus propiedades nutricionales.

5.2.3 Evaluar el tiempo de vida útil de las uvillas recubiertas mediante el uso de atmósferas modificadas o envases activos absorbedores de etileno.

5.2.4 Realizar un estudio de reutilización de la solución de inmersión (gelatina y glicerol) en uvilla.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Título: "Aplicación de la película comestible en base a gelatina y glicerol previa radiación de onda corta UV-C en uvilla (*Physalis peruviana L.*) orgánica procedente del cantón Pillaro"

Institución ejecutora: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Beneficiarios: Agricultores de Píllaro. Microempresa de productos IV gama. Consumidores de uvilla fresca.

Ubicación: Ambato - Ecuador

Tiempo estimado para la ejecución: 8 meses

Equipo técnico responsable: Egda. Jhullana Villacís.

6.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El desarrollo de recubrimientos comestibles para aplicaciones en alimentos ha sido objeto de investigación en los últimos veinte años. En general las películas de recubrimiento comestible se aplican en la

industria agroalimentaria para la mejora de calidad y aumento de la vida comercial de una gran variedad de productos. (Fernández y Mate, 2011)

Aguilar et al. (2012) en un estudio sobre caracterización y aplicación de películas a base de gelatina y carboximetilcelulosa para la preservación de frutos de guayaba menciona que se elaboraron películas comestibles a base de gelatina y carboximetilcelulosa (CMC) estudiando el efecto del contenido de glicerol y pH en sus propiedades fisicoquímicas. Asimismo, se evaluó el efecto de las películas en la vida poscosecha de frutos de guayaba. Los resultados indicaron que tanto la incorporación de glicerol como el pH influyeron de manera importante en las propiedades evaluadas. Los frutos recubiertos con películas de gelatina-CMC presentaron menores pérdidas de peso y menores pérdidas de firmeza en comparación con los frutos control, sin embargo, no se identificaron diferencias en °Brix.

Restrepo y Aristizábal (2010) en una investigación de conservación de fresa (*Fragaria x ananassa Duch cv. Camarosa*) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis Miller*) y cera de carnauba indica el recubrimiento comestible de gel mucilaginoso de penca sábila condujo a un aumento en la vida útil de las fresas de por lo menos 10 días, con disminución de la pérdida de humedad, del índice de respiración, y conservación de la firmeza, sin ocasionar cambios perceptibles en el color, en comparación con los frutos utilizados como tratamiento control.

Castro y González (2009) en la evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (*Physalis peruviana L.var. Colombia*) reporta que fisicoquímicamente el efecto de la aplicación por inmersión y pintado de un recubrimiento comestible, formulado a partir de dos concentraciones de gelatina (4 y 8%), con adición de aceite de orégano como agente antimicrobiano (0,25%) y fibra

prebiótica (500 ppm) como favorecedor del crecimiento de la flora bacteriana, evidenció que el mejor tratamiento T2 (4% sólidos, modo de aplicación: Pintado) fue capaz de reducir la actividad metabólica en los frutos recubiertos en 36% menos con respecto a los frutos control; las pérdidas de peso disminuyeron un 17,67%; la vida útil de las bayas aumentó, en promedio, un 33% y el aporte de fibra prebiótica se incrementó un 8%, ofreciendo la posibilidad de brindar a bajo costo, un producto innovador.

Los recubrimientos comestibles pueden actuar favorablemente sobre algunas características como la pérdida de peso y la disminución de la tasa respiratoria, además de servir como vehículo para incorporar otros aditivos alimentarios, que mejoren la calidad del alimento que recubren (Bautista et al., 2006).

El interés en el desarrollo y uso de empaques alimenticios a base de biomateriales ha venido creciendo debido en gran medida a la necesidad de reducir y sustituir el empleo de plásticos y envases sintéticos, por materiales menos agresivos con el medio ambiente. Además, estos materiales pueden actuar como barreras semipermeables preservando las características sensoriales de productos vegetales y extendiendo el período de vida útil.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La inadecuada manipulación de la uvilla poscosecha evidencia las pérdidas de cantidad y calidad de la fruta, además de la corta vida útil. Por tanto se ha planteado la aplicación de la película comestible A₁: (3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20+1% de glicerol) por técnica de inmersión durante 5 min en uvilla orgánica previo ultravioleta onda corta UV-C como medio de desinfección para controlar el crecimiento microbiano, extender el tiempo de vida útil, ralentizar los procesos de maduración de los frutos, ya que la película actúa como barrera al intercambio gaseoso y protege la fruta frente a manipulación

posterior, aportando brillo al producto, confiriéndole un aspecto más apetecible.

La aplicación de la película comestible beneficiará a los productores de uvilla del cantón Pillaro y consumidores de fruta fresca, además a la comercialización del producto con mejor calidad y seguro para el consumidor.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 Objetivo general

- ✓ Aprovechar el desarrollo de la película comestible en base a glicerol y gelatina para extender la vida útil de la uvilla (*Physalis peruviana L.*) procedente del cantón Pillaro.

6.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Proponer a la asociación de agricultores de uvilla la aplicación del recubrimiento comestible en base a glicerol y gelatina previo ultravioleta de onda corta UV-C.
- ✓ Realizar un estudio de mercado sobre la aceptación de uvilla recubierta con película comestible.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El análisis de factibilidad permite conocer la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados y se basa en tres aspectos que son: operativo, técnico y económico.

6.5.1 Factibilidad operativa

El desarrollo de la propuesta se basa en el cumplimiento de los objetivos, para lo cual se aplicará la película comestible a la uvilla previo radiación de onda corta, buscando obtener un producto rentable que permita ampliar sus ventas en nuevos mercados, mediante la oferta de un nuevo producto y de alta demanda, ya que en la actualidad ha aumentado el consumo de frutas y de acuerdo a estudios realizados se ha evidenciado vínculos entre los hábitos alimenticios y el riesgo de contraer una enfermedad cardiovascular o de sufrir una apoplejía. Por tanto las frutas y hortalizas disminuyen el riesgo de contraer dichas enfermedades; además indican que contienen antioxidantes y potasio que ayudan a prevenir enfermedades relacionadas con el corazón y el sistema circulatorio (Matthew, 2012). Los materiales que se requieren para la elaboración del recubrimiento de la uvilla y su desinfección, como el envase se encuentra disponible y son de fácil acceso. La metodología a utilizar es sencilla y es factible su ejecución, también es indispensable tener un proveedor fijo quien abastezca de materia prima y la disponibilidad de la mano de obra.

Para la desinfección de la uvilla se utilizará un equipo similar al diseñado por los investigadores de la UOITA, el cual consiste en una cámara construida de madera de 60 * 60 * 30 cm, recubierta con láminas de aluminio. En su interior se encuentra dos lámparas de UV-C de mercurio de 40 cm y de 15W de potencia cada una; tiene tres bandejas de 60 * 30 cm ubicadas a la distancia de 30 cm de las lámparas. Para el tratamiento UV-C se colocará 1 kg de uvilla sin cáliz y lavada; la aplicación de UV-C se efectuará a 30 cm de distancia de las lámparas ultravioletas durante un tiempo de 7.50 minutos

6.5.2 Factibilidad técnica

La tecnología de recubrimiento con la película comestible ayuda al mejoramiento de la calidad de la uvilla y no es compleja, el requerimiento

del equipo que se necesita no es costoso y de fácil acceso; además mediante la aplicación del recubrimiento comestible se extenderá el tiempo de vida útil de la fruta. El requerimiento de conocimientos para efectuar el proyecto está relacionado a manejo poscosecha de frutas, BPM y calidad, con el fin de poner en marcha el proyecto se deberá considerar la participación de un técnico con experiencia, para liderar la investigación mediante sistemas de calidad, garantizando la inocuidad del producto; efectuando un control de calidad mediante análisis físico-químicos, propiedades mecánicas y crecimiento de microorganismos, considerando la evolución de estos aspectos en el almacenamiento del producto.

6.5.3 Factibilidad económica

La factibilidad de la aplicación de la película comestible con formulación (3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20 +1% de glicerol; 5 min) en uvilla previo ultravioleta de onda corta UV-C se la realizará mediante un análisis de costo beneficio mediante el cual se medirá e identificará los costos de desarrollo y operación así como los beneficios que puede obtener la asociación gracias a dicho desarrollo. Además la uvilla es una fruta que se produce todo el año, lo cual permite procesar la fruta después de la recolección, extendiendo al máximo la vida útil del producto. Sin embargo los costos pueden variar en función de la temporada de producción que se ve afectada por los cambios climáticos y que desfavorablemente no es un factor controlable.

El costo de producción de la uvilla recubierta con película comestible a base de gelatina y glicerol de acuerdo al "Estudio del efecto de un recubrimiento comestible y su incidencia en el tiempo de vida útil de la uvilla (*Physalis peruviana L.*)", es \$1.05 y el precio de venta al público \$1.26, al compararlos con uvillas frescas de marca "Freskita" con un contenido de 420 g y un costo de \$2.76 expendidas en Megamaxi, se observa que el costo de las uvillas recubiertas es conveniente, con un

período de duración más prolongado, además que es un producto listo para su consumo, por tanto es un producto rentable.

6.6 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

6.6.1 Productos Mínimamente Procesados

Los hábitos de alimentación humana han cambiado mucho en las dos últimas décadas. El actual ritmo de vida, con escaso tiempo para preparar comida equilibrada, ha provocado la demanda de productos vegetales, naturales, frescos, saludables y dispuestos para consumir, como los mínimamente procesados en fresco, denominados comercialmente de "cuarta gama". Así la oferta de productos mínimamente procesados ha aumentado notablemente en los países industrializados, siendo muy competitivo, aportando nuevos productos, desarrollando nuevas tecnologías emergentes y sostenibles para garantizar la calidad sensorial, nutritiva y la seguridad alimentaria.

En el procesado mínimo industrial en fresco, la única etapa que consigue disminuir la contaminación microbiana inicial es el lavado-desinfección con hipoclorito sódico (100-150 ppm a pH 6.5). Sin embargo, debido a los riesgos demostrados de formación de subproductos potencialmente cancerígenos tras su reacción con la materia orgánica, a que su eficiencia es limitada en algunos productos y algunos rangos de pH y a la contaminación medioambiental que produce, se está cuestionando mucho su uso en todo el mundo. Por ello se está desarrollando diversas técnicas alternativas, al empleo de cloro, emergentes y sostenibles, para prolongar la calidad de los productos elaborados mínimamente procesados en fresco durante más tiempo. Éstas se pueden aplicar en diversos puntos de la cadena productiva: selección de variedades idóneas y métodos de cultivo menos agresivos, preparación y acondicionamiento del producto, nuevos agentes desinfectantes en la etapa de lavado, tratamientos

antimicrobianos previstos al envasado o en el envasado. (Artes et al., 2009)

Estudios recientes muestran que los recubrimientos han surgido como una tecnología poscosecha emergente para la conservación, extensión de la vida comercial de las frutas y mejora de su calidad. (Figueroa et al., 2011)

6.6.2 Recubrimiento Comestible

De acuerdo con Krochta y De Mulder-Johnston (1997), una película comestible se define como aquella capa delgada de material comestible formada sobre un alimento como un recubrimiento, o colocada (lo que implica que debe ser pre-formada) sobre o entre los componentes de los alimentos. Su propósito es el de inhibir o reducir la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aromas, lípidos, pigmentos, etc.; servir como vehículo para aditivos alimentarios (antioxidantes, antimicrobianos, saborizantes, colorantes); y/o mejorar la integridad mecánica o características de manejo del alimento en cuestión. En algunos casos las películas comestibles con buenas propiedades mecánicas pueden llegar a sustituir las películas de empaque sintéticas.

En el caso particular de frutas y hortalizas para consumo en fresco, los recubrimientos comestibles proporcionan una cubierta protectora adicional cuyo impacto tecnológico es equivalente al de una atmósfera modificada, por lo tanto representan una alternativa a este tipo de almacenamiento ya que es posible reducir la cinética de los cambios de calidad y pérdidas en cantidad a través de la modificación y control de la atmósfera interna en estos productos vegetales. (Park, 1999)

La materia prima empleada en la formulación del recubrimiento de la película comestible en uvilla será: gelatina, glicerol, tween 20, ácido cítrico, los cuales son perfectamente biodegradables y seguros para el entorno.

6.6.3 Frutas frescas

Un informe reciente de la organización mundial de salud mencionó que las frutas y las verduras son componentes esenciales de una dieta saludable, y un consumo diario suficiente podría contribuir a la prevención de enfermedades importantes, como las cardiovasculares y algunos cánceres. En general, se calcula que cada año podrían salvarse millones de vidas, si se aumentara lo suficiente el consumo de frutas y verdura. (Chacón L., 2011)

La uvilla (*Physalis peruviana L.*), es una fruta no tradicional de importancia, económica y alimenticia. La importancia económica radica en su fruto, éste se utiliza para la alimentación humana ya sea fresco o en jaleas, snaks, deshidratadas, conservas y vinos. Esta fruta es apetecida por su alto contenido de vitamina A, C, calcio, hierro y fósforo, además de los flavonoides, alcaloides, fitoesteróides. García M. (2003) menciona que la uvilla es rica en carotenoides, los cuales están en la lista de compuestos bioactivos considerados funcional, es decir, aquellos que son capaces de prevenir enfermedades. Por ser un producto no tradicional y beneficioso, sus precios en el mercado internacional son muy atractivos. En la actualidad su cultivo ha tomado importancia como producto de exportación y de alta rentabilidad, observándose una tendencia creciente en su comercio internacional. (Narváez, 2003)

El recubrimiento comestibles propuesto a base de glicerol y gelatina de acuerdo al estudio realizado se podría utilizar en fresas, moras, cerezas, claudias, grosellas y uvas, en vista de que permitió extender el tiempo de vida útil en uvilla, manteniendo su calidad sensorial y microbiológica, además que el costo estimado de producción de fruta recubierta sería rentable y accesible para el consumidor.

