



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLE A BASE DE MUCÍLAGO DE LINAZA (*Linum usitatissimum*) Y GLICERINA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial

Autora:

Laica Pilco Tania Estefania

Tutor:

Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique MSc.

Latacunga – Ecuador

Febrero 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Laica Pilco Tania Estefania con C.C. 050418637-0, declaro ser autora del presente Proyecto de investigación “**RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLE A BASE DE MUCÍLAGO DE LINAZA (*Linum usitatissimum*) Y GLICERINA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)**”, siendo el Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Latacunga, 14 de febrero 2020

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



.....
Laica Pilco Tania Estefania

C.I. 050418637-0



.....
Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes MSc.

C.I. 050151160-4

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Laica Pilco Tania Estefania**, identificada con C.C. N° 050418637-0, de estado civil **soltera** y con domicilio en Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*) y glicerina para la conservación de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*)**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - Septiembre 2014 – Febrero 2015 hasta Octubre 2019 – Marzo 2020

Aprobación CD.- **15 de noviembre del 2019**

Tutor.- **Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes MSc.**

Tema: “**Recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*) y glicerina para la conservación de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*)**”

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 15 días del mes de noviembre del 2019.

.....
Laica Pilco Tania Estefania
EL CEDENTE
CC: 050418637-0

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

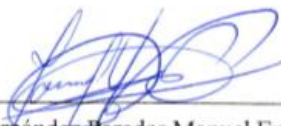
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLE A BASE DE MUCÍLAGO DE LINAZA (*Linum usitatissimum*) Y GLICERINA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)”, de Laica Pilco Tania Estefania, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi se digne, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 7 de febrero 2020

El Tutor



Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique MSc.
C.I. 050151160-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto la postulante: **Laica Pilco Tania Estefania**, con el título de Proyecto de Investigación “**RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLE A BASE DE MUCÍLAGO DE LINAZA (*Linum usitatissimum*) Y GLICERINA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)**” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

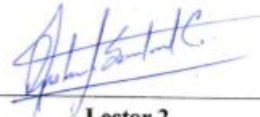
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 7 de febrero 2020

Para constancia firman:



Lector 1
Ing. Bastidas Pacheco Hernán Patricio MSc.
CC: 050188626-1



Lector 2
Quim. Sandoval Cañas Gustavo José MSc.
CC: 171369753-8



Lector 3
Ing. Cerda Andino Edwin Fabián MSc.
CC: 050136980-5

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su infinito amor, por darme la fuerza y la sabiduría necesaria para poder seguir adelante y no dejarme decaer nunca, sin el nada hubiese sido posible.

A mis amados padres quienes con amor me han formado con valores éticos, me han apoyado incondicionalmente en el transcurso de mi vida universitaria y me han impulsado a seguir adelante.

A mi hermano por apoyarme como un verdadero amigo y por siempre estar a mi lado en los momentos más importantes de mi vida.

A mi querida alma máter la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y permitirme formar parte de ésta maravillosa familia, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, a los docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial quienes me impartieron sus conocimientos en estos 5 años de carrera universitaria, de manera muy especial al Ing. Manuel Fernández y mi distinguido tribunal de lectores Ing. Fabián Cerda, Ing. Patricio Bastidas y al Quim. Gustavo Sandoval quienes me aportaron con sus conocimientos para terminar con éxito el desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios por no permitirme perder la fe, por la salud y la vida.

A la niña de mis ojos, mi amada hija Kimberly Solange, quien desde su llegada ha sido mi pilar fundamental y mi fuente de motivación e inspiración para poder salir adelante todos los días.

A mis padres Hernán y Paulina quienes con su amor, apoyo y palabras de aliento lograron que cumpla con una meta muy importante en mi vida.

A mi hermano por su cariño y confianza que ha depositado en mí.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECURIAS Y RECURSOS
NATURALES.

TÍTULO: “RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLE A BASE DE MUCÍLAGO DE LINAZA (*Linum usitatissimum*) Y GLICERINA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)”

Autora:
Laica Pilco Tania Estefania

RESUMEN

La mora de Castilla (*Rubus glaucus*) es una de las frutas más perecederas, la cual dura de 3 a 5 días en refrigeración, debido a su alto nivel respiratorio. La presente investigación tiene como objetivo aplicar un recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza y glicerina para la conservación de la mora de Castilla, con la finalidad de prolongar el tiempo de conservación, mantener los atributos de calidad y la aceptabilidad de la fruta. Se trabajó con moras procedentes del cantón Sigchos, de la provincia de Cotopaxi. Se planteó un diseño factorial (AxB+1), los frutos fueron seleccionados de acuerdo al color uniforme y tamaño, los cuales fueron distribuidos en lotes de 40 frutos por cada tratamiento, se aplicaron procesos de lavado y desinfección con hipoclorito de sodio (150 ppm) en sumersión durante 5 minutos, posteriormente se aplicó el recubrimiento biodegradable mediante las técnicas de inmersión y secado a temperatura ambiente por 40 minutos. Se efectuaron cuatro tratamientos con un control y dos réplicas. Las variables respuesta consideradas son: pH, acidez titulable, sólidos solubles, firmeza, humedad, pérdida de peso, determinación de los parámetros microbiológicos (coliformes totales, mohos y levaduras) y características organolépticas (calidad visual, aroma característico, firmeza, impresión global y sabor). Se realizó el análisis de varianza y prueba de comparación de Tukey con un nivel de confianza del 95% de los análisis fisicoquímicas y microbiológicas. El mejor recubrimiento fue el tratamiento T₂ (3% mucílago de linaza + 2% glicerina), el cual permitió mantener la calidad del fruto, debido a que conservó la mayor cantidad de propiedades fisicoquímicas y organolépticas durante el experimento. La variable respuesta considerada de gran significancia es la pérdida de peso, que se registró diariamente durante 10 días, en este parámetro físico el mejor tratamiento fue T₂ (3% mucílago de linaza + 2% glicerina), ya que perdió menor cantidad de líquido llegando a un promedio de 3,74%. En el estudio económico se determinó que el costo neto del producto para una presentación de 175g es de \$1,13; y el costo del recubrimiento es de \$0,08 para 40 unidades de mora, un valor que es accesible para los consumidores.

Se concluye que al utilizar mucílago de linaza y glicerina como recubrimiento biodegradable permite conservar las características organolépticas, siendo aceptable por los consumidores durante la evaluación sensorial.

Palabras claves: mora de Castilla, mucílago de linaza, glicerina, recubrimiento biodegradable, fruta perecedera.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECURIAS Y RECURSOS
NATURALES.

THEME: “BIODEGRADABLE COATING BASED ON LINSEED MUCILAGE (*Linum usitatissimum*) AND GLYCERINE FOR THE CASTILLA BLACKBERRY CONSERVATION (*Rubus glaucus*)”

Author:
Laica Pilco Tania Estefania

ABSTRACT

The Castilla blackberry (*Rubus glaucus*) is one of the most perishable fruits, which lasts 3 to 5 days in refrigeration, due to its high respiratory level. This research objective was to apply a biodegradable coating based on flaxseed and glycerin for the preservation Castilla blackberry, in order to prolong the conservation time, maintain quality attributes and the fruit acceptability. It had with blackberries from the Sigchos canton, in Cotopaxi province. A factorial design (AxB+1) was proposed, fruits were selected according the color and size, which were distributed in batches of 40 fruits for each treatment, washing and disinfection processes with sodium hypochlorite (150 ppm) were applied submerged for 5 minutes, then the biodegradable coating was applied by immersion and drying techniques at room temperature for 40 minutes. Four treatments were carried out with one control and two replicas. The response variables considered are: pH, titratable acidity, soluble solids, firmness, moisture, weight loss, determination of microbiological parameters (total coliforms, molds and yeasts) and organoleptic characteristics (visual quality, characteristic aroma, firmness, overall impression and taste). The variance analysis and comparison test of Tukey with a 95% confidence level in the physicalchemical and microbiological analyzes. The best coating was the treatment T₂ (3% linseed mucilage + 2% glycerin) which allowed to maintain the fruit quality, because it retained the greatest amount of physicochemical and organoleptic properties during the experiment. The response variable considered of great significance is weight loss, which was recorded daily for 10 days, in this physical parameter the best treatment was T₂ (3% linseed mucilage + 2% glycerin), since it lost less liquid reaching an average of 3,74%. The economic study determined that the product cost for 175g presentation is \$ 1,13; and the coating cost is \$ 0.08 for 40 units of default, a value that is accessible to consumers.

It is concluded when using linseed mucilage and glycerin as a biodegradable coating, it allows to preserve the organoleptic characteristics, being acceptable by consumers during the sensory evaluation.

Keywords: Castilla blackberry, linseed mucilage, glycerin, biodegradable coating, perishable fruit.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. RESUMEN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS:	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos Específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
8.1. Antecedentes.....	7
8.2. Fundamentación teórica.....	9
8.2.1. Historia de los recubrimientos y las películas comestibles	9
8.2.2. Recubrimientos Biodegradables	10
8.2.2.1. Quitosano.....	12

8.2.2.2. Mucílago.....	12
8.2.2.3. Propóleo.....	13
8.2.2.4. Glicerina	13
8.2.3. Características de aditivos formadores de recubrimientos comestibles.	14
8.2.3.1. Plastificantes.....	14
8.2.3.2. Emulsificantes	14
8.2.3.3. Antimicrobianos	14
8.2.4. Método de aplicación del recubrimiento biodegradable.....	15
8.2.4.1. Aplicación por inmersión.....	15
8.2.5. Principales propiedades de los recubrimientos biodegradables.	15
8.2.5.1. Propiedades de barrera.....	15
8.2.5.2. Propiedades mecánicas	15
8.2.5.3. Propiedades físicas	15
8.2.5.4. Propiedades ópticas	16
8.2.5.5. Propiedades de solubilidad	16
8.2.6. Transporte de aditivos	16
8.2.7. Permeabilidad.....	16
8.3. Linaza	16
8.3.1. Características de la semilla de linaza	17
8.3.2. Composición química de la linaza.....	17
8.3.2.1. Proteínas	18
8.3.2.2. Lípidos.....	18
8.3.2.3. Carbohidratos.....	18
8.4. Compuestos bio-activos de la linaza y beneficios de su consumo	19
8.4.1. Lignanos	19

8.5. Mucilago de linaza.....	20
8.6. Mora de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>)	20
8.6.1. Descripción Botánica.....	21
8.7. MARCO CONCEPTUAL	22
9. HIPÓTESIS.....	25
9.1. Hipótesis Nula	25
9.2. Hipótesis Alternativa	25
10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	25
10.1. Metodología.....	25
10.2. Tipos de investigación.....	25
10.3. Métodos de investigación	26
10.4. Técnicas de investigación.....	26
10.5. Instrumentos	27
10.6. Resumen de control de variables.....	27
10.7. Diseño Experimental	28
10.8. Población y muestra.....	29
10.8.1. Población	29
10.7.2. Muestra	29
10.8. Metodología.....	29
10.8.1. Diagrama de flujo de extracción del mucílago de linaza (<i>Linum usitatissimum</i>).....	31
10.8.2. Diagrama de procesos de extracción del mucílago de linaza (<i>Linum usitatissimum</i>).	33
10.8.3. Diagrama de flujo del proceso de aplicación del recubrimiento biodegradable en la mora de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>).....	34
10.8.4. Materia prima	36
10.9. Análisis fisicoquímicos.....	37

10.9.1. pH	37
10.9.2. Acidez titulable.....	37
10.9.3. Sólidos solubles	37
10.9.4. Firmeza	38
10.9.5. Humedad.....	38
10.9.6. Pérdida de peso.....	38
10.9.7. Análisis Microbiológicos.....	39
10.9.8. Análisis sensorial.....	39
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	40
11.1. Análisis de los resultados fisicoquímicos.....	40
11.1.1. Potencial Hidrógeno (pH).....	40
11.1.2. Acidez titulable.....	42
11.1.3. Sólidos solubles (°Brix)	44
11.1.5. Humedad.....	46
11.1.6. Firmeza	48
11.1.7. Pérdida de peso.....	50
11.2. Análisis de los resultados microbiológicos	52
11.2.1. Coliformes totales.....	52
11.2.2. Mohos y levaduras.....	54
11.3. Análisis sensorial.....	56
11.3.1. Calidad visual	56
11.3.2. Aroma característico.....	57
11.3.3. Firmeza	57
11.3.4. Impresión global´	58
11.3.5. Sabor.....	58

11.4. Costos de producción del mejor tratamiento	59
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	62
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	63
13.1. Total del proyecto.....	65
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
14.1. Conclusiones.....	65
14.2. Recomendaciones	67
15. BIBLIOGRAFÍAS	68
16. ANEXOS	77

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Actividades.....	6
Cuadro 2: Clasificación taxonómica de la mora.	21
Cuadro 3: Cuadro de variables correspondientes a la investigación.....	27
Cuadro 4. Factores y niveles controlados en la elaboración de recubrimientos biodegradables .	28
Cuadro 5. Tratamientos empleados en la elaboración del recubrimiento biodegradable.....	28
Cuadro 6. Simbología a utilizar en el diagrama de procesos	33
Cuadro 7. Gastos de materia prima e insumos	59
Cuadro 8. Depreciación de la maquinaria	60
Cuadro 9. Mano de obra.....	60
Cuadro 10. Suministros	60
Cuadro 11. Costo de producción	61
Cuadro 12. Parámetros detallados.....	61
Cuadro 13. Costo de insumo	61
Cuadro 14. Costo de recubrimiento biodegradable.....	62
Cuadro 15: Presupuesto	63
Cuadro 16. Presupuesto total del proyecto.....	65

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: Diagrama de flujo de extracción del mucílago de linaza (<i>Linum usitatissimum</i>). ..	31
Diagrama 2: Diagrama de procesos de extracción del mucílago de linaza (<i>Linum usitatissimum</i>).	33
Diagrama 3: Diagrama de flujo del proceso de aplicación del recubrimiento biodegradable en la mora de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>).	34
Diagrama 4: Diagrama de flujo del proceso de aplicación de un recubrimiento comestible en la mora de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>).	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. pH durante el almacenamiento de moras de Castilla, con y sin recubrimientos.....	40
Figura 2. Comportamiento de pH en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos	42
Figura 3. Acidez titulable durante el almacenamiento de mora de Castilla, con el uso de recubrimientos.	42
Figura 4. Comportamiento de acidez titulable en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos.....	44
Figura 5. °Brix del fruto durante el almacenamiento de moras de Castilla, con el uso de recubrimientos.	44
Figura 6. Comportamiento de sólidos solubles en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos.....	46
Figura 7. % Humedad del fruto durante el almacenamiento de moras de Castilla, con el uso de recubrimientos.	46
Figura 8. Comportamiento de % de humedad en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos.....	47
Figura 9. Firmeza del fruto durante el almacenamiento de moras de Castilla, con el uso de recubrimientos.	48
Figura 10. Comportamiento de firmeza en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos	49
Figura 11. Comportamiento de la humedad durante el almacenamiento de la mora control y mora tratada con recubrimientos.....	50
Figura 12. Comportamiento de la humedad en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos.....	51
Figura 13. Microorganismos coliformes totales en el almacenamiento de moras de Castilla, con el uso de recubrimientos. Expresado en log (UFC/g).....	52
Figura 14. Comportamiento de coliformes totales en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos.....	53

Figura 15. Mohos y levaduras en el almacenamiento de moras de Castilla, con el uso de recubrimientos. Expresado en log (UFC/g).....	54
Figura 16. Comportamiento de mohos y levaduras en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos.....	56
Figura 17. Calidad visual del tratamiento T2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%).....	56
Figura 18. Aroma característico del tratamiento T2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%).....	57
Figura 19. Firmeza del tratamiento T2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%).....	57
Figura 20. Impresión global del tratamiento T2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%).....	58
Figura 21. Sabor del tratamiento T2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%)	59

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de la acidez titulable	37
Ecuación 2. Cálculo de % humedad	38
Ecuación 3. Cálculo de pérdida de peso por día	38
Ecuación 4. Cálculo de UFC/g para coliformes totales	39
Ecuación 5. Cálculo de UFC/g para mohos y levaduras	39

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Estructura y disposición de la quitina.....	12
Ilustración 2: Estructura general de mucílagos.....	13
Ilustración 3: Estructura del diglucógeno de secoisolariciresinol	20
Ilustración 4: Color de la mora de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>) según su estado de madurez	36

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Aval de traducción	77
ANEXO 2: Ubicación geográfica de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache	78
ANEXO 3: Hoja de vida de Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique MSc.	79
ANEXO 4: Hoja de vida de Laica Pilco Tania Estefania	81
ANEXO 5: Análisis estadístico	
Tabla 5.3. Adeva para Acidez.....	85
Tabla 5.4. Prueba de Tukey para el porcentaje de acidez en moras con y sin recubrimiento biodegradable.....	85
Tabla 5.5. Adeva para Sólidos Solubles (°BRIX).....	85
Tabla 5.6. Prueba de Tukey para sólidos solubles en moras con y sin recubrimiento biodegradable	86
Tabla 5.7. Adeva para % de Humedad	87
Tabla 5.8. Prueba de Tukey para % de humedad en moras con y sin recubrimiento biodegradable	87
Tabla 5.9. Adeva para Firmeza.....	87
Tabla 5.10. Prueba de Tukey para firmeza en moras con y sin recubrimiento biodegradable	88
Tabla 5.11. Adeva para Pérdida de peso.....	89
Tabla 5.12. Prueba de Tukey para pérdida de peso en moras con y sin recubrimiento biodegradable	89
Tabla 5.13. Adeva para Coliformes totales	90
Tabla 5.14. Prueba de Tukey para coliformes totales en moras con y sin recubrimiento biodegradable.....	90
Tabla 5.15. Adeva para Mohos y levaduras	91
Tabla 5.16. Prueba de Tukey para mohos y levaduras en moras con y sin recubrimiento biodegradable.....	91

ANEXO 6: Hoja de catación de las moras de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>).....	93
ANEXO 7: Análisis físico-químicos y microbiológicos de las moras de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>) con y sin la aplicación de un recubrimiento biodegradable	
Tabla 7.1. Datos de pH en moras con y sin recubrimiento.....	95
Tabla 7.2. Datos de acidez titulable en moras con y sin recubrimiento	95
Tabla 7.3. Datos de sólidos solubles (°Brix) en moras con y sin recubrimiento	95
Tabla 7.4. Datos % de humedad en moras con y sin recubrimiento.....	95
Tabla 7.5. Datos de firmeza en moras con y sin recubrimiento	96
Tabla 7.6. Datos de pérdida de peso en moras con y sin recubrimiento.....	96
Tabla 7.7. Datos de coliformes totales en moras con y sin recubrimiento	96
Tabla 7.8. Datos de mohos y levaduras en moras con y sin recubrimiento.....	96
ANEXO 8: Fotografías	
Fotografía 1. Cosecha.....	98
Fotografía 2. Recepción de la materia prima	98
Fotografía 3. Selección de las moras.....	99
Fotografía 4. Lavado y desinfección	99
Fotografía 5. Retiro del cáliz.....	100
Fotografía 6. Recepción y limpieza de las semillas de linaza.....	100
Fotografía 7. Pesado de las semillas de linaza	101
Fotografía 8. Lavado	101
Fotografía 9. Preparación del mucílago de linaza	102
Fotografía 10. Adición de la glicerina.....	102
Fotografía 11. Homogenización del mucílago con glicerina	102
Fotografía 12. Inmersión en el recubrimiento.....	103
Fotografía 13. Secado.....	104
Fotografía 14. Envasado y rotulado	104
Fotografía 15. Almacenamiento.....	105
Fotografía 16. pH	105
Fotografía 17. Acidez titulable.....	105
Fotografía 18. Sólidos solubles	106

Fotografía 19. Humedad.....	107
Fotografía 20. Firmeza	107
Fotografía 21. Pérdida de peso.....	108
Fotografía 22. Muestras para la siembra	108
Fotografía 23. Preparación de las diluciones	109
Fotografía 24. Siembra.....	109
Fotografía 25. Incubación de coliformes totales, mohos y levaduras	110
Fotografía 26. Conteo de colonias.....	110
ANEXO 9: Normativa de microbiología	
Tabla 9.1. Productos listos para consumo	112
ANEXO 10: Norma INEN 2427:2016.....	114
ANEXO 11: Norma INEN 389.....	122
ANEXO 12: Norma INEN 380.....	124
ANEXO 13: Norma INEN 1529-7:90	129
ANEXO 14: Norma INEN 1529-10:98	135

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*) y glicerina para la conservación de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*).

Fecha de inicio: Agosto 2019

Fecha de finalización: Febrero 2020

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache Bajo

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi, Laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, campus Salache. (ANEXO 2)

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN).

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería Agroindustrial

Nombres de equipo de investigadores:

Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique MSc. (ANEXO 3)

Laica Pilco Tania Estefania (ANEXO 4)

Área de Conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción.