6.6.2 Descripción del diagrama de flujo de uvilla (*Physalis peruviana* L.) recubierta con película comestible a base de gelatina y glicerol.

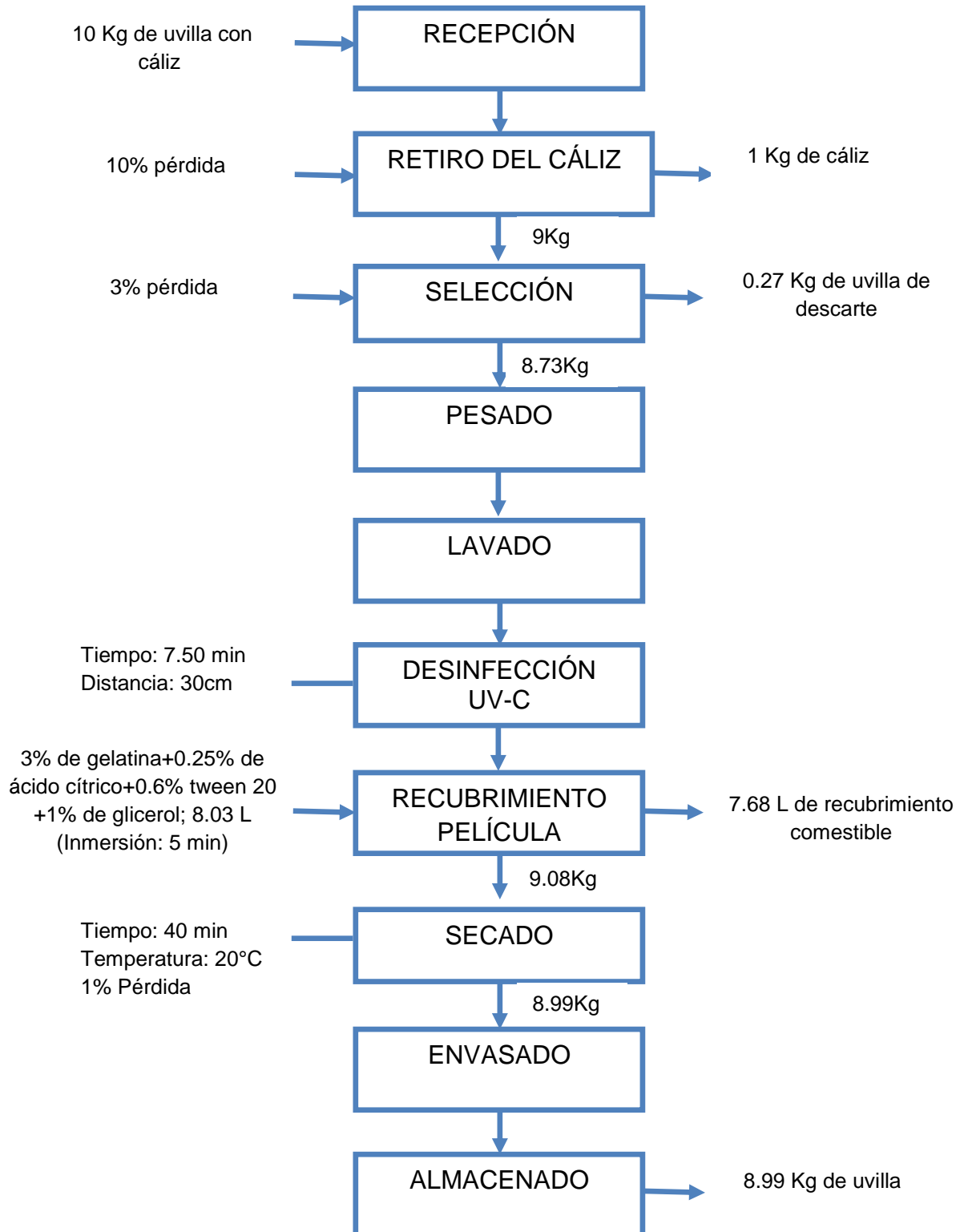


Gráfico 16. Diagrama de flujo del proceso de recubrimiento de uvilla con películas comestibles.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

La representación gráfica del proceso de recubrimiento con película comestible a base de gelatina y glicerol en uvilla (*Physalis peruviana* L.) con película comestible a base de gelatina y glicerol se indica en el Gráfico 16.

- ✓ **Recepción.-** La materia prima se recibirá bajo determinadas condiciones: los frutos deberán estar enteros, frescos, sanos, en buen estado y exentos de materiales extraños.
- ✓ **Retiro de Cáliz.-** El cáliz se deberá separar cuidadosamente de la fruta, debido a que puede causarse lesiones mecánicas.
- ✓ **Selección.-** Las frutas seleccionadas serán aquellas que cumplieran con los requisitos generales definidos en el numeral 3.1 de la Norma Técnica ICONTEC 4580 (ANEXO F1), y según la tabla de color de la uvilla, con un nivel de madurez seis.
- ✓ **Pesado.-** Se tomará cuatro lotes de fruta homogéneos de 50 unidades seleccionadas en base a las características físicas requeridas y se procederá al pesado.
- ✓ **Lavado.-** Las uvillas se lavaran con agua durante 1 minuto, con la finalidad de eliminar posibles restos de tierra, fitosanitarios, abonos, bacterias o virus e, incluso, insectos.
- ✓ **Desinfección UV-C.-** Para la desinfección se empleara un equipo de radiación, construido con bandejas para contener la fruta y 2 lámparas de radiación ubicadas a 30cm de distancia de las bandejas. El tratamiento de la fruta dentro del equipo será de 7.50 minutos de exposición, (Método: Beltrán, Ramos, Álvarez, 2010).

- ✓ **Recubrimiento Película.-** Cada lote de uvilla se someterá al tratamiento con la solución de recubrimiento comestible reutilizada, a una temperatura de 25°C en la solución de inmersión.

- ✓ **Secado.-** Se depositarán los lotes de uvilla recubiertos con la película comestible en rejillas para proceder al secado mediante ventilación a 20°C por un tiempo de 40 minutos.

- ✓ **Envasado.-** Las frutas se envasarán en empaques plásticos perforados de polietileno tereftalato utilizadas en el mercado interno.

- ✓ **Almacenamiento.-** Las uvillas recubiertas con la película comestible se almacenarán a 4°C durante un período estimado.

6.7 METODOLOGÍA

Cuadro 1. Modelo Operativo (Plan de Acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsable	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Capacitar a agricultores sobre utilización de recubrimientos comestibles y su factibilidad	Elaboración de un manual, y realización de talleres de capacitación	Investigadora	Humanos Físicos Económicos	\$500,00	1 mes
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Conseguir financiamiento mediante la estructuración de un proyecto	Elaboración de un proyecto de factibilidad para el financiamiento	Investigadora	Humanos Físicos Económicos Tecnológicos	\$2000,00	2 meses
3. Implementación de la propuesta	Ejecutar la propuesta	Aplicación de la tecnología	Investigadora	Humanos Físicos Económicos Tecnológicos	\$1500,00	3 meses
4. Evaluación de la propuesta	Verificar la calidad físico-química, microbiológica y sensorial de la uvilla recubierta	Análisis de la calidad de la uvilla recubierta con película comestible	Investigadora	Humanos Físicos Económicos Tecnológicos	\$1200,00	2 meses

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A.. 2014

6.8 ADMINISTRACION

La ejecución de la investigación estará coordinada por: Egda. Jhullana Villacís A.

Cuadro 2. Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
La estabilidad microbiológica de la solución de inmersión	Desperdicio de la solución de inmersión	<p>Estabilidad microbiológica y sensorial</p> <p>Incentivar el consumo de frutas frescas mejorando la producción agrícola de la provincia</p> <p>Aumento del rendimiento de la película.</p>	Reutilizar la solución de inmersión de la película comestible en uvilla, analizando constantemente su calidad físico-química y microbiológica, la cual deberá poseer los mismos parámetros que el recubrimiento inicial presente.	Investigadora: Jhullana Villacís A.

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Cuadro 3. Previsión de la Evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Agricultores Microempresarios (FAO Y OMS) Consumidores
¿Por qué evaluar?	Porque se desea constatar la inocuidad de las frutas frescas, así como su aceptabilidad.
¿Para qué evaluar?	Desarrollar una metodología de conservación en frutas frescas.
¿Qué evaluar?	Materia prima Producto terminado Tecnología aplicada: resultados obtenidos.
¿Quién evalúa?	Director del proyecto Investigadora Calificadores
¿Cuándo evaluar?	Luego del lavado y de la aplicación de recubrimiento de película comestible previo UV-C en las frutas.
¿Cómo evaluar?	Mediante instrumentos de análisis.
¿Con qué evaluar?	Experimentación y normas establecidas.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, A. 2004. Inactivación microbiana combinando ultrasonido de baja frecuencia con ultravioleta de onda corta. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Universidad de las Américas. México.

Aguilar, N. 2006. El azúcar. Tecnología y ciencia de la Universidad de Veracruzana, México, 19: 1

Aguilar, San Martín, Espinoza, Sánchez, Cruz y Ramírez. 2012. Caracterización y aplicación de películas a base de gelatina y carboximetilcelulosa para la preservación de frutos de guayaba. Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales. Universidad Autónoma del Estado de México. México.

Alvarado, J.; Almeida A. y Arancibia, M. 2007. Tiempos de Vida Útil de Naranjillas Recubiertas con Quitosano Almacenadas a Temperaturas Constante y Variables. CIBIA VI

Álvarez, M. y Ramos, M. 2010. Estudio de los parámetros físico-químico de las fresas (*Fragaria vesca*) cuando fueron sometida a radiación UV-C. Centro de Investigaciones de la facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Alzamora, S. 2007. Aplicaciones de la luz ultravioleta en la conservación de alimentos. Universidad de Buenos Aires, Tercer Simposio Internacional de Innovación y Desarrollo de Alimentos, Argentina.

Appendini, P. y Hotchkiss J. H. 2002. Review of antimicrobial food packaging. Innovative Food science and emerging technologies. 3, 113 – 126.

Artés, F. 1995. Innovaciones de los tratamientos físicos modulados para preservar la calidad hortofrutícolas en la post-recolección. II. Tratamientos térmicos cíclicos. Ciencia Tecnología de Alimentos 35(2): 139-149.

Artés, F. 1999. Avances en los tratamientos post-cosecha para la conservación en fresco de limón y pomelos. Levante Agrícola, Especial post-cosecha. (38), 348:289-294.

Artés, F. 2000. Conservación de los productos vegetales en atmósferas modificadas. En: Aplicación del frío en los alimentos. Editor. M. Lamúa. Ed. Mundi Prensa. Cap. 4.105-125.

Artés, F., Aguayo, E., Gómez, P., Artés, F. 2009. Productos vegetales mínimamente procesados o de IV gama. *Horticultura Internacional*. 69: 52-53.

Barros, C. 2009. Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y uso. España: Visión Libros

Bautista, B., Hernández, L., Velásquez, V., Hernández, L., Ait B., Bosquez, M., et al. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection*. 25 (2): 108-118.

Benavides, P., Cuasqui, L. 2008. Estudio del comportamiento poscosecha de la uvilla (*Physalis Peruviana L.*) sin capuchón. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador

Belitz, H.D., Grosch, W. 1999. *Vitamins in Food Chemistry*, 2nd ed. Pp. 383-387.

Beltrán A., Ramos M., Alvarez M. 2010. Estudio de la Vida Útil de Fresas (*Fragaria vesca*) Mediante Tratamiento con Radiación Ultravioleta de Onda Corta (UV-C). *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*, 23: 17-24

Bigi, A., Cojazzi, G., Panzavolta, S., Roveri, N. and Rubini, K. 2002. Stabilization of gelatin films by cross-linking with genipin. *Biomaterials*, Italy, 23, 4827-4832.

Boletín Mensual de Comercio Exterior–Ecuador. Jun/Jul, 2013. Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. CÓDIGO ISSN 1390-812X.

Brookfield Engineering Lab, 2008. Analizador de textura CT3. Manual Brookfield Texture Pro CT. Middleboro Massachusetts – USA.

Caiza, P. 2009. Estudio sobre la uvilla y propuesta gastronómica para el aprovechamiento de sus cualidades nutritivas. Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador.

Calcaneo, G. 2013. La glucosa líquida o jarabe de glucosa en la industria alimenticia. Corporativo químico Global. Tamaulipas-México. Disponible en: <http://quimicoglobal.mx/la-glucosa-liquida-o-jarabe-de-glucosa-en-la-industria-alimenticia/>

Callegari, Sandoval y Tirado. 2006. Factibilidad económica de los productos agroindustriales de cuarta gama en los mercados de las regiones IV, V y metropolitana. Escuela De Ingeniería comercial. Universidad Católica del Norte. Chile.

Castillo, C. 2009. Efecto del recubrimiento con películas de Quitosano sobre el tiempo de vida útil de Banano Orito (*Musa acuminata*, AA). Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador.

Castro, R. y González, G. 2009. Evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (*Physalis peruviana* L.var. Colombia.). Facultad de Ingeniería en Alimentos, Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Bogotá

Chacón, L. 2011. Aplicación de tecnologías alternativas para el procesamiento de jugos de fruta. Ciencia cierta – Universidad Autónoma de Coahuila. 27(7).