Línea de investigación:

Procesos industriales.

Sub línea de investigación de la carrera:

- ✓ Desarrollo de tecnologías para la conservación de productos agroalimentarios que permitan una mayor disponibilidad de alimentos a la sociedad.

2. RESUMEN

La mora de Castilla (*Rubus glaucus*) es una de las frutas más perecederas, la cual dura de 3 a 5 días en refrigeración, debido a su alto nivel respiratorio. La presente investigación tiene como objetivo aplicar un recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza y glicerina para la conservación de la mora de Castilla, con la finalidad de prolongar el tiempo de conservación, mantener los atributos de calidad y la aceptabilidad de la fruta. Se trabajó con moras procedentes del cantón Sigchos, de la provincia de Cotopaxi. Se planteó un diseño factorial (AxB+1), los frutos fueron seleccionados de acuerdo al color uniforme y tamaño, los cuales fueron distribuidos en lotes de 40 frutos por cada tratamiento, se aplicaron procesos de lavado y desinfección con hipoclorito de sodio (150 ppm) en sumersión durante 5 minutos, posteriormente se aplicó el recubrimiento biodegradable mediante las técnicas de inmersión y secado a temperatura ambiente por 40 minutos. Se efectuaron cuatro tratamientos con un control y dos réplicas. Las variables respuesta consideradas son: pH, acidez titulable, sólidos solubles, firmeza, humedad, pérdida de peso, determinación de los parámetros microbiológicos (coliformes totales, mohos y levaduras) y características organolépticas (calidad visual, aroma característico, firmeza, impresión global y sabor). Se realizó el análisis de varianza y prueba de comparación de Tukey con un nivel de confianza del 95% de los análisis fisicoquímicas y microbiológicas. El mejor recubrimiento fue el tratamiento T₂ (3% mucílago de linaza + 2% glicerina), el cual permitió mantener la calidad del fruto, debido a que conservó la mayor cantidad de propiedades fisicoquímicas y organolépticas durante el experimento. La variable respuesta considerada de gran significancia es la pérdida de peso, que se registró diariamente durante 10 días, en este parámetro físico el mejor tratamiento fue T₂ (3% mucílago de linaza + 2% glicerina), ya que perdió menor cantidad de líquido llegando a un promedio de 3,74%. En el estudio económico se determinó que el costo neto del producto para una presentación de 175g es de \$1,13, y el costo del recubrimiento es de \$0,08 para 40 unidades de mora, un valor que es accesible para los consumidores.

Se concluye que al utilizar mucílago de linaza y glicerina como recubrimiento biodegradable permite conservar las características organolépticas, siendo aceptable por los consumidores durante la evaluación sensorial.

Palabras claves: mora de Castilla, mucílago de linaza, glicerina, recubrimiento biodegradable, fruta perecedera.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La mora de Castilla es una fruta altamente apreciada en el mundo y en el Ecuador por su sabor agridulce, por su aporte en vitaminas como: A, B, C, E y K y minerales como potasio, hierro, calcio, sodio y fósforo (Cabezas, 2008), además cabe recalcar que es un producto que tiene una amplia gama de utilización industrial para la obtención de subproductos como mermeladas, jaleas, yogurt, helados, pulpas congeladas, etc, el cual resulta un beneficio tanto para el consumidor, comerciante y productor.

Los beneficios de realizar investigaciones en procesos de recubrimientos biodegradables en las frutas se deben a que permiten alargar el tiempo de conservación. Narváez (2011), señala los beneficios de los recubrimientos a base de polisacáridos como:

- ✓ La retención del sabor, ácidos, azúcar, textura y color.
- ✓ Presentan una mayor estabilidad durante el empaque y almacenamiento.
- ✓ Mejoran la apariencia.
- ✓ Reducen la putrefacción.

Las principales pérdidas poscosecha que presentan las frutas se deben a deterioros microbiológicos y fisiológicos, como consecuencia del inadecuado proceso de recolección y empaque, lo que conlleva un corto almacenamiento del producto. Para evitar o minimizar estas pérdidas se han implementado diferentes tecnologías, como el almacenamiento a bajas temperaturas, la conservación en atmósferas controladas y la aplicación de recubrimientos (Fernández et. al, 2015).

El recubrimiento de mucílago de linaza y glicerina aumenta el tiempo de conservación de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*), disminuye la carga microbiana, mantiene las propiedades sensoriales de la fruta (calidad visual, aroma característico, firmeza, impresión global y sabor) y evita la pérdida de humedad.

El presente trabajo va dirigido principalmente para el beneficio de los pequeños agricultores que se dedican al cultivo de la mora en el cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi con la finalidad de reducir las pérdidas de la fruta durante el manejo poscosecha, ya que se prolongará el tiempo de conservación y se garantizará la buena calidad del producto para el consumidor.

Es así que la tecnología planteada para el recubrimiento de las moras no requiere de grandes inversiones y es factible para ser ejecutada por los pequeños agricultores, y así poder alcanzar

nuevas alternativas para la comercialización de la fruta permitiendo tener más ingresos económicos.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

En el presente trabajo de investigación tiene potencialmente dos beneficiarios.

- ✓ **Beneficiarios directos:** Pequeños agricultores, donde la mayor incidencia de producción de moras se encuentra en el cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi de acuerdo con los datos presentados por el Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC, 2010), del último Censo de Población y Vivienda.

Sigchos presenta una base piramidal ancha, que representa una población joven, y un predominio del sexo femenino, en el área rural del cantón se encuentra concentrada un 93,8% de la población de Sigchos. La población femenina alcanza el 50,6%, mientras que la masculina, el 49,4% con un total de 23.236 habitantes aproximadamente.

- ✓ **Beneficiarios indirectos:** Consumidores y comerciantes quienes al adquirir moras de Castilla deben consumirlo o comercializarlo en el menor tiempo posible, ya que dicho fruto es altamente perecible, pero con la aplicación del recubrimiento biodegradable se logra un mayor tiempo de conservación.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La mora es una fruta que tiene un tiempo de conservación muy corta por su alto nivel de transpiración, razón por la cual es muy perecedera y generalmente se deteriora entre los 3-5 días después de la cosecha, conservada en refrigeración, debido a factores como inadecuada cosecha, almacenamiento y distribución (Toalombo, 2014), que le hace muy propensa al ataque de microorganismos, principalmente a bacterias como *Erwina*, *Pseudomonas* y a hongos como *Penicillium*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus* y *Fussarium*, causando grandes pérdidas tanto en el producto en fresco y durante su almacenamiento después de la cosecha, lo que conlleva a las pérdidas económicas para el agricultor, factores que se dan también por la inadecuada manipulación poscosecha, el uso inadecuado de recipientes para el almacenamiento y distribución de las moras desde la cosecha hasta los puntos de venta, otro de los factores es la insuficiente información brindada a los agricultores sobre algunos métodos de conservación de

las moras como: el uso de radiaciones gamma y ultravioleta, disminución de temperatura, control biológico, conservación por atmósfera controlada, uso de recubrimientos biodegradables y el envasado en atmósfera modificada son algunas tecnologías que se pueden aplicar para la conservación de diferentes frutícolas la cual tiene por finalidad disminuir significativamente la propagación de microorganismos (Ramírez et. al, 2013).

La propuesta de este trabajo de investigación es evitar las altas pérdidas de la fruta, es por ello que se ha optado por utilizar la tecnología de recubrimiento biodegradable aplicado en las moras ya que de esta forma se alargará el tiempo de conservación y por otro lado el consumidor tendrá la garantía de un producto sano, nutritivo e inocuo.

6. OBJETIVOS:

6.1. Objetivo General

- ✓ Aplicar un recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*) y glicerina para la conservación de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*).

6.2. Objetivos Específicos

- ✓ Formular un recubrimiento biodegradable a diferentes concentraciones de mucílago de linaza y glicerina para prolongar el tiempo de conservación de la mora.
- ✓ Evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la mora con y sin la aplicación del recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza y glicerina durante el tiempo de almacenamiento.
- ✓ Determinar el mejor tratamiento mediante el análisis físico de variación de pesos por pérdida de agua en las moras.
- ✓ Realizar el análisis sensorial del mejor tratamiento, determinado por la pérdida de peso.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Cuadro 1: Actividades

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADOS	DESCRIPCIÓN
<p>Objetivo 1</p> <p>Formular un recubrimiento biodegradable a diferentes concentraciones de mucílago de linaza y glicerina para prolongar el tiempo de conservación de la mora.</p>	<p>1. Recepción de la materia prima.</p> <p>2. Extracción del mucílago de linaza.</p> <p>3. Mezclado del mucílago de linaza con la glicerina.</p> <p>4. Almacenado del mucílago obtenido.</p>	<p>Mucílago en condiciones adecuadas para el recubrimiento de las moras.</p>	<p>Establecer la concentración del mucílago de linaza y glicerina a utilizarse para el recubrimiento.</p>
<p>Objetivo 2</p> <p>Evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la mora con y sin la aplicación del recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza y glicerina durante el tiempo de almacenamiento.</p>	<p>Realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.</p>	<p>Resultados de los análisis.</p>	<p>Evaluación de parámetros fisicoquímicos (pH, acidez titulable, sólidos solubles, firmeza, humedad) y microbiológicos (coliformes totales, mohos y levaduras).</p>
<p>Objetivo 3</p> <p>Determinar el mejor tratamiento mediante el análisis físico de variación de pesos por pérdida de agua en las moras.</p>	<p>Pesaje de las moras con y sin recubrimiento durante los días de almacenamiento.</p>	<p>Variación de peso por pérdida de agua entre las moras con y sin recubrimiento a distintos días de almacenamiento.</p>	<p>Análisis estadístico de los resultados obtenidos.</p>
<p>Objetivo 4</p> <p>Realizar el análisis sensorial del mejor tratamiento, determinado por la pérdida de peso.</p>	<p>Evaluación sensorial del mejor tratamiento a una muestra de estudiantes de la carrera de Agroindustria.</p>	<p>Datos estadísticos de la aceptabilidad del recubrimiento utilizado para la mora.</p>	<p>Análisis estadístico de los resultados de las tabulaciones.</p>

Elaborado por: Laica T, 2020

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Antecedentes

Actualmente la aplicación de recubrimientos biodegradables se ha extendido a productos alimenticios tan diversos como frutas, vegetales, carnes, dulces y frutos secos (Han & Gennadios, 2005). Esta expansión fue debida al impulso generado por el interés del consumidor en la calidad, conveniencia y seguridad de los alimentos; a la necesidad de reducir el impacto ambiental causado por el uso de envases sintéticos; y debido a la posibilidad de aprovechar materiales muy abundantes en la naturaleza que hasta entonces fueron considerados como desechos. (Krochta & Baldwin, 1994) sin embargo, a pesar de que la información técnica disponible para la elaboración de recubrimientos y películas comestibles es amplia, no es universal para todos los productos lo que implica un desafío para el desarrollo de recubrimientos y películas específicos para cada alimento.