Charley, H. 1991. Tecnología De Alimentos. LIMUSA, México, pp 615-619

Cuellar, A. et al. 2008. Ciencia y tecnología e Industrias de Alimentos, Grupo Latinos Editores, Colombia.

Domínguez L. y Parzanese M. 2012. Tecnologías para la Industria Alimentaria-Luz Ultravioleta en la Conservación De Alimentos. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_02_Ultravioleta.pdf

Drake et al. 1988. Journal of Food Science. Bing sweet cherry (*Prunus avium* L.) quality as influenced by wax coatings and storage temperature, págs, 53, 124-126.

Hurtado, C., Cortes, M. y Torija, M. 2003. Frutas y Verduras Fuentes de Salud. Departamento de Nutrición y Bromatología II. Universidad Complutense de Madrid. España.

FAO. 1985. Prevention of Post Harvest Food Losses: A Training Manual. Rome: UNFAO, 120 pp., disponible en: <http://www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s0a.htm>

FAO. 2006. Ficha Técnica Uchuva (*Physalis peruviana*), disponible en: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/UCHUVA.HTM

FDA. 2006. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption. Subpart C. Coatings, Films and Related Substances. Code of Federal Regulations, Title 21, Volume 3.

Fernández y Mate. 2011. Los retos actuales de la industria alimentaria. Editorial International Marketing Communication S.A. Madrid

Figuerola J., Salcedo J., Aguas Y., Oliver R., Narváez G. 2011. Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulación. Colombiana cienc .Anim. 3(2).

Fisher, G. y Martínez, O. 1999. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración de la fruta. Revista Agronomía colombiana 16(1-3):35-39

García, M. 2003. Uchuva Cosecha y Postcosecha, Primer Edición. Tibaitatá, Mosquera - Colombia. pp: 72

García, M. 2007. Tecnologías de Envasado en Atmósferas Protectoras y su Calidad Microbiológica, Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos. Universidad de León. España.

García, J. 2008. Estudio de Benchmarking, Tecnológico Internacional Sector Agroalimentario. Agencia de desarrollo económico de la Rioja. La Rioja. España.

Guerrero-Beltrán, J., Barbosa-Cánovas G. 2004. Ventajas y limitaciones del procesamiento de alimentos con luz ultravioleta. Panorama. Universidad del Estado de Washington. 10-16

González, G. y González, L. 2001. La Luz Ultravioleta, una Solución Amigable con el Medio Ambiente Para la Desinfección del Agua y del Aire, Disponible en: http://www.ambientalsocoter.cl/008_Luz%20UltravioletaDesinfAguayAire.pdf

González, Wang, C. y Buta, G. 2004. UVC irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage. J Sci Food Agric. 84: 415-422.

González, E. 2005. El pH en la conservación de los alimentos, Centro Universitario del Sur. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

González, G. y col. 2005. Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Fresco Cortados. Impreso en México, pag.341-356

Gould, G.W. 1995. Homeostatic mechanisms during food preservation by combined methods. In Food preservation by moisture control - fundamentals and applications (pp. 397-410). Lancaster, USA, Eds. Welti-Chanes, J. & Barbosa-Cánovas, G Technomic Pub. Co.

Greco, S. 2013. Producción orgánica, ecológica o biológica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Cuyo. Argentina

Guilbert, S. 1986. Technology and Application of Edible Protective Films. En "Food packaging and preservation theory and practice". Editado por Mathlouthi, M. Ed. Elsevier Applied Science Publishers, Estados Unidos.

Gutiérrez, T., Hoyos, O., y Páez, M. 2007. Determinación del contenido de Ácido Ascórbico en uchuva (*Physalis peruviana L.*), por cromatografía líquida de alta resolución (CLAR). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia

ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (1999). Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones. Santafé de Bogotá, Colombia.

Johnston-Banks, F. A. 1990. Food Gels. Gelatin. In P. Harris (Ed.), Pp 233-289. London: Elsevier.

Kimball, Dan. 1999. Procesado de cítricos. Editorial ACRIBIA S.A. (2da edición). Zaragoza. España.

Kurtzwell, P. 1993. Daily values. Disponible en: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/spi/unidad2/etiquetado.pdf>

Krochta, J.M. y De Mulder-Johnston, C. 1997. Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities. Food Technol. 51(2): 61-74.

Macrae, R., Henning, J. y Hill, S. 1993. Strategies to overcome barriers to the development of sustainable agriculture in Canada: the role of agribusiness. J. Agric. Environ. Ethics. 6:21.

Minguet J. 2012. Recolección y transporte de fruta. España, on line disponible en: http://www.fomesa.net/Calidad/Factores/F_03_08.htm

Márquez, Cartagena y Pérez. 2009. Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad en poscosecha del níspero japonés (*Eriobotrya japonica* T.). Vitae, revista de la Facultad De Química Farmacéutica. Volumen 16 número 3: págs. 304-310

Mccoy, M. 2006. Glycerine surplus. Chemical and engineering news, vol. 84, núm. 6, pp. 7-8.

Matthew, J. 2012. Las Frutas y Hortalizas son Beneficiosos para la Salud, on line disponible en: http://www.frutas-hortalizas.com/articulos/fh_beneficiosas.pdf

Medina, G. 2006. Determinación Del Potencial Nutritivo y Nutraceutico de Dos Ecotipos de Uvilla (*Physalis peruviana* L.) y Granadilla (*Passiflora ligularis* L.). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador

Montero, M., Rojas M., Soliva, R. y Martin, B. 2009. Tendencias en el Procesado Mínimo de Frutas y Hortalizas frescas. Departamento de tecnología de alimentos. Universidad de Lleida. España.

Morales, LI. 2008. Vida Útil de alimentos, on line disponible en: <http://www.cita.ucr.ac.cr/Alimentica/EdicionesAnteriores/Volumen%206,2009/Articulo/Vida%20Util.pdf>

Morton, J. 1987. Fruits of warm climates, Purdue University, Miami. FL.

Nanesmy, A. 2005. Actualidad de Frutas de IV Gama, on line disponible: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort%5CHort_2005_188_41_53.pdf

Narváez, M. 2003. Producción Siena. ed. AGROAPOYO. Centro Agropec Los Andes. pp: 165

Labuza, T. 1982. Shelf - Life Dating of foods, Westport, connecticut 06880 USA, Printed in the United States of America

Labuza, T. 1999. Water activity and glass transition. International Journal of Food Properties. University of Minnesota. Department of Food Science and Nutrition. United States of America.

Leitsner, L. 2000. Hurdle technology in the design of minimally processed foods. In Minimally processed fruits and vegetables fundamental aspects and applications. , Eds. Alzamora, S.M., Tapia M.S. & López M. Gaithersburg, MD, USA (pp. 13-27).

Leitsner, L. y Gould, G.W. 2002. Hurdle technologies. Combination treatments for food stability, safety and quality. New York, USA, Kluwer Academic/Plenum Publishers.

López, A. 2003. Manual para la preparacion y venta de frutas y hortalizas del campo al mercado. Boletín de servicios agricolas de la FAO 151.

Ordoñez, A. 2013. Boletín Mensual de Comercio Exterior - Ministerio de Comercio Exterior. Instituto de promoción de exportaciones e inversiones – PRO ECUADOR. Código ISSN 1390-812X.

Ott, L., Bicker, M. y Vogel, H. 2006. Catalytic dehydration of glycerol in sub-and supercritical water: a new chemical process for acrolein production. *Green Chemistry*, vol. 8, pp. 214-220.

Ouattara, B., Simard, R., Piette, G., Bégin, A., y Holley, R. A. 2000. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. *International Journal of Food Microbiology*, 62, 139– 148.

Ozdemir, M. y Floros, J. 2008. Optimization of edible whey protein films containing preservatives for mechanical and optical properties. *Journal of Food Engineering*. 84,116 – 123.

Park, H. J. 1999. Development of Advanced Edible Coatings for Fruits. *Trends Food Sci. Technol.* 10: 254-260.

Parikh, H.R., Nair G.M. y Modi, V. 1990. Some Structural Changes during Ripening of Mangoes (*Mangifera indica* var. Alphonso) by Abscisic Acid Treatment. *Annals of Botany* 65:121-127.

Pérez, Gago y Rojas. 2012. Recubrimientos Comestibles en frutas y Hortalizas. Centro de Postcosecha (IVIA). Valencia-España.

Pérez, Gago y Krochta. 2000. Drying temperature effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein - lipid emulsion films. *Journal Agricultural Food Chemistry* 48, 2687 – 2692

Perfetti, Fonseca, Rubio y Alvarez et al. 2000. Perfil del producto Uchuva N° 13. Editor Corporación Colombia Internacional on line disponible en: <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/UCHUVA-13.pdf>

Priestley, R. 1979. Vitamins, in *Effect of heat processing on food stuffs*, ed by Priestley R.J. Applied Science Publishers, London, pp. 121-156.

Quintavalla, S., Vicini, L. 2002. Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science*, 62: 373 - 380.

Quintero, C., Falguera, V. y Muñoz, H. 2012. Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola, Departamento de tecnología de alimentos. Universidad de Lleida. España.

Ramírez, I. 2012. Los Diferentes Paradigmas De Investigación y su Incidencia Sobre Los Diferentes Modelos De Investigación Didáctica, on line disponible en: <http://josefa.aprenderapensar.net/files/2012/04/PARADIGMAS.doc>

Rehm, S. y Espig G. 1991. The cultivated plants of the tropics and subtropics. Verlag Margraf, Weiherheim, Alemania.

Restrepo y Aristizábal. 2010. Conservación de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y cera de carnauba. *Vitae, Revista de La Facultad de Química Farmacéutica*. Vol. 17: 252-263

Rodríguez, J. 2007. Consecuencias higiénicas de la alteración de los alimentos. Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad Complutense de Madrid. España.

Rodríguez, S. 2013. Situación de la Industria IV Gama en Argentina. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Chile.

Rojas Graü M., Tapia M., Rodríguez F., Carmona A., Martín Belloso O. 2006. Alginate and gellan based edible coatings as support of anti browning agents applied on fresh-cut Fuji apple. *Food Hydrocolloids*, in press.

Sánchez, L. 2010. Caracterización y aplicación de recubrimientos antimicrobianos a base de polisacáridos y aceites esenciales. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, España.

Saltos, H. 2010. Sensometría – Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados, Editorial Pedagógico Freire, Riobamba – Ecuador

Singh, R.P. 2000. Scientific Principles of Shelf Life Evaluation in MAN, C.M.D. Second edition. Springer

Shafiur, R. 2003. Handbook of Food Preservation. Second Edition. Marcel Dekker, New York. pp 1088

Sobral, P. J. y Habitante, A. M. 2001. Phase transitions of pigskin gelatin. *Food Hydrocolloids*, 15,977-382

Steaven, R.T., Veron, R.Y., Michael, C.A. 1985. Vitamins and Minerals, in *Food Chemistry*, 2ndedn, pp. 493-499.

Steaven, R. 1988. Vitamins and minerals, in *Principles of Food Science, Part I*, ed. by Fenemma O.R. Marcel Dekker, New York, pp.365-371.

Trejo, M., Ramos K., Pérez K. 2007. Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de Fresa (*Fragaria vesca* L.) almacenada en refrigeración. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, V Congreso Iberoamericano De Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones

Uzca, E. 2010. Diseño del Proceso para la Industrialización de Uvilla (*Physalis peruviana* L.). Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Ecuador.

Valdivieso, X. 2013. Inteligencia de mercados, exportación de frutas exóticas colombianas, on line disponible en: <http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio-frutas-exoticas-colombia-completo.pdf>

Valencia, S. 2013. Estado actual de la industria ecuatoriana de productos de IV gama. Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador.

Valera, A. 2006. Estudio de tendencias prospección al mercado. Centro Tecnológico AINIA. Valencia

Weller, C. L., Gennadios, A., Saraiva, R. 1998. Edible bilayer films from zein and grain sorghum wax or carnauba wax. *LWT- Food Science and Technology* 31(3), 279-285

Zaritzky, N. 2007. Películas biodegradables y recubrimientos comestibles a base de hidrocoloides: caracterización y aplicaciones. Centro de Investigaciones y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). UNLP – CONICET.

ANEXOS

ANEXO A

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS,
MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIALES DE LAS
UVILLAS ORGÁNICAS RECUBIERTAS**

Tabla A1. Estudio de recubrimiento comestible en uvilla (*Physalis peruviana L.*)

Tratamiento	Código	Descripción
Sin Tratamiento	A ₀	Sin Recubrimiento comestible (Control)
Tratamiento 1	A ₁	3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20 +1% de glicerol; 5 min
Tratamiento 2	A ₂	3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20 +1% de glicerol; 10 min
Tratamiento 3	A ₃	5% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20 +1% de glicerol; 5 min
Tratamiento 4	A ₄	5% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+0.6% tween 20 +1% de glicerol; 10 min
Tratamiento 5	A ₅	3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+30% de glucosa+ 70% de sacarosa; 5 min
Tratamiento 6	A ₆	3% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+30% de glucosa+ 70% de sacarosa; 10 min
Tratamiento 7	A ₇	5% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+30% de glucosa+ 70% de sacarosa; 5 min
Tratamiento 8	A ₈	5% de gelatina+0.25% de ácido cítrico+30% de glucosa+ 70% de sacarosa; 10 min

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacis A., 2014

ANÁLISIS FISCOQUIMICOS

Tabla A2. Sólidos solubles (°Brix) en uvilla sin y con recubrimiento

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	14,9	15,0	14,8	15,4	15,0	16,0	16,2	15,8	16,6
2	15,0	15,2	14,6	15,6	15,0	15,8	15,8	15,8	15,8
3	15,0	15,3	14,6	15,6	15,0	15,8	16,0	15,8	16,2
4	15,1	15,2	14,6	15,8	15,2	15,0	16,6	16,0	16,4
5	15,2	15,8	15,4	16,0	15,4	15,4	16,2	16,6	16,2
6	15,4	15,0	15,0	16,4	15,2	15,0	16,2	16,2	16,2
7	15,0	15,1	14,7	15,0	15,4	16,4	16,0	15,8	16,2
8	15,0	15,0	15,0	15,0	15,4	16,0	16,0	15,8	16,2
9	14,8	15,0	14,8	16,0	15,4	15,4	16,2	16,2	16,2
Promedio	15,0	15,2	14,8	15,6	15,2	15,6	16,1	16,0	16,2
σ	0,17	0,26	0,26	0,47	0,19	0,48	0,22	0,28	0,21

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacis A., 2014

Tabla A3. pH en uvilla sin y con recubrimiento

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	4,01	4,02	4,11	3,95	4,15	4,04	3,96	3,89	3,78
2	4	4,03	4,17	3,83	4,16	4,03	3,95	3,89	3,78
3	3,99	4,04	4,15	3,83	4,16	4,02	3,94	3,89	3,78
4	3,99	3,74	3,77	4,08	3,85	4,24	4,07	4,02	4,04
5	3,98	3,74	3,76	4,07	3,83	4,24	4,07	4,02	4,04
6	3,97	3,73	3,76	4,08	3,83	4,25	4,06	4,03	4,04
7	4,07	3,97	3,97	4,06	4,08	4,06	4,08	3,94	4,17
8	4,07	3,97	3,96	4,06	4,08	4,07	4,09	3,95	4,18
9	4,07	3,97	3,96	4,05	4,07	4,07	4,09	3,94	4,17
Promedio	4,02	3,91	3,96	4,00	4,02	4,11	4,03	3,95	4,00
σ	0,04	0,13	0,17	0,10	0,14	0,10	0,06	0,06	0,17

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacis A., 2014

Tabla A4. Acidez (% ácido cítrico) en uvilla sin y con recubrimiento

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	1,9	1,79	1,47	1,73	1,47	2,05	2,05	2,37	2,11
2	1,94	1,79	1,47	1,73	1,47	2,05	2,05	2,37	2,05
3	1,94	1,79	1,54	1,79	1,54	2,05	2,05	2,37	2,05
4	1,68	1,86	1,92	1,47	1,79	1,15	1,66	1,66	1,73
5	1,70	1,86	1,92	1,47	1,79	1,15	1,66	1,66	1,73
6	1,70	1,86	1,92	1,47	1,79	1,15	1,66	1,66	1,73
7	1,69	1,66	1,73	1,86	1,98	1,47	1,54	1,6	1,92
8	1,70	1,66	1,73	1,86	1,98	1,47	1,54	1,6	1,92
9	1,68	1,66	1,79	1,86	1,98	1,47	1,54	1,6	1,92
Promedio	1,77	1,77	1,72	1,69	1,75	1,56	1,75	1,88	1,91
σ	0,12	0,09	0,19	0,18	0,21	0,40	0,23	0,37	0,15

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacis A., 2014

Tabla A5. Vitamina C (mg de vitamina C/ 100g) en uvilla sin y con recubrimiento de películas comestibles

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	55,28	49,6	51,67	51,67	49,6	51,67	51,67	51,67	49,6
2	55,8	49,6	51,67	53,73	49,6	51,67	51,67	51,67	49,6
3	55,28	51,67	49,6	53,73	49,6	51,67	51,67	51,67	49,6
4	51,93	51,67	49,6	53,73	47,53	53,73	49,6	49,6	49,6
5	52,44	51,67	51,67	53,73	47,53	53,73	49,6	49,6	49,6
6	51,93	51,67	51,67	53,73	47,53	53,73	47,53	49,6	49,6
7	53,22	51,67	53,73	51,67	49,6	51,67	51,67	49,6	49,6
8	53,22	51,67	53,73	51,67	49,6	51,67	51,67	49,6	49,6
9	52,7	51,67	53,73	51,67	49,6	51,67	51,67	49,6	49,6
Promedio	53,53	51,21	51,90	52,81	48,91	52,36	50,75	50,29	49,60
σ	1,52	0,91	1,61	1,09	1,03	1,03	1,50	1,03	0,00

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacis A., 2014

Tabla A6. Índice de madurez (°Brix / % de ácido cítrico) en uvilla sin y con recubrimiento

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	7,84	8,38	10,07	8,90	10,20	7,80	7,90	6,67	7,87
2	7,73	8,49	9,93	9,02	10,20	7,71	7,71	6,67	7,71
3	7,73	8,55	9,48	8,72	9,74	7,71	7,80	6,67	7,90
4	8,99	8,17	7,60	10,75	8,49	13,04	10,00	9,64	9,48
5	8,94	8,49	8,02	10,88	8,60	13,39	9,76	10,00	9,36
6	9,06	8,06	7,81	11,16	8,49	13,04	9,76	9,76	9,36
7	8,88	9,10	8,50	8,06	7,78	11,16	10,39	9,88	8,44
8	8,82	9,04	8,67	8,06	7,78	10,88	10,39	9,88	8,44
9	8,81	9,04	8,27	8,60	7,78	10,48	10,52	10,13	8,44
Promedio	8,53	8,59	8,71	9,35	8,79	10,58	9,36	8,81	8,56
σ	0,58	0,38	0,91	1,23	1,01	2,36	1,20	1,61	0,69

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacis A., 2014

Tabla A7. Porcentaje de Humedad (% de humedad) en uvilla sin y con recubrimiento

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	82,50	80,76	79,92	81,83	80,94	79,85	80,31	81,07	80,33
2	80,27	79,72	79,79	81,95	79,40	79,64	81,77	81,70	82,22
3	79,13	80,39	81,66	80,51	81,74	79,54	81,96	81,40	79,26
4	82,07	81,69	80,19	80,97	80,18	80,87	81,25	80,85	82,52
5	81,87	79,99	81,22	79,25	81,31	79,62	81,34	81,19	80,19
6	81,07	79,36	80,55	82,72	79,80	78,74	81,70	80,24	82,40
7	80,83	80,11	77,93	81,14	80,82	79,45	79,96	80,00	79,69
8	82,27	80,77	80,23	79,25	81,97	79,31	81,99	80,10	79,40
9	81,27	80,18	81,63	82,72	80,92	80,55	79,96	80,98	79,83
Promedio	81,25	80,33	80,35	81,15	80,79	79,73	81,14	80,84	80,65
σ	1,08	0,68	1,15	1,31	0,86	0,64	0,84	0,60	1,34

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacis A., 2014

Tabla A8. Textura (Dureza, gf) en uvilla sin y con recubrimiento

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	467	437	305	550	557	571	381	461	508
2	468	405	444	462	556	513	570	480	460
3	482	571	409	450	499	490	556	460	453
4	497	523	380	430	473	489	505	456	452
5	499	507	372	406	454	431	445	439	433
6	499	492	371	387	442	426	435	434	427
7	504	478	366	382	442	412	433	427	426
8	514	473	365	357	395	408	377	421	361
9	497	402	311	340	390	389	377	399	347
Promedio	492	476	369	418	468	459	453	442	430
σ	16,11	55,34	43,07	63,97	60,84	60,11	74,60	24,78	49,60

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacis A., 2014

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Tabla A9. Aerobios mesófilos (UFC/g) en uvillas sin y con recubrimiento

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	50	0	20	10	10	30	20	0	10
2	50	10	20	40	10	10	10	0	0
3	60	0	0	10	20	10	0	0	0
4	110	10	10	10	0	10	0	0	0
5	150	20	10	0	0	0	0	0	0
6	130	0	0	0	0	0	0	0	10
7	120	0	0	10	10	10	0	0	10
8	150	0	10	20	10	0	0	0	0
9	110	0	0	10	20	0	0	10	0
Promedio	103	4	8	12	9	8	3	1	3
σ	40,31	7,26	8,33	12,02	7,82	9,72	7,07	3,33	5,00

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacis A., 2014

Tabla A10. Mohos y levaduras (UFC/g) en uvilla sin y con recubrimiento

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	20	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	0	0	0	0	0	0	0	0
3	10	0	0	0	0	0	0	0	0
4	30	0	0	0	0	0	0	0	0
5	20	0	0	0	0	0	0	0	0
6	30	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	0	0	0	0	0	0	0	0
8	10	0	0	0	0	0	0	0	0
9	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	20	0	0	0	0	0	0	0	0
σ	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacis A., 2014

Tabla A11. Coliformes (UFC/g) en uvilla sin y con recubrimiento de películas comestibles

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	20	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10	0	0	0	0	0	0	0	0
3	30	0	0	0	0	0	0	0	0
4	10	0	0	0	0	0	0	0	0
5	10	0	0	0	0	0	0	0	0
6	10	0	0	0	0	0	0	0	0
7	30	0	0	0	0	0	0	0	0
8	30	0	0	0	0	0	0	0	0
9	30	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	20	0	0	0	0	0	0	0	0
σ	9,43	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla A12. Porcentaje de Reducción de aerobios mesófilos sin y con recubrimiento comestible.

Observaciones	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	0	100	81	90	90	71	81	100	90
2	0	90	81	61	90	90	90	100	100
3	0	100	100	90	81	90	100	100	100
4	0	90	90	90	100	90	100	100	100
5	0	81	90	100	100	100	100	100	100
6	0	100	100	100	100	100	100	100	90
7	0	100	100	90	90	90	100	100	90
8	0	100	90	81	90	100	100	100	100
9	0	100	100	90	81	100	100	90	100
Promedio	0	96	92	88	91	92	97	99	97
σ	0,00	7,03	8,06	11,63	7,57	9,40	6,84	3,23	4,84

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla A13. Resumen de Análisis físico-químicos, microbiológico y sensorial en uvilla sin y con recubrimiento de películas

Parámetros	Control	Tratamientos								Aceptación o rechazo de la hipótesis
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	
°Brix	15,04d	15,17d	14,83d	15,64bc	15,22cd	15,64bc	16,13a	16,00ab	16,22a	Rechaza la hipótesis nula
pH	4,01ab	3,91a	3,95ab	4,00ab	4,02ab	4,11b	4,03ab	3,95ab	3,99ab	Rechaza la hipótesis nula
Porcentaje de acidez (% ácido cítrico)	1,77a	1,77a	1,72a	1,69a	1,75a	1,55a	1,75a	1,87a	1,90a	Acepta la hipótesis nula
Vitamina C (mg Vitamina C/100g)	53,53a	51,21bcde	51,89abcd	52,81ab	48,91f	51,35abc	50,75cde	50,29def	49,60ef	Rechaza la hipótesis nula
Índice de madurez (°Brix / % ácido cítrico)	8,53a	8,59a	8,70ab	9,35ab	8,78ab	10,57b	9,35ab	8,81ab	8,55a	Rechaza la hipótesis nula
Porcentaje de Humedad	81,25a	80,33ab	80,34ab	81,14ab	80,78ab	79,73b	81,13ab	80,83ab	80,64ab	Rechaza la hipótesis nula
Textura (dureza, gf)	492a	476a	369b	418ab	468a	459a	453a	442ab	430ab	Rechaza la hipótesis nula
Porcentaje de reducción de aerobios mesófilos	0b	95,66a	92,44a	88,00a	91,33a	92,33a	96,77a	98,99a	96,66a	Rechaza la hipótesis nula
Mohos y levaduras (UFC/g)	20	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Acepta la hipótesis nula
Coliformes (UFC/g)	20	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Acepta la hipótesis nula
Atributo Color	2,5b	2,61ab	2,64ab	2,80ab	3,02ab	3,19ab	3,67a	3,48ab	3,70a	Rechaza la hipótesis nula
Atributo Aroma	3,71a	3,67a	3,60a	2,28b	3,70a	3,86a	3,86a	3,93a	3,35a	Rechaza la hipótesis nula
Atributo Sabor	3,64a	4,04a	4,04a	4,01a	3,56a	4,33a	4,07a	4,17a	4,04a	Acepta la hipótesis nula
Atributo Textura	3,21a	3,24a	3,17a	3,37a	3,37a	3,66a	3,3a	3,85a	4,01a	Acepta la hipótesis nula
Aceptabilidad	3,85a	4,30a	4,21a	3,63a	3,66a	4,50a	4,08a	4,11a	4,34a	Acepta la hipótesis nula

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANÁLISIS SENSORIAL

Tabla A14. Análisis sensorial de atributo color en uvilla sin y con recubrimiento

Catadores	TRATAMIENTOS								
	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	2	3	3	4	4				
2	2					4	4	4	4
3	2	3	2					3	4
4	2			3	4	4	4		
5	2	4		3			4		5
6	3		3		2	3		3	
7	3	2			2		4	2	
8	3		3	2		3			3
9	3	2	2			3	3		
10	2			2	2			2	3
11	3	3		4		4		5	
12	2		3		3		4		2
13	4	3			4	3			5
14	2		1	2			2	4	
Promedio	2,14	2,89	2,21	2,50	2,79	3,21	3,43	3,14	3,43
σ	0,69	0,79	0,76	0,76	0,95	0,76	0,73	1,03	1,13

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla A15. Análisis sensorial del atributo aroma en uvilla sin y con recubrimiento