Según Catillo (2009), en su trabajo de investigación sobre; *“Efecto de un recubrimiento con película de quitosano sobre el tiempo de vida útil de banano orito (Musa acuminata)”*, realizado en la Universidad Técnica de Ambato menciona que el uso de la película de quitosano tiene un gran potencial en la conservación de frutas, y se observó un control constante con las frutas climatéricas, extendiendo el tiempo de vida útil a 15,37 días a una temperatura de 10 °C y con recubrimiento, con un 15 % de pérdida de peso.

Según Villagómez (2011), en su trabajo de investigación sobre; *“Estudio del efecto de glicerol y del aceite esencial de anís en un recubrimiento comestible sobre el tiempo de vida útil del babaco (Caricapentagona)”*, realizado en la Universidad Técnica de Ambato reporta que la estabilidad de este recubrimiento de acuerdo al análisis microbiológico, permite mantener en refrigeración como solución líquida durante 27,95 días, con el fin de demostrar que el recubrimiento elaborado puede ser de grado comestible; a más del análisis microbiológico, se realizó un análisis sensorial partiendo de un diseño de bloques completos, formado por 10 catadores semi-entrenados de la FCIAL. Evaluando los resultados con un 95 % de confianza; se demostró que el film elaborado presenta color, olor y sabor agradable al consumidor y concluyó que el uso de glicerol y aceite esencial de anís en un recubrimiento comestible permite extender el tiempo de vida útil del babaco, a más de eso presentando ventajas, como el costo asequible y buenas propiedades organolépticas, así como la aceptabilidad y estabilidad del recubrimiento.

Según Ramírez (2012), en la investigación titulada “*Estudio sobre la conservación de la mora de Castilla (Rubus glaucus) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gel de mucílago de penca de sábila (Aloe barbadensis Miller)*”, realizado en México en la Universidad Autónoma Metropolitana menciona que el uso del recubrimiento en la mora de Castilla permitió alargar la vida útil 5 días más que la mora sin tratar con el recubrimiento comestible almacenadas en refrigeración. Las moras tratadas presentaron disminución en; pérdida de peso (33 % menos) y tasa de respiración (47 % menos), sólidos totales solubles, pH y acidez titulable, conservando mejor estas propiedades a partir del día 3 hasta el día 10, en comparación de los frutos analizados sin aplicación del recubrimiento biodegradable. También se obtuvo un retraso en la pérdida de firmeza, en el cambio de color, y en el crecimiento microbiano, manteniendo favorables los atributos sensoriales en comparación a los frutos sin recubrimiento.

Según Cruz & Córdova (2017), en la investigación titulada “*Aplicación de recubrimiento comestible a base de mucílago de linaza y propóleo para prolongar el tiempo de vida útil del mango Kent (Mangifera indica L.)*”, realizado en Perú en la Universidad Señor de Sipán mencionan que, la utilización de este nuevo recubrimiento de conservación permitió no solo conservar el mango con sus características naturales sino también disminuir las pérdidas post-cosecha que siempre se presentan debido al ataque de hongos o bacterias en forma proporcional al tiempo de almacenamiento. El propóleo por su poder antibacteriano, antioxidante y anti fúngico puede proveer al recubierto básico en mucílago de linaza de una atmósfera segura y capaz de prolongar el tiempo de vida útil de la fruta, disminuyendo pérdidas y mejorando la economía de los productores.

En la investigación se utilizó mangos en dos estados de maduración: verde (tierno) y semi-verde (minino aceptable). Como testigo se empleó mangos sin ningún recubrimiento y mangos recubiertos con solo mucilago de linaza. Los otros grupos fueron recubiertos con mucilago y con 3%, 5% y 7% de Propóleo. Todos los grupos formados se almacenaron durante 16 días a temperatura ambiental, que tuvo un valor promedio de 22°C. Para el estudio de la prolongación del tiempo de vida de los mangos se utilizó la variación de las propiedades fisicoquímicas más importantes: pH, acidez titulable, porcentaje de pérdida de peso y porcentaje de sólidos solubles

totales (°Brix). La variación de las propiedades físico-químicas fue monitoreada cada dos días, hasta cumplir 16 días de almacenamiento.

8.2. Fundamentación teórica

8.2.1. Historia de los recubrimientos y las películas comestibles

Los recubrimientos comestibles se han empleado durante siglos principalmente para prevenir la pérdida de humedad y mantener la calidad y textura de los alimentos durante su almacenamiento (Jooyandeh, 2011). Existen reportes que datan de los siglos XII y XIII en los que se menciona que en China se realizaba la inmersión de naranjas y limas en cera para retardar la pérdida de agua (Park, 2003). Si bien la calidad de los productos no hubiera sido aceptable para una sociedad selectiva moderna, este método fue muy efectivo en su época y fue puesto en práctica durante siglos a falta de otros más eficientes.

Otros antecedentes relatan que en Japón durante el siglo XV se utilizó un recubrimiento comestible a base de leche de piel de soja hervida para mejorar la calidad y apariencia de alimentos. En el siglo XIX se registró en Inglaterra una patente referida a la preservación de varios productos cárnicos empleando películas de gelatina (Pavlath & Orts, 2009).

En el siglo XX, se contaba con ceras parafínicas comerciales para el recubrimiento de cítricos (Nussinovitch & Lurie, 1995) y se comenzaba el desarrollo de recubrimientos a base de celulosa (Kester & Fennema, 1989). Actualmente la aplicación de recubrimientos comestibles se ha extendido a productos alimenticios tan diversos como frutas, vegetales, carnes, dulces y frutos secos (Han & Gennadios, 2005).

Esta expansión fue debida al impulso generado por el interés del consumidor en la calidad, conveniencia y seguridad de los alimentos; a la necesidad de reducir el impacto ambiental causado por el uso de envases sintéticos; y debido a la posibilidad de aprovechar materiales muy abundantes en la naturaleza que hasta entonces fueron considerados como desechos (Krochta & Baldwin, 1994).

Sin embargo, a pesar de que la información técnica disponible para la elaboración de recubrimientos comestibles es amplia, no es universal para todos los productos lo que implica un desafío para el desarrollo de recubrimientos específicos para cada alimento.

En los últimos 10 años se han realizado numerosos estudios científicos que demuestran que las películas comestibles y recubrimientos comestibles son una herramienta útil para mejorar la calidad de los alimentos vegetales mínimamente procesados debido a que forman una barrera semipermeable que reduce la pérdida de agua y de solutos, controlan el intercambio gaseoso incluida la velocidad de respiración (O_2 y CO_2) y la emisión de etileno y disminuyen el riesgo de contaminación microbiológica, los desórdenes fisiológicos y los cambios bioquímicos relacionados con reacciones oxidativas (pardeamiento enzimático) y la pérdida de firmeza. Algunos de estos estudios han sido reunidos en distintos trabajos de revisión (Vargas, 2008).

8.2.2. Recubrimientos Biodegradables

Un recubrimiento biodegradable se define como una capa delgada de material comestible formada sobre un alimento como un recubrimiento, o colocada sobre o entre los componentes de los alimentos. Estos métodos de elaboración permiten ofrecer una barrera selectiva a la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aromas, lípidos, etc.; al mismo tiempo pueden servir como agentes acarreadores de otros ingredientes o aditivos (antioxidantes, saborizantes, antimicrobianos y colorantes) para mejorar el potencial de conservación y las características de manejo del alimento. Las películas comestibles con buenas propiedades mecánicas pueden llegar a sustituir las películas de empaque sintéticas (Ramos, 2004).

Según (Kester & Fennema, 1986), los recubrimientos biodegradables tienen la función de retardar la migración de humedad, controlar el transporte de gases (O_2 , CO_2 y etileno), retener componentes volátiles, servir de vehículo de aditivos, mejorar las propiedades mecánicas y de manejo del alimento, además de impartir una mayor integridad a la estructura del mismo. Por otro lado, Polo et. al (1992), definieron a los recubrimientos biodegradables como capas delgadas de materiales los cuales pueden ser ingeridos por el consumidor, que proveen una barrera al transporte de masa en o a través del alimento fresco o manufacturado.

Por cuestiones ecológicas y sobre todo para prevenir la salud en el área de alimentos están implementándose los estudios de la Biotecnología en un campo hortofrutícola, para la conservación

de las frutas y hortalizas con el fin de poderlas consumir en su estado natural. Últimamente se ha desarrollado con mucho éxito films o recubrimientos biodegradables para recubrir mangos, uvas, aguacates, frutillas, manzanas, papayas, etc., logrando una extensible duración en su almacenamiento.

De acuerdo a Teutz (2010), los recubrimientos más comunes están compuestos por ceras naturales y son aquellos que se los barniza a las frutas para reemplazar la cera natural que la planta por efectos fisiológicos produce en sus frutos cuando durante el proceso pre-maduración y cuando ya están maduros son eliminados al lavarlos y cepillarlos para enviar al mercado de exportación, para alargar su vida útil en la etapa de almacenamiento. Actualmente el campo de aplicaciones de los recubrimientos biodegradables se está desarrollando ampliamente, porque existe la preocupación de la salud alimenticia y con esta técnica permite conservar ciertos productos fructíferos que se adaptan a las aplicaciones empleadas ya sea para la fruta entera, troceada o mínimamente procesada, dependiendo del tipo de compuesto del film se puede agrupar en tres categorías Oomah (2003):

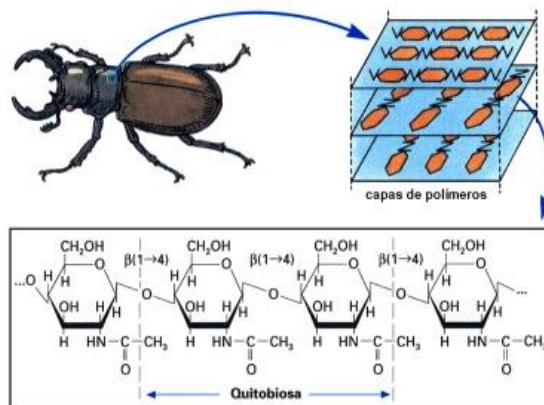
- ✓ **Lípidos:** Formados por compuestos hidrofóbicos y no polímeros con buenas propiedades para barreras de humedad, pero con poca capacidad para formar films, reduce la transpiración, la deshidratación, la aceleración en la manipulación posterior y puede mejorar el brillo y el sabor.
- ✓ **Composites o compuestos:** Formulación mixta de hidrocoloides y lípidos que aprovecha las ventajas de cada grupo, en general los lípidos aportan resistencia al vapor de agua y los hidrocoloides, permeabilidad selectiva al O_2 y CO_2 , la duración del film y la buena cohesión, sobre todo la integridad del film. También se puede emplear otros componentes que ayuden a mejorar las propiedades finales de las películas como: plastificantes, surfactantes y emulsionantes.
- ✓ **Hidrocoloides:** Los biopolímeros solubles en agua y de alto peso molecular son denominados comúnmente hidrocoloides. Las películas o recubrimientos formulados con hidrocoloides tienen aplicaciones en los casos en los que el control de la migración del vapor de agua no es el objetivo, ya que éstas son excelentes como barrera para la difusión del O_2 , CO_2 y lípidos.

Según Muños (2011), afirma que otra gama son los antioxidantes, antimicrobianos y reafirmantes de la textura que se utilizan con el fin de mejorar las propiedades de los coloides, se ha descubierto que algunos aditivos actúan más efectivamente en alimentos cuando son aplicados en forma particular y directa, que cuando son aplicados en solución acuosas, éstos mejoran la dispersión o inmersión, ya que los coloides pueden ganar los aditivos en la conservación del alimento durante más tiempo. Existen algunos conservantes naturales procedentes de plantas, algas marinas, insectos o microorganismos como elementos viables para contrarrestar el uso de sintéticos. Los conocidos hasta el momento son:

8.2.2.1. Quitosano

Es un polisacárido $C_x(H_2O)_y$ que se obtiene de la quitina proveída de los crustáceos, se la ha utilizado en el recubrimiento del mango, tiene propiedades anti fungicidas y antibacterianas, presenta permeabilidad selectiva frente a los gases, una ligera resistencia al vapor de agua, en definitiva, previene el deterioro temprano de la fruta.

Ilustración 1: Estructura y disposición de la quitina



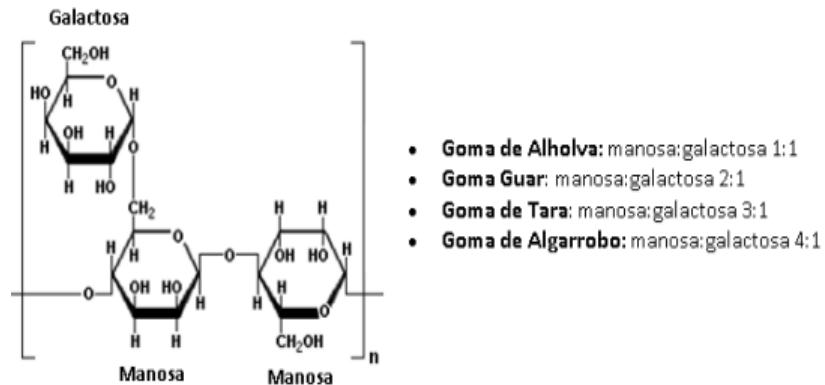
Fuente: (Muños, 2011)

8.2.2.2. Mucílago

Son polisacáridos heterogéneos formados por los azúcares, forma disoluciones coloidales viscosas, geles en agua, provienen de plantas y se los utiliza en los recubrimientos de frutas cortadas que se los encuentra en las conservas, por ejemplo, tenemos la sábila de la que se utiliza el gel como aloe vera, extiende la vida útil de las frutas unos 35 días.

También se extrae del cactus, éste ha sido recientemente empleado en los recubrimientos con excelente resultado en la conservación de las frutas, no afecta la calidad, el color ni la firmeza durante el almacenamiento.

Ilustración 2: Estructura general de mucílagos



Fuente: (Muños, 2011)

8.2.2.3. Propóleo

Es un producto que lo fabrica las abejas melíferas con materiales botánicos obtenidos de las yemas de los árboles, esta sustancia tiene algunos elementos como colorantes, flavonoides que son los responsables de cumplir la función antiséptica.

8.2.2.4. Glicerina

El glicerol, glicerina o propanotriol ($C_3H_8O_3$), es un alcohol con tres grupos hidroxilos (OH), es uno de los principales productos de la degradación digestiva de los lípidos. Se presenta en forma de líquido a una temperatura ambiental de $25^\circ C$, es higroscópico e inodoro. La glicerina está presente en todos los aceites, grasas animales y vegetales.

La glicerina se genera en grandes cantidades como co-producto del proceso de fabricación de biodiesel, es un compuesto no tóxico ni irritante, es biodegradable y reciclable y presenta una serie de propiedades físicas y químicas que pueden convertirlo en un disolvente alternativo a los disolventes orgánicos (Raybaudi, 2008), por lo cual es usado como materia prima para la preparación de otros disolventes y se pueden encontrar en el mercado con facilidad.

8.2.3. Características de aditivos formadores de recubrimientos comestibles.

8.2.3.1. Plastificantes

Según Ruiz (2004), los plastificantes son sustancias de bajo peso molecular que son incorporadas dentro de la matriz polimérica para incrementar la flexibilidad de la cubierta, la dureza y funcionamiento, disminuyendo la formación de escamas y grietas en la superficie de los recubrimientos comestibles. Entre los más comunes están glicerol, sorbitol, manitol, sacarosa, entre otros, cuya función es debilitar las fuerzas moleculares entre cadenas de polímeros adyacentes, mejorando las propiedades mecánicas de los recubrimientos (Krochta J. , 2002).

Actualmente, la mayoría de los recubrimientos formulados con polisacáridos como las gomas, son adicionados con glicerol, utilizándolo para garantizar mayor propiedad de barrera a la pérdida de agua, debido a su naturaleza hidrofílica (Rojas & Graü, 2007).

8.2.3.2. Emulsificantes

La función principal de los emulsificantes es de promover y/o estabilizar una emulsión, no necesariamente confiere estabilidad duradera, sino simplemente tiene la capacidad de adsorberse rápidamente en la interface recién creada durante la emulsificación, mientras que la estabilidad a largo plazo usualmente es conferida por las proteínas y polisacáridos (Bósquez, 2003).

En el área de alimentos algunos emulsificantes con mayor uso son la lecitina, mono glicéridos acetilados, mono palmitato de glicerol, diversas proteínas, ácidos grasos o polisorbatos como el Tween (Quezada & Gallo, 2009).

8.2.3.3. Antimicrobianos

Los antimicrobianos se utilizan para controlar el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias, son compuestos usados para retardar o prevenir el deterioro físico-químico o microbiológico de los alimentos, los cuales pueden deteriorarse a través de cambios adversos causados por la presencia de enzimas, oxígeno, luz perdida de humedad o más importante la acción de microorganismos. Los antimicrobianos pueden tener al menos tres tipos de acción sobre el microorganismo. García (2004), menciona los siguientes:

- ✓ Inhibición de la biosíntesis de los ácidos nucleicos o de la pared celular.
- ✓ Daño a la integridad de las membranas.

- ✓ Interferencia con la gran variedad de procesos metabólicos esenciales.

Los sorbatos (ácido sórbico y sus sales de potasio) son los antimicrobianos más usados particularmente debido a que son activos contra levaduras, hongos y muchas bacterias. También son utilizados los ácidos orgánicos (acético, benzoico y láctico), polipéptidos (lisozima, peroxidasa y nisina), aceites esenciales (orégano, canela y citronella), quitosano, nitritos, sulfitos (García, 2004).

8.2.4. Método de aplicación del recubrimiento biodegradable

8.2.4.1. Aplicación por inmersión

En el caso de frutas y verduras, la inmersión se realiza en recipientes que contienen las formulaciones formadoras de cubiertas. Posterior a esto se procede a un escurrido y secado, dejando que una película delgada sea formada sobre la superficie del producto (Rojas & Graü, 2006).

8.2.5. Principales propiedades de los recubrimientos biodegradables.

8.2.5.1. Propiedades de barrera

Para muchas aplicaciones, la característica funcional más importante de los recubrimientos es la resistencia a la migración de humedad. La deshidratación superficial constituye uno de los principales problemas en el mantenimiento de la calidad de los productos hortofrutícolas (Pérez & Baez, 2003).

8.2.5.2. Propiedades mecánicas

Según Olivas et. al (2005), cuando el material empleado para recubrir se coloca en la superficie de las frutas, se desarrollan dos fuerzas: cohesión de las moléculas dentro de la cobertura y adhesión entre el recubrimiento y la fruta. El grado de cohesión de los recubrimientos comestibles gobierna las propiedades de barrera y mecánicas de las coberturas. Una alta capacidad de adhesión asegura una durabilidad larga del recubrimiento en la superficie de la fruta.

8.2.5.3. Propiedades físicas

Las propiedades físicas más importantes para los recubrimientos comestibles se encuentran: color, opacidad aparente, transparencia, solubilidad, permeabilidad al vapor de agua y a los gases (oxígeno, monóxido de carbono, etileno), y aquellas relacionadas con la resistencia mecánica (Roblejo, 2009).

8.2.5.4. Propiedades ópticas

En el aspecto sensorial y en sentido amplio, se pueden considerar como propiedades ópticas todas aquellas que se perciben con el sentido de la vista. A las ya enunciadas pueden añadirse la forma, el tamaño y las características de superficie rugosidad, manchas y defectos (Roblejo 2009).

8.2.5.5. Propiedades de solubilidad

La solubilidad es una medida de la integridad de los recubrimientos en un medio acuoso. Generalmente, mayor solubilidad indica menor resistencia al agua. Esta propiedad afecta la futura aplicación de los recubrimientos (Roblejo 2009).

8.2.6. Transporte de aditivos

Un uso potencial de los recubrimientos comestibles en fruta lo constituye la retención y el transporte de aditivos, tales como antioxidantes, antimicrobianos, estabilizantes de la textura, colorantes, saborizantes, compuestos bioactivos o funcionales, entre otros, que podrían conferir un beneficio añadido al recubrimiento (Rojas & Graü, 2006).

La incorporación de agentes antimicrobianos dentro de recubrimientos comestibles constituye una técnica innovadora en el mantenimiento de la seguridad inocuidad y vida útil de alimentos mínimamente procesados, además, pueden emplearse para transportar ingredientes activos, pudiendo ser excelentes vehículos para mejorar el valor nutricional de los alimentos (Rojas & Graü, 2006).

8.2.7. Permeabilidad

Los plastificantes y otros aditivos reducen la fuerza cohesiva entre las cadenas del polímero, causando una movilidad de la cadena y, por lo tanto, un incremento en la permeabilidad debido a la interposición del plastificante con las cadenas del polímero (Guzmán, 2003).