Catadores	TRATAMIENTOS								
	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	4	3	3	2	4				
2	4					4	4	4	4
3	3	3	3					4	4
4	3			2	4	4	3		
5	4	4		2			4		2
6	3		3		3	4		3	
7	4	3			3		3	4	
8	4		4	3		4			3
9	3	4	4			3	4		
10	4			3	4			4	4
11	4	4		2		4		4	
12	5		4		4		5		4
13	4	4			4	4			4
14	3		4	2			4	4	
Promedio	3,36	3,43	3,36	2,33	3,50	3,71	3,57	3,71	3,50
σ	0,53	0,45	0,38	0,27	0,41	0,39	0,67	0,39	0,76

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla A16. Análisis sensorial del atributo sabor en uvilla sin y con recubrimiento

Catadores	TRATAMIENTOS								
	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	3	4	4	5	4				
2	4					4	4	4	4
3	3	4	4					3	4
4	3			3	4	5	3		
5	4	4		3			4		4
6	3		5		3	3		3	
7	4	5			3		5	4	
8	4		3	4		4			4
9	4	5	4			5	4		
10	4			4	3			5	4
11	3	4		5		4		5	
12	4		4		4		5		3
13	4	3			4	5			5
14	4		4	4			4	5	
Promedio	3,54	4,07	3,71	3,64	3,43	4,07	4,00	4,00	3,71
σ	0,54	0,61	0,49	0,75	0,45	0,53	0,76	0,76	0,64

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla A17. Análisis sensorial del atributo textura en uvilla sin y con recubrimiento

Catadores	TRATAMIENTOS								
	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	3	3	4	4	3				
2	3					4	4	4	4
3	2	3	3					3	3
4	3			3	4	5	4		
5	3	3		3			3		5
6	4		4		4	4		5	
7	4	3			4		3	3	
8	3		3	4		3			3
9	4	4	2			4	4		
10	4			2	3			4	3
11	3	3		3		3		3	
12	3		4		3		3		4
13	3	4			4	4			5
14	3		3	4			3	4	
Promedio	3,11	3,14	3,07	3,00	3,29	3,43	3,29	3,29	3,57
σ	0,45	0,48	0,67	0,71	0,49	0,61	0,39	0,70	0,79

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla A18. Análisis sensorial de aceptabilidad en uvilla sin y con recubrimiento

Catadores	TRATAMIENTOS								
	Control	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
1	3	4	4	2	3				
2	3					4	4	3	5
3	3	4	4					3	4
4	4			3	4	5	3		
5	4	4		3			4		5
6	3		4		4	4		4	
7	5	5			3		5	5	
8	4		3	4		4			4
9	4	5	4			5	5		
10	4			4	4			5	4
11	4	4		4		4		4	
12	5		5		4		5		3
13	4	4			4	5			5
14	4		5	5			4	5	
Promedio	3,61	4,07	3,86	3,36	3,36	4,07	4,14	3,93	4,00
σ	0,66	0,35	0,56	0,99	0,48	0,45	0,63	0,79	0,71

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN EL ALMACENAMIENTO

Tabla A19. Aerobios mesófilos en uvilla recubierta con películas comestibles durante el almacenamiento en refrigeración.

Tiempo (días)	Tiempo (segundos)	Aerobios mesófilos (UFC/g)											
		A ₀				A ₁				A ₆			
		R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
0	0	10	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
4	345600	30	20	20	23	0	0	0	0	10	10	10	10
6	518400	30	20	30	27	0	0	0	0	10	20	10	13
11	950400	30	20	40	30	10	10	10	10	10	10	30	17
14	1209600	40	30	30	33	10	10	20	13	20	20	20	20
18	1555200	60	40	30	43	10	30	10	17	20	30	20	23
25	2160000	70	50	50	57	10	10	40	20	20	30	30	27
32	2764800	90	70	50	70	30	20	20	23	40	40	50	43
39	3369600	90	110	90	97	70	60	50	60	60	50	50	53

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla A 20. Mohos y Levaduras en uvilla recubierta con películas comestibles durante el almacenamiento en refrigeración.

Tiempo (días)	Tiempo (segundos)	Mohos y Levaduras (UFC/g)											
		A ₀				A ₁				A ₆			
		R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	345600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	518400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	950400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1209600	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1555200	20	30	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0
25	2160000	60	50	50	53	10	10	10	10	20	10	10	13
32	2764800	60	70	60	63	30	10	20	20	30	20	20	23
39	3369600	80	70	80	77	60	60	40	53	40	50	50	47

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANÁLISIS DE TEXTURA EN EL ALMACENAMIENTO

Tabla A21. Dureza de uvillas recubiertas con películas comestibles durante el almacenamiento en refrigeración de los mejores tratamientos.

Tiempo (días)	Tiempo (segundos)	Dureza (gf)											
		A ₀				A ₁				A ₆			
		R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
0	0	526	529	527	527	407	568	528	501	530	558	594	561
4	345600	458	505	365	480	524	448	506	495	544	425	537	502
6	518400	418	526	415	453	431	564	489	493	516	430	456	467
11	950400	443	495	503	443	488	485	490	488	394	461	432	429
14	1209600	485	346	409	413	586	419	421	475	498	417	312	409
18	1555200	394	322	453	390	396	516	497	470	377	389	388	385
25	2160000	395	393	309	366	391	444	434	423	365	311	308	328
32	2764800	43	295	333	224	300	272	272	281	247	227	318	264

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla A22. Valores de Ln de cada valor de UFC/g de aerobios mesófilos en uvillas con películas comestibles para los cálculos de vida útil del mejor tratamiento.

Tiempo (días)	Tiempo (segundos)	Ln A ₀	Ln A ₁	Ln A ₆
0	0	2,99573	-	-
4	345600	3,13549	-	2,30258
6	518400	3,29583	-	2,56494
11	950400	3,40119	2,30258	2,83321
14	1209600	3,49651	2,56495	2,99573
18	1555200	3,7612	2,83321	3,13549
25	2160000	4,04305	2,99573	3,29583
32	2764800	4,24849	3,13549	3,7612
39	3369600	4,57471	4,09434	3,97029

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla A23. Valores promedios de porcentaje de reducción de microorganismos de uvilla.

Parámetro microbiológico	Porcentaje de reducción		
	Lavada	UV-C	Película comestible tratamiento A ₁ (mejor Tr.)
Aerobios mesófilos	89	97	96
Mohos y Levaduras	89	100	100
Coliformes	84	100	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	95	100	100

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANEXO B

ANÁLISIS DE VARIANZA

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Tabla B1. Análisis de varianza de sólidos solubles (°Brix) en uvilla sin y con recubrimiento.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
Tratamientos	18,2484	8	2,28105	24,99	0,0000**
Error	6,6	72	0,0912963		
Total	24,8	80			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas B2. Análisis de varianza de pH en uvilla sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
Tratamientos	0,240462	8	0,0300577	2,14	0,0424*
Error	1,01018	72	0,0140302		
Total	1,25064	80			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas B3. Análisis de varianza de acidez (% ácido cítrico) en uvilla sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
Tratamientos	0,743099	8	0,0928873	1,66	0,1221
Error	4,01811	72	0,0558071		
Total	4,76121	80			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla B4. Análisis de varianza de Vitamina C (mg vitamina C /100g) en uvillas sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
Tratamientos	168,065	8	21,0082	15,26	0,0000**
Error	99,1194	72	1,37666		
Total	267,185	80			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla B5. Análisis de varianza de índice de madurez (°Brix / % de ácido cítrico) en uvilla sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
Tratamientos	31,3875	8	3,92343	2,53	0,0174*
Error	111,613	72	1,55019		
Total	143,001	80			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla B6. Análisis de varianza del porcentaje de humedad en uvilla sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
Tratamientos	17,3704	8	2,1713	2,25	0,0330*
Error	69,3821	72	0,963641		
Total	86,7525	80			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla B7. Análisis de varianza de textura (gf) en uvilla sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
Tratamientos	95915,0	8	11989,4	4,28	0,0003**
Error	201786,0	72	2802,59		
Total	297701,0	80			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Tabla B8. Análisis de varianza de aerobios mesófilos (UFC/g) en uvillas sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
Tratamientos	76461,7	8	9557,72	40,32	0,0000**
Error	17066,7	72	237,037		
Total	93528,4	80			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla B9. Análisis de varianza de porcentaje de reducción aerobios mesófilos en uvillas sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
Tratamientos	71517,2	8	8939,65	169,35	0,0000**
Error	3800,67	72	52,787		
Total	75317,9	80			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANÁLISIS SENSORIAL

Tabla B10. Análisis de varianza del atributo color en uvilla sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
A:TRATAMIENTOS	13,1834	8	1,64793	3,29	0,0045**
B:CATADORES	19,1977	13	1,47675	2,95	0,0032**
ERROR	24,0166	48	0,500346		
TOTAL	56,9857	69			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla B11. Análisis de varianza del aroma en uvilla sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
A:TRATAMIENTOS	12,9088	8	1,61359	6,74	0,0000**
B:CATADORES	7,93733	13	0,610564	2,55	0,0093*
ERROR	11,4912	48	0,239401		
TOTAL	33,1429	69			

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla B12. Análisis de varianza del sabor en uvilla sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
A:TRATAMIENTOS	3,81567	8	0,476959	1,05	0,4126
B:CATADORES	5,14424	13	0,395711	0,87	0,5862
ERROR	21,7843	48	0,45384		
TOTAL	30,8714	69			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla B13. Análisis de varianza de la textura en uvilla sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
A:TRATAMIENTOS	5,00461	8	0,625576	1,73	0,1165
B:CATADORES	12,676	13	0,97508	2,96	0,0064**
ERROR	17,3954	48	0,362404		
TOTAL	35,2714	69			

Fuente: Jhullana Villacís A.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla B14. Análisis de varianza de la aceptabilidad en uvilla sin y con recubrimiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad
A:TRATAMIENTOS	4,95484	8	0,619355	1,56	0,1618
B:CATADORES	11,5263	13	0,886636	2,23	0,0220*
ERROR	19,0452	48	0,396774		
TOTAL	35,7714	69			

Fuente: Laboratorio de la UOITA.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANEXO C

PRUEBA DE TUKEY

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Tablas C1. Prueba de Tukey de sólidos solubles (°Brix) en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 por ciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
2	14,8333	d
Control	15,0444	d
1	15,1778	d
4	15,2222	cd
5	15,6444	bc
3	15,6444	bc
7	16,0000	ab
6	16,1333	a
8	16,2222	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas C2. Prueba de Tukey de pH en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 por ciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
1	3,91222	a
7	3,95222	ab
2	3,95667	ab
8	3,99778	ab
3	4,00111	ab
Control	4,01667	ab
4	4,02333	ab
6	4,03444	ab
5	4,11333	b

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas C3. Prueba de Tukey de acidez (% ácido cítrico) en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
5	1,5567	a
3	1,6933	a
2	1,7211	a
6	1,7500	a
4	1,7544	a
1	1,7700	a
Control	1,7700	a
7	1,8767	a
8	1,9067	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas C4. Prueba de Tukey de Vitamina C en uvillas sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
4	48,9100	f
8	49,6000	ef
7	50,2900	def
6	50,7500	cde
1	51,2100	bcde
2	51,8967	abcd
5	52,3567	abc
3	52,8144	ab
Control	53,5333	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas C5. Pruebas de Tukey de índice de madurez en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
Control	8,5333	a
8	8,5556	a
1	8,5911	a
2	8,7055	ab
4	8,7844	ab
7	8,8111	ab
3	9,3500	ab
6	9,3588	ab
5	10,5789	b

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla C6. Prueba de Tukey de humedad en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
5	79,7300	b
1	80,3300	ab
2	80,3467	ab
8	80,6489	ab
4	80,7867	ab
7	80,8367	ab
6	81,1378	ab
3	81,1489	ab
Control	81,2533	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla C7. Prueba de Tukey de textura (gf) en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
2	369,222	b
3	418,222	ab
8	429,667	ab
7	441,889	ab
6	453,222	ab
5	458,778	ab
4	467,556	a
1	476,444	a
Control	491,889	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Tablas C8. Pruebas de Tukey de aerobios mesófilos (UFC/g) en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
7	1,111	a
6	3,333	a
8	3,333	a
1	4,444	a
5	7,777	a
2	7,777	a
4	8,888	a
3	12,222	a
Control	103,333	b

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas C9. Pruebas de Tukey de reducción de aerobios mesófilos en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
Control	0,000	b
3	88,000	a
4	91,333	a
5	92,333	a
2	92,444	a
1	95,666	a
8	96,666	a
6	96,777	a
7	98,888	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANÁLISIS SENSORIAL

Tablas C10. Pruebas de Tukey del atributo color en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
Control	2,5	b
A ₁	2,6106	ab
A ₂	2,64286	ab
A ₃	2,80415	ab
A ₄	3,02995	ab
A ₅	3,19124	ab
A ₇	3,48157	ab
A ₆	3,67512	a
A ₈	3,70737	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas C11. Pruebas de Tukey del atributo aroma en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
A ₃	2,28571	b
A ₈	3,35023	a
A ₂	3,60829	a
A ₁	3,67281	a
A ₄	3,70507	a
Control	3,71429	a
A ₆	3,86636	a
A ₅	3,86636	a
A ₇	3,93088	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas C12. Pruebas de Tukey del atributo sabor en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
A ₄	3,55991	a
Control	3,64286	a
A ₃	4,01152	a
A ₈	4,04378	a
A ₁	4,04378	a
A ₂	4,04378	a
A ₆	4,07604	a
A ₇	4,17281	a
A ₅	4,3341	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas C13. Pruebas de Tukey del atributo textura en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
A ₂	3,17742	a
Control	3,21429	a
A ₁	3,24194	a
A ₆	3,30645	a
A ₄	3,37097	a
A ₃	3,37097	a
A ₅	3,66129	a
A ₇	3,85484	a
A ₈	4,01613	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tablas C14. Pruebas de Tukey de aceptabilidad en uvilla sin y con recubrimiento