8.3. Linaza

Históricamente, la producción de linaza se orientó hacia la producción de aceite de uso industrial; sin embargo, actualmente hay un nuevo interés por consumir la semilla molida debido a su potencial benéfico para la salud. Aunque hay importante evidencia que respalda el consumo de

linaza, mucha gente aún desconoce las ventajas de su consumo y sus posibles aplicaciones en alimentos (Oomah B. , 2003).

La linaza o semilla del lino (*Linum usitatissimum*) es rica en compuestos que se cree que proporcionan beneficios a la salud humana (ácido α - linolénico, lignanos y polisacáridos diferentes al almidón) y que se han propuesto que, a través de su efecto anti hipercolesterolémico, anticarcinogénico, y controlador del metabolismo de la glucosa, pueden prevenir o reducir el riesgo de varias enfermedades importantes que incluyen la diabetes, el lupus, la nefritis, la aterosclerosis y los cáncer dependientes de hormonas (Oomah B. , 2003) y (Thompson, 2003).

Además, se ha señalado que el consumo de linaza aumenta la producción de lignanos en los mamíferos. Estos efectos, junto con su alto contenido de proteínas, hacen de la linaza un ingrediente alimentario muy atractivo y uno de los alimentos funcionales más importantes del siglo XXI (Oomah B. , 2003).

8.3.1. Características de la semilla de linaza

La semilla de linaza es de 4 a 6 mm de longitud, aplanada, de forma oval y con un extremo aguzado. La cubierta de la semilla es de apariencia suave, brillante y su color puede variar entre marrón oscuro y amarillo claro (Oomah B. , 2003).

La semilla tiene dos cotiledones aplanados, que constituyen la mayor proporción del embrión; este último está rodeado por las cubiertas de la semilla y por una delgada capa de endosperma. La testa tiene una capa exterior que contiene la mayoría de la fibra soluble y dos interiores ricas en fibra y lignanos. Desde un punto de vista estructural, la testa, endosperma y cotiledones representan el 22, 21 y 57%, respectivamente (Oomah B. , 2003) y (Wiesenborn, 2003).

8.3.2. Composición química de la linaza

La linaza tiene alrededor de 40% de lípidos, 30% de fibra dietética y 20 % de proteína. La composición proximal varía considerablemente entre las variedades y de acuerdo a las condiciones ambientales en las que haya crecido la planta. En los cotiledones se encuentra el 87% de los lípidos

y el 76% de la proteína de la semilla, en tanto que en el endosperma está sólo el 17% de los lípidos y el 16% de la proteína (Wiesenborn, 2003).

La linaza es una semilla oleaginosa, fuente importante de ácidos grasos omega 3, especialmente α linolénico que puede constituir hasta el 52% del total de ácidos grasos; de compuestos fenólicos conocidos como lignanos; de una goma coloidal y de proteína de buena calidad. Estos compuestos, aunque están ubicados en diferentes partes de la semilla, interactúan entre si durante la extracción y el procesamiento, lo que plantea grandes desafíos para su utilización (Oomah B. , 2003).

8.3.2.1. Proteínas

El contenido de proteínas de la mayoría de los cultivares de linaza fluctúa entre 22,5 y 31,6 g/100 g. Las condiciones de procesamiento (descascarado o desgrasado) afectan el contenido de proteínas del producto derivado de la linaza. La cáscara tiene menores contenidos de proteína, por lo que, la harina sin cáscara y desgrasada tiene un alto contenido proteico. Como en muchas otras semillas, el contenido de globulinas es mayoritario, llegando al 77% de la proteína presente, en tanto que el contenido de albúminas representa al 27% de la proteína total. La proteína de linaza es relativamente rica en arginina, ácido aspártico y ácido glutámico; los aminoácidos limitantes son lisina, metionina y cisteína (Hall, 2006).

8.3.2.2. Lípidos

El aceite, que constituye el componente principal de la linaza (35 a 43 g /100 g base materia seca) ha sido por años el objetivo principal del procesamiento de esta semilla. La torta remanente de la extracción de aceite (55%), todavía se considera en algunas partes como un subproducto de bajo valor (Oomah B., 2003). Los cotiledones son el principal tejido de almacenamiento de aceite, el que está constituido principalmente (98%) por triacilgliceroles y se encuentra en glóbulos de aceite de 1,3 μ m de diámetro. También en la fracción lipídica se encuentra un 0,9 % de fosfolípidos y un 0,1% de ácidos grasos libres.

8.3.2.3. Carbohidratos

La linaza contiene muy pequeñas cantidades de azúcares solubles (1 a 2 g /100 g). La mayoría de los carbohidratos presentes en esta especie, pertenecen al grupo de la fibra dietética. Se destaca

entre otros granos por ser una excelente fuente de fibra dietética soluble e insoluble, la que en total puede llegar hasta 28% del peso seco de la semilla. La relación entre fibra soluble e insoluble fluctúa entre 20:80 y 40:60. En la fracción soluble, se encuentra un hidrocoloide conocido como mucílago (8% del peso de la semilla). Existe muy poca información de la variación del contenido de fibra dietética entre variedades y según las condiciones de cultivo (Oomah B. , 2003).

8.4. Compuestos bio-activos de la linaza y beneficios de su consumo

La semilla de linaza contiene diversos compuestos que pueden ofrecer beneficios para la salud. Tales como reducción del riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares, mitigación de los efectos de la diabetes, patologías renales, obesidad, cáncer de colon y recto, reducción del nivel de colesterol sérico y promoción de la evacuación intestinal. Entre ellos, es importante destacar a la fibra dietética, los lignanos, el aceite y las proteínas (Payne, 2000). La localización dentro de la semilla, su complejidad y las posibles interacciones de los diversos componentes que poseen actividad biológica son un gran desafío para el procesamiento de este ingrediente alimentario (Oomah B. , 2003).

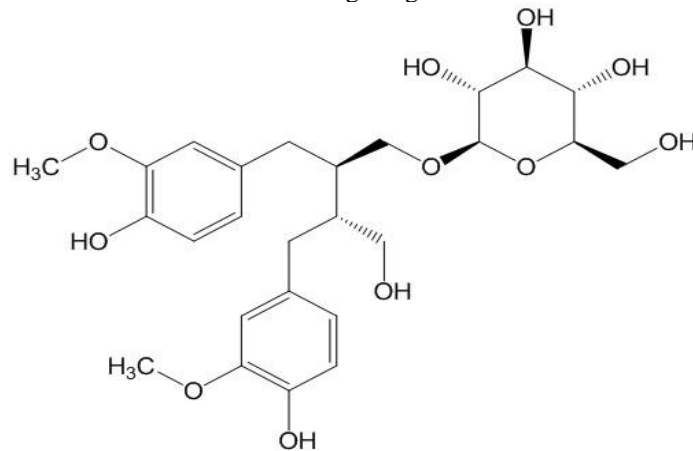
8.4.1. Lignanos

Los lignanos de las plantas son compuestos fenólicos con un esqueleto de 2,3-dibencilbutano (Thompson, 2003). La linaza es la fuente alimenticia más rica en los precursores de lignanos, diglucósido de secoisolariciresinol y materesinol, los cuales son fitoestrógenos que por acción del ácido gástrico y de la glucosidasa bacteriana (de aeróbicos facultativos del género Clostridia) del tracto digestivo, se transforman en enterolactona y enterodiol, respectivamente, conocidos como lignanos de los mamíferos. Estos últimos poseen mayor capacidad antioxidante que sus precursores. También se encuentran presentes en la linaza otros lignanos, como el lariciresinol, hinoquinina, arctigenina, ácido divainillin tetrahidrofurano nordihidroguayarático, isolariciresinol y pinoresinol, pero el más abundante es el secoisolariciresinol en cantidades entre 1410 y 2590 mg /100 g de semilla seca.

El contenido de lignanos en la linaza está muy influenciado por factores genéticos y en menor grado por las condiciones ambientales (Meagher et. al, 1999). Los beneficios para la salud de los lignanos de la linaza residen en su capacidad antioxidante como secuestradores de radicales

hidroxilos, y como compuestos estrogénicos y anti-estrogénicos por su similitud estructural con el 17- β -estradiol. La actividad antioxidante del lignano de la linaza está relacionada con la supresión de las condiciones oxidantes de las especies reactivas de oxígeno. El diglucósido de secoisolariciresinol y su aglucona secoisolariciresinol muestran una muy alta capacidad antioxidante y efectos protectores del daño al ADN y a los liposomas especialmente en las células epiteliales del colon expuestas a estos compuestos, durante el metabolismo de las bacterias del colon que los transforman en lignanos de mamíferos (Rajasha, 2006).

Ilustración 3: Estructura del diglucógeno de secoisolariciresinol



Fuente: (Rajasha, 2006)

8.5. Mucilago de linaza

Figuerola (2008), determina que, el mucílago de linaza es un material semejante a una goma, está asociada a la cáscara del grano y está constituido por polisacáridos ácidos neutros, las condiciones óptimas para la extracción de la goma son: agua 85 y 90°C y pH 6.5 a 7.0 y con una relación agua: semilla de 13:1 la suspensión se liofiliza, obteniéndose rendimientos de 13 a 14%, la goma de linaza tiene buena capacidad espumante, estabilidad, resistencia a la presencia de sales y viscosidad estable en un amplio rango de pH, es por ello que el mucílago de linaza tiene un gran potencial para el recubrimiento de frutas con la finalidad de prolongar en tiempo de conservación.

8.6. Mora de Castilla (*Rubus glaucus*)

Según Herrera & Galvis (1993) la mora de Castilla (*Rubus glaucus*), es un frutal que comprende alrededor de 300 especies en todo el mundo perteneciente a la familia de las rosáceas. La mora es un fruto muy apetecido en el mercado nacional e internacional, rica en minerales y vitaminas,

presenta un gran futuro como producto de exportación en forma congelada y fresca, una vez que se puedan superar los problemas de transporte ya que por ser altamente perecedero requiere de cuidados especiales en el proceso de postcosecha (Reina, 1998).

Existen muchas tecnologías de conservación de frutos, entre ellas están las atmósferas modificadas, empaques biodegradables y congelación son usadas en la industria, pero el empleo de estos métodos implica grandes inversiones económicas y, a más de eso algunos causan daños o cambios en la estructura de las frutas, en las propiedades sensoriales y nutricionales. Razón para crear nuevas tecnologías que sean factibles para aplicarlos, los recubrimientos biodegradables son una de las grandes opciones que actualmente se están utilizando como método de conservación en alimentos.