Método: 95,0 porciento HSD Tukey		
Tratamientos	Media	Grupos Homogéneos
A ₃	3,63134	a
A ₄	3,66359	a
Control	3,85714	a
A ₆	4,08295	a
A ₇	4,11521	a
A ₂	4,21198	a
A ₁	4,30876	a
A ₈	4,34101	a
A ₅	4,5023	a

Fuente: Jhullana Villacís A., 2014

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANEXO D

CÁLCULOS DE ACIDEZ, VITAMINA C

Y VIDA ÚTIL

ANEXO D1

Cálculo de % de ácido cítrico de uvilla recubierta con películas comestibles, tratamiento A₂ (Dilución 1:10).

$$\%Acidocítrico = \frac{V_1 * N}{V_2} * K * 100$$

$$\%Acidocítrico = \frac{2.7ml * 0.1meq/ml}{10ml} * 0.064g/meq * 100 = 0.172$$

$$\%Acidocítrico = 0.172 * 10 = 1.72$$

Donde:

V₁= volumen de NaOH consumido (ml)

V₂= volumen de la muestra (10 ml)

K = peso equivalente del ácido cítrico (0,064 g/meq)

N = normalidad del NaOH (0,1 meq/ml)

ANEXO D2

Cálculo de la Vitamina C de uvilla recubierta con películas comestibles, tratamiento A₁ (Dilución 1:10).

$$VitaminaC = \frac{\text{ml sal sódica gastados} * \text{factor}}{5\text{ml de pulpa diluida}} * \frac{(12\text{g fruta} + 50\text{ ml ac. oxálico})}{(12\text{g fruta utilizada})} * 100$$

$$VitaminaC = \frac{2.4 * 0.2}{5} * \frac{62}{12} * 100 = 49,60\text{mg VitaminaC}/100\text{g de fruta}$$

Donde Factor: 0,2mg de vitamina C/ml de sal sódica

ANEXO D3

Cálculo de vida útil

Matemáticamente se expresa la Ec. de cinética de primer orden

$$\ln C = Kt + \ln C_0$$

En la ecuación de cinética de primer orden, se despejó el tiempo y se tiene:

$$\text{Log} C = \frac{2.303kt}{2.303} + \text{Log} C_0$$

$$t = \frac{\text{Log} C - C_0}{k}$$

Considerando:

Ecuación del Gráfico 14, tratamiento A₀ se tiene que:

$$r = 0.9969$$

$$C_0 = 2.994$$

$$K = 5E-7$$

$$C = 1,00E4$$

Para el cálculo de la vida útil de uvilla se considero el parámetro microbiológico para aerobios mesófilos de 10000 UFC/g según la norma ISO 4833:2003

$$t = \frac{(\text{Log} 1.00E4 - 2.994)}{5E - 07}$$

$$t = 23.28 \text{ días}$$

Ecuación del Gráfico 14, tratamiento A₁ se tiene que:

$$t = \frac{(\text{Log} 1.00E4 - 1.6547)}{7E - 07}$$

$$t = 38.77 \text{ días}$$

Ecuación del Gráfico 14, tratamiento A₆ se tiene que:

$$t = \frac{(\text{Log}1.00E4 - 2.273)}{5E - 07}$$

$$t = 39.97 \text{días}$$

ANEXO E

DATOS BIBLIOGRÁFICOS

Cuadro E1. Principales países productores de uvilla correspondiente a la partida 08.10.90, a nivel mundial. Valores expresados en miles de dólares, y ordenado por el valor total exportado 2006-2010:

Exportadores	Valor Exportado 2006	Valor Exportado 2007	Valor Exportado en 2008	Valor Exportado 2009	Valor Exportado 2010	Valor Total Exportado 2006-2010
Vietnam	91,218	106,606	157,328	159,909	230,796	745,857
España	103,063	122,804	135,15	128,29	173,222	662,529
Tailandia	102,239	109,133	119,272	158,698	169,418	658,76
Países Bajos (Holanda)	81,145	106,763	132,285	114,685	170,024	604,902
Hong Kong (China)	43,126	57,062	74,472	102,837	3	277,5
Estados Unidos de América	36,045	38,17	48,596	62,292	80,414	265,517
Uzbekistán	66,839	44,231	37,23	39,404	49,574	237,278
China	13,682	24,476	35,014	69,641	93,091	235,904
Azerbaiyán	29,139	36,724	57,997	46,079	51,872	221,811
Colombia	31,487	36,477	40,041	37,737	37,838	183,58

Fuente: TRADE MAP (2006 -2010)

Cuadro E2. Uvilla (Uchuva) -Cuadro resumen del estado de madurez, Norma ICONTEC NTC 4580

UCHUVA CUADRO RESUMEN NORMA ICONTEC NTC 4580

Color	Aspecto externo del fruto	°Brix mínimo	% de ácido cítrico máximo	Índice de Madurez °Brix % ácido
Cero	Fruto fisiológicamente desarrollado color verde oscuro	9,4	2,69	3,5
Uno	Fruto de color verde un poco más claro	11,4	2,7	4,2
Dos	El color verde se mantiene en la zona cercana al cáliz y hacia el centro del fruto aparecen unas tonalidades anaranjadas	13,2	2,56	5,2
Tres	Fruto de color anaranjado claro con visos verdes hacia la zona del cáliz	14,1	2,34	6
Cuatro	Fruto de color anaranjado claro	14,5	2,03	7,1
Cinco	Fruto de color anaranjado	14,8	1,83	8,1
Seis	Fruto de color anaranjado intenso	15,1	1,68	9

Fuente: Instituto Colombiano de Normas Técnicas, NTC 4580

Cuadro E3. Ventajas y desventajas de utilizar UV en alimentos sólidos.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ No produce alteraciones organolépticas en la mayor parte de los alimentos. ✓ Método físico en el cual la energía es el medio germicida, sin generar productos secundarios indeseables. ✓ El tratamiento no produce residuos químicos ni radiación. ✓ Es efectivo para desinfección de diversas superficies. ✓ Es eficaz para la inactivación de muchos microorganismos ✓ Es de fácil aplicación. ✓ Bajo costo y mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los organismos protegidos por sólidos (partículas, polvo o cubiertas) no son afectados. ✓ Poca penetración en materiales sólidos o líquidos no transparentes ✓ La exposición prolongada a rayos UV pueden dañar la vista y causar quemaduras. ✓ La unidad o equipo UV se debe colocar tan cerca como sea posible del producto a tratar. ✓ Los microorganismos pueden reparar los efectos destructivos de la radiación UV mediante un "mecanismo de reparación", también conocida como foto reactivación o, en ausencia de radiación, como reparación en oscuro.

Fuente: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar>

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Cuadro E4. Dosis baja y alta de luz UV-C (254 nm) necesarios para inhibir 100% de varios tipos de microorganismos.

Microorganismo	Dosis Baja (J/m ²)	Microorganismo	Dosis alta (J/m ²)
Chlorella vulgaris	220	Alga verde azul	4200
Bacillus megatherium	25	Sarcnia lutea	264
Bacillus subtilis	220	Bacillus anthracis	462
Dospora lactis	1120	Aspegillus niger	3300
Levadura de cerveza	66	Saccharomyces sp.	176

Fuente: Guerrero, Barbosa J., 2004.

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

ANEXO F

**NORMAS TÉCNICAS – NORMAS SANITARIAS
METODOLOGIA PARA ANÁLISIS FISICO
QUIMICOS**

ANEXO F1

Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Frutas frescas. Uchuva. Producto Vegetal.

FRUTAS FRESCAS - UCHUVA. ESPECIFICACIONES

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la uchuva (*Physalis peruviana L.*), destinada para el consumo fresco o como materia prima para el procesamiento.

2. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CALIBRE

2.1 DEFINICIONES

Para efectos de la presente norma se consideran las siguientes definiciones:

2.1.1 Capacho o Cáliz: conjunto de hojas o sépalos que protegen el fruto.

2.1.2 Pedúnculo: tallo del fruto.

2.1.3 Rajadura: rompimiento superficial de la epidermis.

2.1.4 Tabla de color: indica el desarrollo de la madurez del fruto a través de los cambios de color externo. Se identifican los estados por una escala numérica que inicia en 0 y termina en 6.

2.1.5 Fruto fisiológicamente desarrollado: estado en el cual se inicia el proceso de maduración del fruto y corresponde al color 0 de la tabla de color.

2.1.6 Fruto no climatérico: se refiere a los productos que al ser cosechados, presentan una disminución de la tasa de respiración, ocasionando cambios poco notorios principalmente en los contenidos de azúcares y ácidos.

2.2 CLASIFICACIÓN

La uchuva se comercializa con o sin capacho. Independiente del calibre y del color, se clasifica en tres categorías que se definen a continuación.

2.2.1 Categoría extra

La uchuva debe cumplir los requisitos generales definidos en el numeral 3.1 y estar exenta de todo defecto que demerite la calidad del fruto (véase la Figura 1). El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 5 % del área total.



Figura 1. Categoría extra

2.2.2 Categoría I

La uchuva debe cumplir los requisitos generales definidos en el numeral 3.1 y estar exenta de todo defecto que demerite la calidad del fruto (véase la Figura 2). El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos).

Estos defectos en conjunto no deben exceder el 10 % del área total.



Figura 2. Categoría I

2.2.3 Categoría II

Comprende la uchuva que no puede clasificarse en las categorías anteriores, pero cumple los requisitos generales definidos en el numeral 3.1. Se admiten frutos rajados que no excedan el 5% del área total (véase la Figura 3). El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 20 % del área total.



Figura 3. Categoría II

2.3 CALIBRE

Se determina por el diámetro ecuatorial de cada fruto, como se indica en el numeral 5.1, de acuerdo con la siguiente escala:

Tabla 1. Calibres de la uchuva

Diámetro (mm)	Calibre
≤ 15,0	A
15,1 - 18,0	B
18,1 - 20,0	C
20,1 - 22,0	D
≥ 22,1	E

Nota. Se pueden tener frutos de categoría extra y de las demás categorías, en cualquiera de los calibres establecidos en la Tabla 1.

3. REQUISITOS Y TOLERANCIAS

3.1 REQUISITOS GENERALES

El fruto y el capacho en todas las categorías deben estar sujetos a los requisitos y tolerancias permitidas. Además, deben tener las siguientes características físicas:

- Los frutos deben estar enteros.- Deben tener la forma esférica característica de la uchuva.- La coloración de los frutos debe ser homogénea dependiendo del estado de madurez definido en la tabla de color.
- Deben presentar aspecto fresco y consistencia firme, su corteza debe ser lisa y brillante.
- Deben estar sanos (libres de ataques de insectos y/o enfermedades, que demeriten la calidad interna del fruto).
- Deben estar libres de humedad externa anormal producida por mal manejo en las etapas poscosecha (recolección, acopio, selección, clasificación, adecuación, empaque, almacenamiento y transporte).
- Deben estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraño (provenientes de otros productos, empaques o recipientes y/o agroquímicos con los cuales hayan estado en contacto).
- Deben estar exentos de materiales extraños (tierra, polvo, agroquímicos y cuerpos extraños), visibles en el producto o en su empaque.
- La longitud del pedúnculo no debe exceder de 25 mm.

Los residuos de plaguicidas no deben exceder los límites máximos establecidos en el Codex Alimentarius.

3.2 REQUISITOS DE MADUREZ

La madurez de la uchuva se aprecia visualmente por el cambio del color externo. Su estado se puede confirmar por medio de la determinación de sólidos solubles totales, acidez titulable e índice de madurez.

La siguiente descripción relaciona los cambios de color con los diferentes estados de madurez (véase la Figura 4):

COLOR 0: fruto fisiológicamente desarrollado de color verde oscuro.

COLOR 1: fruto de color verde un poco más claro.

COLOR 2: el color verde se mantiene en la zona cercana al cáliz y hacia el centro del fruto aparecen unas tonalidades anaranjadas

COLOR 3: fruto de color anaranjado claro con visos verdes hacia la zona del cáliz.

COLOR 4: fruto de color anaranjado claro.

COLOR 5: fruto de color anaranjado.

COLOR 6: fruto de color anaranjado intenso.

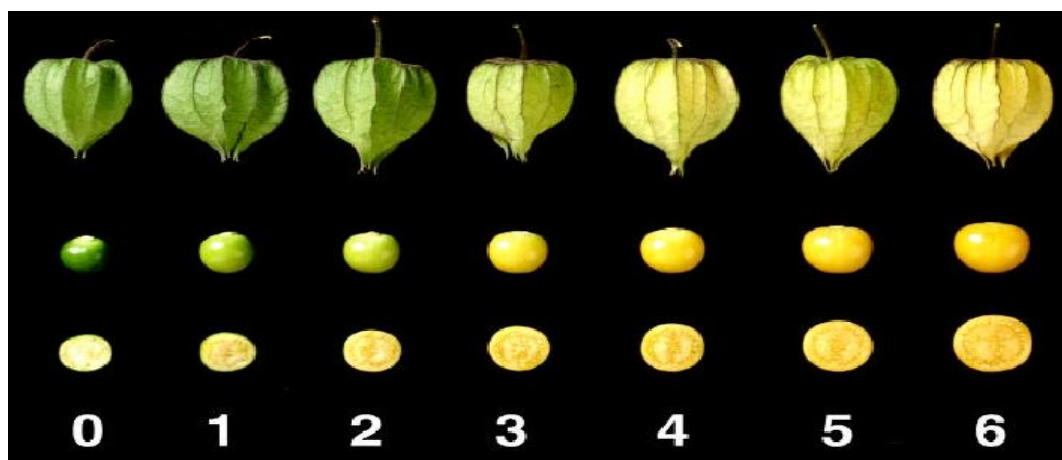


Figura 4. Tabla de color de la uchuva

El cambio en el color del capacho no es un indicativo del avance de la madurez del fruto.