8.6.1. Descripción Botánica

Desde el punto de vista botánico, la mora es una fruta polidrupa, es decir, está formada por la unión de pequeñas drupas arracimadas (o en racimo), dentro de las que se halla una semilla diminuta, perceptible durante su consumo e incluso a veces algo molesta. De forma algo más alargada en las especies de morus, y generalmente más redondeada en las de *Rubus* (aunque depende de la especie). *Rubus glaucus* presenta una forma levemente al de la fresa (ancha por la base y terminando en punta). Su tamaño es diminuto, midiendo entre 1 y 3 cm, dependiendo de la especie (Nazareno, 2011).

Cuadro 2: Clasificación taxonómica de la mora.

Reino	Vegetal
Subreino	<i>Embriyophyta</i>
Clase	<i>Angiosperma</i>
Subclase	<i>Dicotiledónea</i>
Orden	<i>Tubiflorales</i>
Familia	<i>Rosáceas</i>
Género	<i>Rubus</i>
Especie	<i>Glaucus</i>

Fuente: Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la mora de Castilla (*Rubus Glaucus*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Reina G, 1998

Cuenta con gran cantidad de especies entre las que se destaca *Rubus glaucus* (Castro, 2005).

✓ Cultivo

Según Gómez (2006), la mora de Castilla se desarrolla mejor en suelo franco arcilloso, de modo que permita una adecuada reserva de agua y el exceso sea evacuado fácilmente, con alto contenido de materia orgánica ricos en fósforo y potasio. Se debe mantener una relación Ca: Mg: K (2:1:1), ya que junto con el Boro son responsables de una mayor o menor resistencia a las enfermedades.

Deben presentar buen drenaje interno como externo, ya que es una planta altamente susceptible al encharcamiento, se adapta bien a pH ácido de 5.2 y 6.7 siendo 5.7 el óptimo. En los casos de insuficiencia de agua, los frutos que se producen son de mala calidad, no crecen, no desarrollan un color agradable y contiene poca dulzura. Como las raíces de la planta profundizan a más de un metro es importante que el perfil de suelo no presente capas endurecida, que impidan el normal desarrollo del sistema radicular.

En cuanto a condiciones climáticas este cultivo se desarrolla en alturas comprendidas entre los 1.500 y los 2.400 m.s.n.m, con temperaturas entre los 11 °C y los 18 °C, y precipitaciones de 1.500 a 2000 mm anuales (Nazareno, 2011).

8.7. MARCO CONCEPTUAL

- ✓ **Antimicrobiano:** Es una sustancia química que, a bajas concentraciones, actúa contra los microorganismos, destruyéndolos o inhibiendo su crecimiento (Sauceda, 2011).
- ✓ **Antioxidantes:** Son compuestos sintetizados por las plantas en sus diferentes partes (frutos, hojas, ramas, raíces, etc.) caracterizados por poseer grupos hidroxilos (OH) unidos entre sí por anillos bencénicos (Fundación del corazón, s.f.).
- ✓ **Bacterias:** Son seres unicelulares y existen pocos tipos morfológicos, cocos (esféricos), bacilos (bastón), espirilos (espiras). Son células de tamaño variable cuyo límite inferior está en los 0,2 micrones y el superior en los 50 micrones (1 micrón = 0,001 milímetros) (Mossel, 2003).
- ✓ **Cáliz:** Está formado por los sépalos y de los cuatro verticilos florales es el más externo y el que muestra con mayor claridad su descendencia de hojas vegetativas. Los sépalos se presentan en número variable, generalmente son de color verde y presentan una base ancha y un ápice angosto (Rativa, 2016).

- ✓ **Cisteína:** Es un aminoácido no esencial, por lo que puede ser asimilado por el organismo humano siempre que no haya carencia de metionina. Es uno de los pocos que tiene azufre, por lo que tiene efecto antioxidante sobre las células, impide la oxidación de las proteínas (Shauna & Cockayne, 1995).
- ✓ **Composites:** Los composites o resinas compuestas son materiales sintéticos que están mezclados heterogéneamente y que forman un compuesto, como su nombre indica. Están compuestos por moléculas de elementos variados (Educalingo, s.f.).
- ✓ **Compuestos bioactivos:** Tipo de sustancia química que se encuentra en pequeñas cantidades en las plantas y ciertos alimentos (como frutas, verduras, nueces, aceites y granos integrales). Los compuestos bioactivos cumplen funciones en el cuerpo que pueden promover la buena salud (Kellogs, s.f.).
- ✓ **Conservación:** Es el conjunto de procedimientos y recursos para preparar y envasar los productos alimenticios, con el fin de guardarlos y consumirlos mucho tiempo después (Ecured, s.f.).
- ✓ **Drupillas:** Pequeños frutos de forma esférica que conforman la mora (Rativa, 2016).
- ✓ **Extracción:** Es la técnica empleada para separar un producto orgánico de una mezcla de reacción o para aislarlo de sus fuentes naturales. Puede definirse como la separación de un componente de una mezcla por medio de un disolvente (Química Orgánica, s.f.).
- ✓ **Hidrocoloides:** Son sustancias que cuando se disuelven o dispersan en agua producen espesamiento o gelificación (Globalactionchile, s.f.).
- ✓ **Inhibición:** Acción de impedir la proliferación de microorganismos en los alimentos (Facmed, s.f.).
- ✓ **Linaza:** Es una semilla oleaginosa, fuente importante de ácidos grasos omega 3, especialmente α linolénico que puede constituir hasta el 52% del total de ácidos grasos; de compuestos fenólicos conocidos como lignanos; de una goma coloidal y de proteína de buena calidad (Oomah, 2001).
- ✓ **Linolénico:** El aceite de linaza (ácido alfa-linolénico) es un ácido graso esencial omega 3 (Oomah, 2001).
- ✓ **Lisina:** Aminoácido existente en las proteínas sintetizadas que el organismo de los seres vivos necesita para su crecimiento (Shauna & Cockayne, 1995).

- ✓ **Metionina:** Es uno de los aminoácidos ("eslabones" de las cadenas de proteínas) esenciales, lo que significa que no se puede sintetizar en el organismo y debe obtenerse a través de la dieta (Shauna & Cockayne, 1995).
- ✓ **Mucílagos:** "Los mucílagos son un tipo de fibra soluble viscosa. Lo producen la semilla de ciertas plantas, como plántago, el lino, la chía, la algarroba y la mostaza" (botanical-online, s.f.).
- ✓ **Perecibilidad:** Calidad de poco duradero, perecible, que se deteriora con facilidad (Significado, s.f.).
- ✓ **Permeabilidad:** La permeabilidad o impermeabilidad es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado (Boletinagrario, s.f.).
- ✓ **Polietileno:** Es un tipo de polímero que se utiliza extendidamente en la fabricación de envases, de bolsas, para recubrir cables, para hacer recipientes y en las tuberías, entre otros. Se trata de uno de los plásticos más comunes y usados en el mundo, especialmente por el bajo costo que representa (Definicionabc, s.f.).
- ✓ **Recubrimiento biodegradable:** Un recubrimiento biodegradable se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento (Krochta & Baldwin, 1994).
- ✓ **Solución:** Es una mezcla homogénea de dos o más sustancias. La sustancia disuelta se denomina soluto y la sustancia donde se disuelve se denomina disolvente (Ecured1, s.f.).
- ✓ **Tiempo de almacenamiento:** Básicamente la vida útil de un alimento se define como el periodo de tiempo durante el cual resulta apto el consumo de un producto alimenticio elaborado y de la misma forma, el tiempo que tarda la calidad de un alimento en alcanzar niveles considerados inaceptables para su consumo (Gutiérrez, 2000).

9. HIPÓTESIS

9.1. Hipótesis Nula

Ho: El recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*) y glicerina no influye significativamente sobre el tiempo de conservación en los parámetros físico-químico, microbiológico y sensorial de las moras de Castilla (*Rubus glaucus*).

9.2. Hipótesis Alternativa

H1: El recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*) y glicerina influye significativamente sobre el tiempo de conservación en los parámetros físico-químico, microbiológico y sensorial de las moras de Castilla (*Rubus glaucus*).

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Metodología

Ubicación de la investigación

La investigación se llevó a cabo en el Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Parroquia Eloy Alfaro, en la Universidad Técnica de Cotopaxi en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en el Laboratorio de análisis de alimentos y microbiología de la carrera de Agroindustria.

10.2. Tipos de investigación

En el presente estudio se pretende conservar las moras con recubrimiento biodegradable, basándose en los siguientes aspectos:

- ✓ **Investigación Descriptiva:** 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. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento (Dalen & Meyer, 1981).

Permite realizar una descripción de los resultados de las moras con y sin recubrimiento biodegradable, mediante los análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales,

adquiriendo valores confiables, lo cual permite presentar criterios de aceptabilidad a través de los análisis estadísticos.

- ✓ **Investigación Exploratoria:** Este tipo de investigación reconoce, registra, o averigua con diligencia una cosa o un lugar (Cegarra, 2004).

Permitió conocer las condiciones apropiadas para la conservación de la mora por medio de la aplicación de un recubrimiento biodegradable, manteniendo las propiedades y prolongando el tiempo de conservación de la mora.

- ✓ **Investigación Explicativa:** Los estudios explicativos pretenden conducir a un sentido de comprensión o entendimiento de un fenómeno, están orientados a la comprobación de hipótesis causales de tercer grado; esto es, identificación y análisis de las causales (variables independientes) y sus resultados, los que se expresan en hechos verificables (variables dependientes) (Cegarra, 2004).

Permitió comprobar o rechazar las hipótesis planteadas en el presente tema de investigación.

10.3. Métodos de investigación

- ✓ **Método cuantitativo:** La intención de este método es exponer y encontrar el conocimiento ampliado de un caso mediante datos detallados y principios teóricos (Cegarra, 2004).

Este método se aplicó en el respectivo análisis estadístico de la evaluación sensorial realizado a 10 catadores.

- ✓ **Método experimental:** Consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular (Cegarra, 2004).

Los análisis físico-químicos y microbiológicos se realizó en el laboratorio de análisis de alimentos y microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mediante pruebas controladas con el manejo de las variables en estudio.

10.4. Técnicas de investigación

- ✓ **Investigación de campo:** El estudio se realizó con moras de Castilla del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, ya que este sector cuenta con varias áreas de cultivo de dicha fruta.

- ✓ **Investigación bibliográfica documental:** El presente trabajo de investigación se fundamentó con investigaciones que tienen resultados relevantes de las principales características de las moras de Castilla durante los días de conservación, también de formulaciones de mucílagos utilizados como recubrimientos que permitan extender el tiempo de conservación de las frutas.