3.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS

3.3.1 Sólidos solubles totales

Los valores mínimos de sólidos solubles totales, determinados como se indica en el numeral 5.2, que presenta cada uno de los estados identificados en la tabla de color (véase la Figura 4), son los siguientes:

Tabla 2. Contenido mínimo de sólidos solubles totales expresado como grados Brix (° Brix), de acuerdo con la tabla de color.

Color	0	1	2	3	4	5	6
°Brix (mínimo)	9,4	11,4	13,2	14,1	14,5	14,8	15,1

3.3.2 Acidez titulable

Los valores máximos de acidez titulable, determinados como se indica en el numeral 5.3, que presenta cada uno de los estados identificados en la tabla de color (véase la Figura 4), son los siguientes:

Tabla 3. Contenido máximo de acidez expresado como porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo con la tabla de color

Color	0	1	2	3	4	5	6
°Brix (mínimo)	2,69	2,7	2,56	2,34	2,03	1,83	1,68

3.3.3 Índice de madurez

Los valores mínimos del índice de madurez, determinados como se indica en el numeral 5.4, que presenta cada uno de los estados identificados en la tabla de color (véase la Figura 4), son los siguientes:

Tabla 4. Índice de madurez mínimo expresado como °Brix / porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo con la tabla de color

Color	0	1	2	3	4	5	6
°Brix /%Acido							
Cítrico	3,5	4,2	5,2	6,0	7,1	8,1	9

Para su comercialización se debe tener en cuenta que la uchuva es un fruto no climatérico (véase el numeral 2.1.5)

El grado de madurez debe permitir la manipulación y el transporte de los frutos, sin deterioro alguno hasta su destino final.

3.4 TOLERANCIAS

Se admiten tolerancias de calidad, color y calibre, en cada unidad de empaque para los productos que no cumplan los requisitos de la categoría indicada.

3.4.1 Tolerancias de calidad

3.4.1.1 Categoría extra. Para los frutos con o sin capacho se admite hasta el 5 % en número o en peso de uchuvas, que no correspondan a los requisitos de esta categoría, pero cumplan los requisitos de la categoría I.

3.4.1.2 Categoría I. Para los frutos con o sin capacho se admite hasta el 10 % en número o en peso de uchuvas, que no correspondan a los requisitos de esta categoría, pero cumplan los requisitos de la categoría II.

3.4.1.3 Categoría II. Para los frutos con o sin capacho se admite hasta el 10 % en número o en peso de uchuvas, que no cumplan los requisitos de esta categoría, ni los requisitos generales definidos en el numeral 3.1, con excepción de los productos que presenten magulladuras severas. En esta categoría se admite máximo hasta el 20 % en número en peso de frutos rajados, con un área superior al 5 %.

3.4.2 Tolerancias de calibre

Para todas las categorías se acepta hasta el 10 % en número o en peso de frutos que correspondan al calibre inmediatamente inferior o superior, al señalado en el empaque.

3.4.3 Tolerancias de color

Para todas las categorías se acepta hasta el 10 % en número o en peso de frutos que correspondan al color inmediatamente inferior o superior, al señalado en el empaque.

4. TOMA DE MUESTRAS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O DE RECHAZO

4.1 TOMA DE MUESTRAS

Para determinar la muestra destinada a medir el diámetro ecuatorial, se debe consultar la siguiente tabla:

Tabla 5. Tamaño de la muestra

Tamaño del lote (Plantas, empaques, frutos)	Tamaño de la muestra (Plantas, empaques, frutos)
Hasta 150	5
151 - 1 200	20
1 201 - 10 000	32
10 001 - 35 000	50
35 001 - 500 000	80
500 001 y mas	125

Nota. En el Anexo A se contempla un ejemplo de aplicación de la Tabla 5.

Para identificar el estado de madurez se realizan los análisis físicos y químicos al jugo obtenido a partir de 400 g de frutos por cada color (véase la NTC 756).

4.2 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O DE RECHAZO

Si la muestra evaluada no cumple los requisitos especificados en esta norma, se debe rechazar el lote. En caso de discrepancia, se deben repetir los ensayos sobre la muestra reservada para tal fin. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso debe ser motivo para rechazar el lote

5. ENSAYOS

5.1 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO

Se mide el diámetro ecuatorial de cada fruto con un calibrador y el resultado se expresa en milímetros (mm).

5.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

Se determina por el método refractométrico y se expresa en grados Brix (°Bx). La lectura se debe corregir utilizando el porcentaje de ácido cítrico, mediante la siguiente ecuación:

$$.S.S.T_{COR} = 0.194 \times A + S.S.T$$

Donde:

A = % Acido Cítrico

S.S.T = sólidos solubles totales en grados Brix

Si el refractómetro utilizado no realiza la corrección por temperatura, se debe corregir la lectura como se indica en el Anexo B.

5.3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE

Se determina por el método de titulación potenciométrica. Se expresa como porcentaje de ácido cítrico y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\%Acido\ Citrico = \frac{V_1 * N}{V_2} * K * 100$$

Donde:

V_1 = volumen de NaOH consumido (ml)

V_2 = volumen de la muestra (5 ml)

K = peso equivalente del ácido cítrico (0,064 g/meq)

N = normalidad del NaOH (0,1 meq/ml)

5.4 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ

Se obtiene de la relación entre el valor mínimo de los sólidos solubles totales y el valor máximo de la acidez titulable. Se expresa como °Brix / % ácido cítrico

$$\text{índice de madurez} = \frac{S.S.T.}{\text{Acidez titulable}}$$

6. EMPAQUE Y ROTULADO

6.1 EMPAQUE

El contenido de cada unidad de empaque debe ser homogéneo y estar compuesto únicamente por frutos del mismo origen, variedad, categoría, color y calibre. La parte visible del contenido del empaque debe ser representativa del conjunto.

Los empaques deben estar limpios y compuestos por materiales que no causen alteraciones al producto. Se acepta el uso de etiquetas con indicaciones comerciales siempre que se utilicen materiales no tóxicos y que permitan ser reciclados. Para ilustrar los sistemas de empaque véanse las Figuras 5 y 6.

Para el mercado interno se debe utilizar una canastilla plástica de fondo liso (véase la Figura 5). Las medidas externas son de 600 mm x 400 mm x 130 mm ó 500 mm x 300 mm x 150 mm (submúltiplos de las estibas de 1200 mm x 800 mm ó 1 200 mm x 1 000 mm). Si se empaca a granel se debe llenar la canastilla hasta 80 mm de altura como máximo y con una capacidad máxima de 6,5 Kg de fruta. Si se requiere dosificar el producto en la canastilla plástica, éste se debe empaquetar en unidades de 250 g a 450 g.



Figura 5. Empaque para el mercado interno

Para el mercado de exportación (véase la Figura 6), el producto se debe presentar dosificado en envases plásticos perforados en unidades de 250 g a 450 g. Las dimensiones externas de la base de los empaques deben ser 400 mm x 300 mm ó 500 mm x 300 mm (submúltiplos de las estibas de 1200 mm x 800 mm ó 1 200 mm x 1 000 mm).



Figura 6. Empaque para el mercado de exportación

6.2 ROTULADO

El rótulo debe llevar la siguiente información tanto para el mercado interno como para el externo:

- Identificación del productor, exportador o empacador (marca comercial, nombre, dirección o código)

- Nombre del producto: UCHUVA o PHYSALIS
- País de origen y región productora
- Características comerciales: categoría, calibre, peso neto y coloración en el momento del empaque
- Fecha de empaque
- Impresión con la simbología que indique el manejo adecuado del producto (véase la NTC 2479)

7. APÉNDICE

7.1 NORMAS QUE SE DEBEN CONSULTAR

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia dentro de este texto, constituyen la integridad de esta norma. En el momento de la publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización, los participantes, mediante acuerdos basados en esta norma, deben investigar la posibilidad de aplicar la última versión de las normas mencionadas a continuación.

NTC 756:1973, Frutas y Hortalizas. Toma de muestras.

NTC 2479:1988, Embalajes. Indicaciones gráficas para el manejo de artículos.

Anexo A (Informativo)

Ejemplo de aplicación de la tabla 5 Muestreo a nivel de huerto

Para el cultivo de uchuva varían las distancias de siembra que van desde 1 m x 1 m hasta 3 m x 3 m, generando diferentes densidades por unidad de área. Por ejemplo, si en 1 hectárea las plantas están a una distancia de 3 m x 2 m, entonces la densidad de siembra es de 1666 plantas, el tamaño de la muestra es el siguiente:

- Número total de plantas.....1666
- Plantas a cosechar.....32

- Recolectar de cada planta todos los frutos que cumplan con los criterios de cosecha manejados por el agricultor.

Muestreo de la fruta empacada

A granel: si el lote a evaluar tiene 500 cajas con un peso aproximado de 6,5 Kg cada una, el tamaño de la muestra es de 20 cajas escogidas al azar y debido a que cada caja contiene aproximadamente 1300 frutos, de cada una se toman 32 frutos, por lo tanto el total de la muestra para este lote será de 640 frutos.

Dosificada: si el lote a evaluar tiene 500 cajas, el procedimiento es el siguiente:

1. Se escogen al azar 20 cajas.
2. De cada caja se toman 5 canastillas (100 canastillas en total)
3. De cada canastilla se calibran 5 frutos.

Anexo B

Corrección de la lectura de °Bx por temperatura, estandarizado A 20 °C.

° Bx	0	5	10	15	20
°C	Restar				
10	0,50	0,54	0,58	0,61	0,64
11	0,46	0,49	0,53	0,55	0,58
12	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52
13	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46
14	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40
15	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34
16	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27
17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
18	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14
19	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
°C	Sumar				
21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
22	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15
23	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22
24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
25	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38
26	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45
27	0,41	0,50	0,52	0,53	0,54
28	0,56	0,57	0,60	0,61	0,62
29	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71
30	0,72	0,74	0,77	0,78	0,80

La presente Norma Técnica Colombiana fue estructurada con base en los resultados obtenidos de la caracterización física y química de la uchuva, en las zonas representativas de producción, mediante el trabajo de investigación desarrollado por el Centro Nacional de

Investigaciones de Café, CENICAFÉ; dentro de los términos de referencia del convenio suscrito entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia para la ejecución del Proyecto de Normalización y Homologación Internacional de Frutas y Hortalizas para Colombia a nivel nacional. Cenicafé, Chinchiná, Caldas. Octubre de 1998

ANEXO F2

Determinación De Ácido Ascórbico

Fundamento: Este método se fundamenta en la reducción de una solución de sal sódica del 2,6-dicloro fenol indofenol (DFI) por el ácido ascórbico. Este se oxida y pasa de ácido deshidroascórbico, reacción que ocurre a medida que se añade solución titulante (DFI) sobre la solución que contiene el ácido ascórbico. El punto final está determinado por la aparición de una coloración rosada debida a la presencia de DFI sin reducir, en medio ácido.

Reactivos:

- ✓ Solución 2,6-dicloro fenol indofenol (sal sódica, 400ppm)
- ✓ Ácido oxálico al 1,6%
- ✓ Ácido ascórbico puro

Procedimiento:

- ✓ **Estandarización de la solución (DFI)**
Pesar 50 mg de ácido ascórbico y llevar a 250 ml con una solución de ácido oxálico al 1,6%. Diluir alícuotas de 2 ml de esta solución con 5 ml de la solución de ácido oxálico y titular con la solución de DFI. El punto final de la reacción está determinado por la aparición de un color rosado, producido por el DFI sin reaccionar en medio ácido (este color debe persistir durante 15 segundos o más).

✓ **Determinación del contenido de ácido ascórbico en la muestra**

Pesar 12 g de fruta. Añadir un volumen igual de solución de ácido oxálico al 1,6% y mezclar. Transferir cuantitativamente a un matraz aforado de 50 ml, añadir solución de ácido oxálico en csp 50 ml (si se forma burbujas de aire en la solución, agitar y añadir una gota de alcohol caprílico para romper la espuma).

Licuar la muestra anterior por 1 minuto y filtrar, descartar los primeros mililitros de filtrado. Tomar una alícuota de 10 ml y titular con la solución (DFI) ésta es reducida por el ácido ascórbico lo cual se manifiesta por la aparición de una coloración rosada que desaparece en breve tiempo. El punto final de la titulación, será cuando esta coloración persista en la mezcla durante un tiempo de 15 segundos o más.

Expresar los resultados en mg de ácido ascórbico/100 g de hortaliza o fruta, para lo cual se empleará la ecuación 2 para obtener el contenido de vitamina C (mg) en la fruta.

ANEXO F3

Determinación De Humedad – Método de la estufa de aire

Fundamento: Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y 95% en los alimentos naturales. El método es aplicable a alimentos sólidos, líquidos o pastosos no susceptibles a degradación al ser sometidos a temperaturas superiores a 105 °C. Este método es inadecuado para productos ricos en sustancias volátiles distintas del agua. El método se basa en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa, de la muestra desecada hasta masa constante en estufa de aire.

Procedimiento:

- ✓ Efectuar el análisis en duplicado
- ✓ Colocar la cápsula destapada y la tapa durante al menos 1 hora en la estufa a la temperatura de secado del producto.
- ✓ Empleando pinzas, trasladar la cápsula tapada al desecador y dejar enfriar durante 30 a 45 min. Pesarse la cápsula con tapa con una aproximación de 0.1 mg. Registrar (m_1).
- ✓ Pesarse 5 g de muestra previamente homogeneizada. Registrar (m_2).
- ✓ Colocar la muestra con cápsula destapada y la tapa en la estufa a la temperatura y tiempo recomendado $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ x 5 horas.
- ✓ Tapar la cápsula con la muestra, sacarla de la estufa, enfriar en desecador durante 30 a 45 min.
- ✓ Repetir el procedimiento de secado por una hora adicional, hasta que las variaciones entre dos pesadas sucesivas no excedan de 5 mg (m_3).

La humedad del producto expresada en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100$$

Donde:

m_1 : Masa de la cápsula vacía y de su tapa, en gramos

m_2 : Masa de la cápsula tapada con la muestra antes del secado, en gramos

m_3 : Masa de la cápsula con tapa más la muestra desecada, en gramos

ANEXO F4

Medición del pH Utilizando el Potenciómetro

Fundamentación: El método se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro).

Reactivos:

- ✓ Solución reguladora de pH 7
- ✓ Agua destilada

Procedimiento:

- ✓ Calibrar el potenciómetro mediante el uso de la solución reguladora y fijar la temperatura.
- ✓ Preparar la muestra 10 g en 90 ml de agua destilada y licuar por 1 minuto.
- ✓ En un vaso de precipitación colocar 50 ml de la muestra a 20 °C.
- ✓ Introducir el electrodo directamente en la muestra por lo menos 45 segundos y leer directamente.

ANEXO F5

Determinación de Sólidos Solubles

Fundamentación: Los grados Brix representan el porcentaje de sólidos solubles presentes en una solución. La refractometría se basa en los cambios del índice de refracción que sufre una sustancia cuando otra es disuelta en ella. Para realizar estas mediciones el más útil es el refractómetro de mano, el cual consiste en un tubo con un prisma en su interior que dirige el rayo de luz incidente hacia una escala observable en un ocular. Al colocar una muestra líquida sobre el prisma, ésta ocasiona una desviación proporcional a la cantidad de sólidos disueltos. Esta desviación

es leída en la escala como porcentaje de azúcar, conocida también como grados Brix.

Procedimiento:

- ✓ Colocar 5 g de muestra en un mortero y triturar para obtener el zumo para realizar la medición.
- ✓ Lavar con agua destilada el brixómetro y posteriormente secarlo.
- ✓ Colocar 1 a 2 gotas de la muestra a analizarse.
- ✓ Observar los valores en un lugar donde haya abundante luz y reportar los valores.

Parámetros Microbiológicos Empleados para Frutas

Tabla F6. Hortalizas frescas (art. 820 del CAA) y frutas frescas (art. 879 del CAA)

Parámetro	Criterio microbiológico	Método de referencia
E. coli NMP/g	n=5 c=1 m=10 M=100	BAM-FDA: 2002, método I o II* ISO/TS 16649-3: 2005*
Salmonella / 25g	n=5 c=0 m= Ausencia	BAM-FDA: 2006* ISO 6579: 2002*
E. coli O157: H7/NM / 25 g	n=5 c=0 m= Ausencia	BAM-FDA: 2002*

Fuente: BAM-FDA: Bacteriological Analytical Manual. Food and Drug Administration

Tabla F7. Vegetales mínimamente procesados: Hortalizas y frutas enteras o cortadas, lavadas y tratadas, envasadas, listas para consumir en estado crudo.

Parámetro	Criterio microbiológico	Método de referencia
E. coli NMP/g	n=5 c=0 m<0,3	BAM-FDA: 2002, método I o II*
Salmonella 25g	n=5 c=0 m= Ausencia	BAM-FDA: 2006* ISO 6579: 2002*
E. coli O157: H7/NM/25g	n=5 c=0 m= Ausencia	BAM-FDA: 2002*

BAM-FDA: Bacteriological Analytical Manual. Food and Drug Administration (*) o su versión más actualizada

"n" (minúscula): Número de unidades de muestra requeridas para realizar el análisis, que se eligen separada e independientemente, de acuerdo a normas nacionales o internacionales referidas a alimentos y bebidas apropiadas para fines microbiológicos.

"c": Número máximo permitido de unidades de muestra rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o unidades de muestra provisionalmente aceptables en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor a "c" se rechaza el lote.

"m" (minúscula): Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a "m", representa un producto aceptable y los valores superiores a "m" indican lotes rechazables en un plan de muestreo de 2 clases.

"M" (mayúscula): Los valores de recuentos microbianos superiores a "M" son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

http://www.conal.gov.ar/GpoTrabajo/cinf/criterios_micro/criterios_11_al.pdf

Tabla F8. Productos listos para consumo

Parámetros	Criterio de aceptación	Metodología
Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	n=5, c=2, m=10 ³ , M=10 ⁴	ISO 4833:2003 BAM/FDA: 2001
Recuento de coliformes (NMP/g)	n=5, c=1, m<3, M=20	ISO 4831:2001 ICMSF (método 1) BAM-FDA: 2002 (método 1)
Recuento de E. coliformes (NMP/g)	n=5, c=0, m<3	ICMSF (método 1)
Salmonella spp./25g	n=5, c=0, Ausencia	ISO 6579: 2002 BAM-FDA:2007
Recuento de estafilococos coagulasa positiva (UFC/g)	n=5, c=1, m=10, M=100	ISO 6888-1;1999
Recuento de Hongos y Levaduras (UFC/g)	n=5, c=2, m=10, M=3x10 ²	ISO 21527-1:2008 y ISO 21517- 2:2008

(*) No aplicable a los productos alimenticios en cuya elaboración interviene procesos de fermentación por bacterias lácticas

Fuente: BAM-FDA: Bacteriological Analytical Manual. Food and Drug Administration

http://www.conal.gov.ar/gpotrabajo/cinf/criterios_micro/criterios_40_ai.pdf

ANEXO G

HOJA DE CATACIÓN

Hoja de evaluación sensorial para la calidad organoléptica de uvilla (*Physalis peruviana L.*)” con recubrimiento de películas comestibles

Nombre:

Fecha:.....

Por favor deguste las muestras que se presentan y señale la aceptabilidad del atributo sensorial según la escala planteada. Para cada atributo marque con una X la que mejor describe su percepción.

Atributos	Escala	Muestras			

COLOR	1	Anaranjado muy débil				
	2	Anaranjado				
	3	Anaranjado característico				
	4	Anaranjado intenso				
	5	Anaranjado brillante				

AROMA	1	Desagrada mucho				
	2	Desagrada				
	3	Ni desagrada ni agrada				
	4	Agrada				
	5	Agrada mucho				

SABOR	1	Disgusta mucho				
	2	Disgusta				
	3	Ni disgusta ni gusta				
	4	Gusta				
	5	Gusta mucho				

TEXTURA	1	Muy dura				
	2	Dura				
	3	Ni dura ni suave				
	4	Suave				
	5	Muy suave				

ACEPTABILIDAD	1	Disgusta mucho				
	2	Disgusta				
	3	Ni disgusta ni gusta				
	4	Gusta				
	5	Gusta mucho				

Fuente: Jhullana Villacis A.

COMENTARIO:

.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

ANEXO H

**ANÁLISIS DE COSTO DEL PRODUCTO FINAL
(ESTUDIO A NIVEL DE LABORATORIO)**

Tabla H1. Costo de la Materias Primas

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Uvillas	Kg	10,00	1,00	10,00
Gelatina	g	10,48	0,04	0,37
Tween	g	2,09	0,03	0,06
Glicerol	g	3,490	0,004	0,01
Ac. Cítrico	g	0,87	0,14	0,12
Envases	Unidades	35,00	0,05	1,75
Total (\$)				12,31

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla H2. Costos de los equipos por horas utilizadas.

Equipos	Costo (USD\$)	Vida útil (años)	Costo(USD\$) anual	Costo (USD\$) hora	Horas utilizadas	Total (USD\$)
Balanza de Humedad	1600	10	133,33	0,069	2	0,14
Balanza (5kg)	800	10	66,67	0,035	3	0,10
Cocina	150	10	12,50	0,007	2	0,01
Licuada	70	10	5,83	0,003	1	0,00
Equipo UV-C	300	10	25,00	0,013	2	0,03
pH-metro	1300	10	108,33	0,056	2	0,11
Brixómetro	147	10	12,25	0,006	1	0,01
Texturómetro	25000	10	2083,33	1,085	2	2,17
Refrigerador	1200	10	100,00	0,052	16	0,83
Utensilios	150	5	12,50	0,007	1	0,01
Total (\$)						3,41

Tabla H3. Costos de los servicios básicos.

Servicios	Unidad	Consumo	Precio unitario (USD\$)	Total
Energía eléctrica	Kw/h	5	0,86	4,3
Agua	m ³	2	1,8	3,6
Gas	Kg	15	0,12	1,8
Total (\$)				9,7

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla H4.Costo de la mano de obra

Personal	Sueldo (USD\$)	Costo hora(USD\$)	Horas laboradas	Total(USD\$)
1	340	1,42	8	11,33333333

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla H5.Costo de producción

Costo de producción (\$)	
Materiales directos e indirectos	12,44
Equipos y utensilios	3,41
Suministros	9,7
Personal	11,33
Costo Total (USD\$)	36,89

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Tabla H6.Parámetros detallados

Costos	Uvilla recubierta con películas comestibles
Costo Total (\$)	36,89
Costo Unitario (\$)	1,05
Utilidad por bandeja 20%	0,21
Precio de venta unitario (\$)	1,26
Utilidad neta (\$)	7,38

Elaborado por: Jhullana Villacís A., 2014

Nota: los precios de venta del producto final no incluye IVA.

ANEXO I

FOTOGRAFÍAS

Anexo I1. Cultivo de Uvilla (*Physalis Peruviana* L.)



Fertilización (Bioles)



Sembrío de Uvilla



Tutorado



Poda



Desarrollo del sembrío



Sembrío Desarrollado



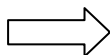
Cosecha



Anexo I2. Diagrama de Flujo de Recubrimiento Comestible en Uvilla (*Physalis Peruviana L.*)



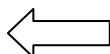
Recepción



Retiro del cáliz



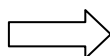
Selección



Pesado



Lavado



Desinfección UV-C



1
↓



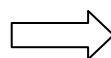
Recubrimiento
(Inmersión, 5 min)



Secado
(Temperatura: 20°C; Tiempo:
40 min)



Envasado



Almacenado

Anexo13. Análisis microbiológico de uvilla recubierta con películas comestibles (*Physalis Peruviana L.*)



Esterilización de medios (Autoclave)



Material esterilizado



Cámara de flujo laminar



Preparación de la muestra



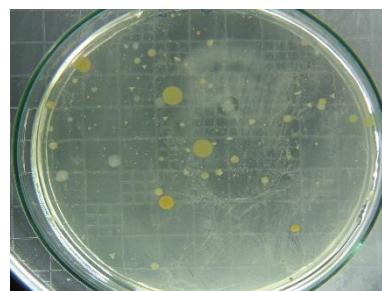
Incubación



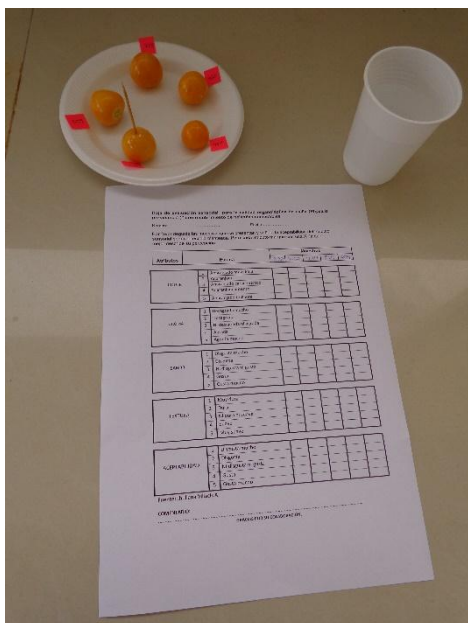
Siembra microbiológica



Recuento microbiológico en placas



ANEXO 14. Análisis sensorial de uvilla recubierta con películas comestibles (*Physalis Peruviana* L.)



Hoja de catación y muestra de uvillas

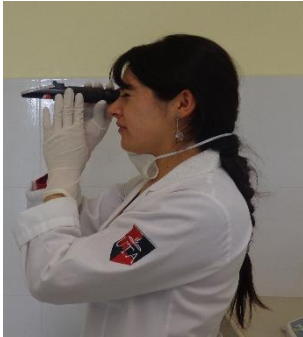


Catador



Degustación

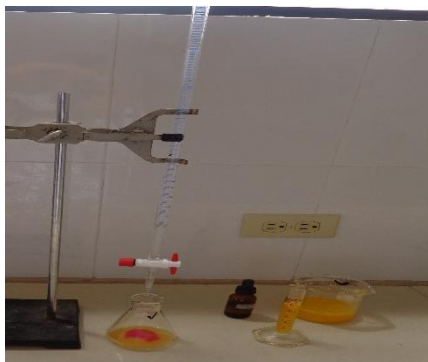
ANEXO I5. Análisis fisicoquímico de uvilla recubierta con películas comestibles (*Physalis Peruviana L.*)



Sólidos solubles (°Brix)



pH



Acidez



Vitamina C



Humedad (Método de la estufa)



Textura (Texturómetro Brookfield)