10.5. Instrumentos

- ✓ **Diario de Campo:** Se considera como un instrumento indispensable para registrar la información día a día de las actividades y acciones de la práctica investigativa en el escenario de estudio (Deobold, 2006).

Este instrumento sirvió para registrar los datos obtenidos antes, durante y después del proceso de recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza y glicerina para la conservación de las moras.

- ✓ **Hojas de cataciones:** Es un instrumento que permite conocer el criterio de aceptabilidad de un producto (Deobold, 2006).

Este instrumento se utilizó para conocer la opinión de los catadores en cuanto a los parámetros de calidad visual, aroma característico, firmeza, impresión global y sabor del mejor tratamiento de las moras de Castilla.

10.6. Resumen de control de variables

Cuadro 3: Cuadro de variables correspondientes a la investigación

Variable dependiente	Variables independientes	Indicadores	
Recubrimiento biodegradable	Factor A: Porcentaje de Mucílago de linaza a1: 3% a2: 5% Factor B: Concentración de Glicerina b1: 1% b2: 2%	Características físico-químicas	-pH -Acidez titulable -Sólidos solubles - Textura -Humedad -Pérdida de peso
		Características microbiológicas	-Coliformes totales -Mohos y levaduras
		Análisis sensorial del mejor tratamiento	- Calidad visual -Aroma característico, -Firmeza -Impresión global -Sabor

Elaborado por: Laica T, 2020

10.7. Diseño Experimental

Se aplicó un diseño factorial ($A \times B + 1$) con dos réplicas, en donde el factor A porcentaje de mucílago de linaza con dos niveles (3 y 5%) y factor B con dos niveles concentración de glicerina (1, 2%) detallados en la Cuadro 3. Las combinaciones de este experimento, conjuntamente con un tratamiento control sin recubrimiento se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Factores y niveles controlados en la elaboración de recubrimientos biodegradables

FACTOR		NIVELES
A	Porcentaje de mucílago de linaza	a ₁ :3%
		a ₂ :5%
B	Concentración de glicerina	b ₁ :1%
		b ₂ :2%

Elaborado por: Laica T, 2020

Cuadro 5. Tratamientos empleados en la elaboración del recubrimiento biodegradable

Repeticiones	Tratamientos	Código	Combinación
I	T0	C	Control sin recubrimiento
	T1	a ₁ b ₁	Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 1%
	T2	a ₁ b ₂	Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 2 %
	T3	a ₂ b ₁	Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 1%
	T4	a ₂ b ₂	Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 2%
II	T1	a ₁ b ₁	Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 1%
	T2	a ₁ b ₂	Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 2 %
	T3	a ₂ b ₁	Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 1%
	T4	a ₂ b ₂	Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 2%

Elaborado por: Laica T, 2020

Número de repeticiones por tratamiento: 2

Número de tratamientos: 4

Unidad Experimental: (t x r) 8

10.8. Población y muestra

10.8.1. Población

Para la ejecución del presente proyecto se tomó como población las moras de Castilla, cultivadas en el cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi. La investigación se realizó en los Laboratorios de análisis de alimentos y microbiología de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la carrera de Ingeniería Agroindustrial.

10.7.2. Muestra

Para cada tratamiento se utilizó 40 moras de Castilla proveniente del cantón Sigchos de la variedad (*Rubus glaucus*) para realizar los análisis físico-químicos, microbiológicos y sensorial.

Para el análisis sensorial del mejor tratamiento se utilizó una muestra de 10 catadores.

10.8. Metodología

Materia prima

Semillas de linaza

Moras de Castilla

Reactivos

Agua potable

Hipoclorito de sodio (150 ppm)

Mucílago de linaza (3 y 5 %)

Glicerina (1 y 2 %)

Fenolftaleína

Hidróxido de sodio (0.1 N)

3M Placas Petrifilm™ para coliformes totales

3M Placas Petrifilm™ para mohos y levaduras

Agua destilada

Materiales

Olla

Envases de vidrio

Papel filtro

Papel aluminio

Tela lienzo

Bandejas de polietileno

Vasos de precipitación

Pinza

Mortero

Pipeta

Equipos

Cocina industrial

Mufla

Te de agitación cuádruple

Incubadora

Contador de colonias

Refrigerador

Equipo de titulación

Balanza digital

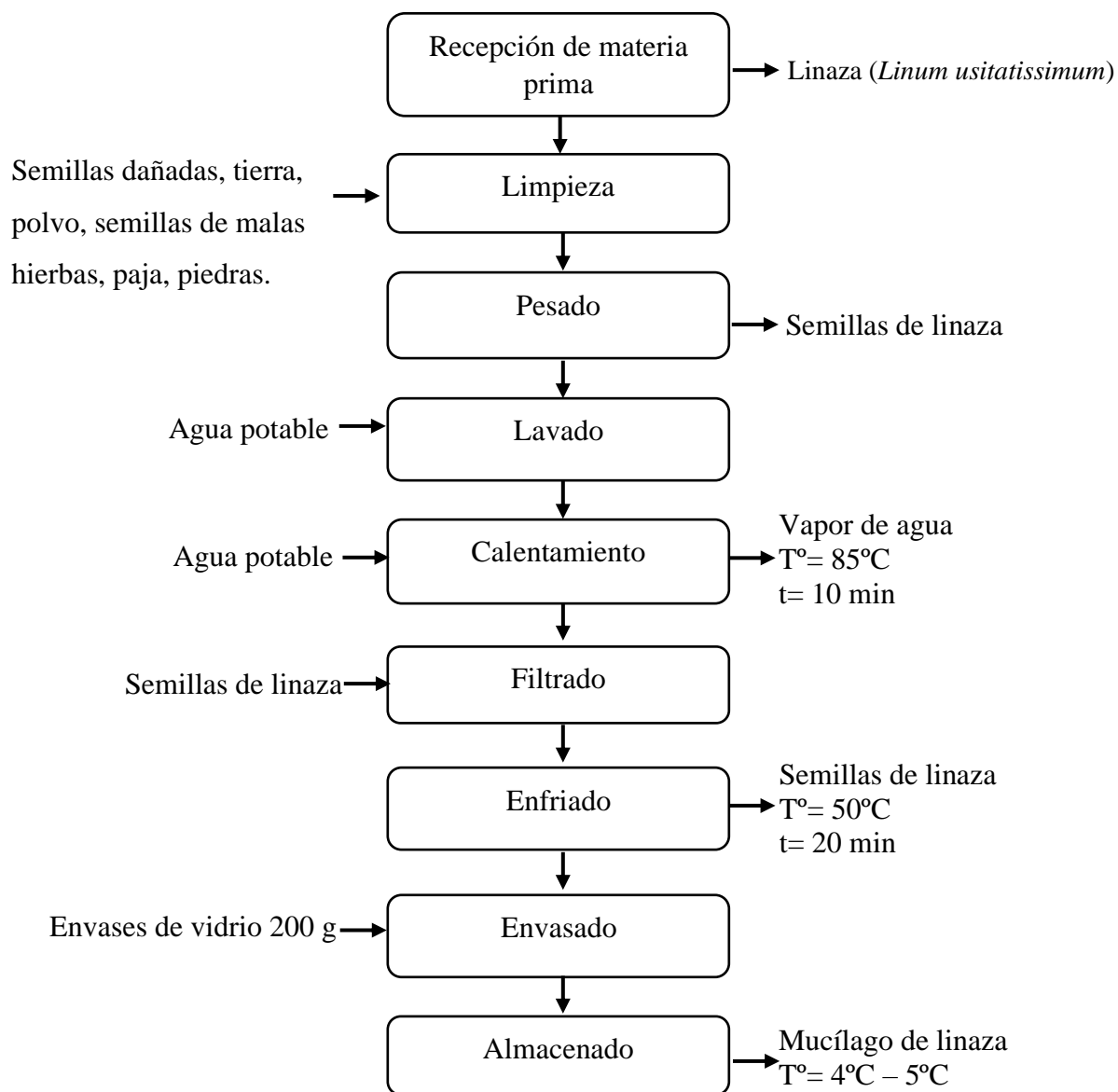
Conductímetro

Texturómetro

Refractómetro digital

10.8.1. Diagrama de flujo de extracción del mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*).

Diagrama 1: Diagrama de flujo de extracción del mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*).










Fuente: (Guerrero, 2018)

Descripción tecnológica del proceso para la obtención del mucílago de linaza.

- ✓ **Recepción de semillas:** Se realizó la recepción de las semillas de linaza de variedad nacional, adquirida en el mercado mayorista de Latacunga.
- ✓ **Limpieza:** Se realizó la limpieza de las semillas, para retirar las semillas dañadas, semillas de malas hierbas, trozos pequeños de pajas y otras materias extrañas.
- ✓ **Lavado:** Se lavó las semillas con el fin de eliminar cualquier posible trozo pequeño de tierra.
- ✓ **Calentamiento:** Se calentó las semillas con agua, a una temperatura de 85 °C por 10 minutos, para permitir la extracción de fibra soluble de la semilla. El procedimiento se fundamentó en lo descrito por (Figuerola, 2008), señala que las condiciones óptimas para la extracción del mucílago de linaza son: agua entre 85 °C a 90 °C a pH 6,5 a 7,0 y con una relación agua: semilla de 13:1 para la extracción al 100%; y por (Ostojich, 2010), quien menciona que la cocción de la semilla por varios minutos, previo remojo o no, tiene por finalidad inactivar las enzimas responsables de la producción de HCN.
- ✓ **Filtrado:** Se realizó con el fin de evitar presencia de partículas de linaza en el mucílago extraído.
- ✓ **Enfriado:** Se enfrió el mucílago, a temperatura de 50 °C por 20 minutos.
- ✓ **Envasado:** Se realizó el envasado del mucílago en recipientes de vidrio de 200 g.
- ✓ **Almacenado:** Finalmente se almacenó a una temperatura de 4 °C a 5 °C, para que conserve sus características organolépticas y tenga mayor tiempo de conservación.





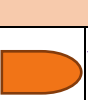


10.8.2. Diagrama de procesos de extracción del mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*).

Cuadro 6. Simbología a utilizar en el diagrama de procesos

SÍMBOLOS	SIGNIFICADO
	INICIO O FIN DE PROCESO
	OPERACIÓN
	INSPECCIÓN
	TRANSPORTE Y DESPLAZAMIENTO
	DEMORA O ESPERA
	ALMACENAMIENTO
	OPERACIÓN E INSPECCIÓN

Elaborado por: Laica T, 2020

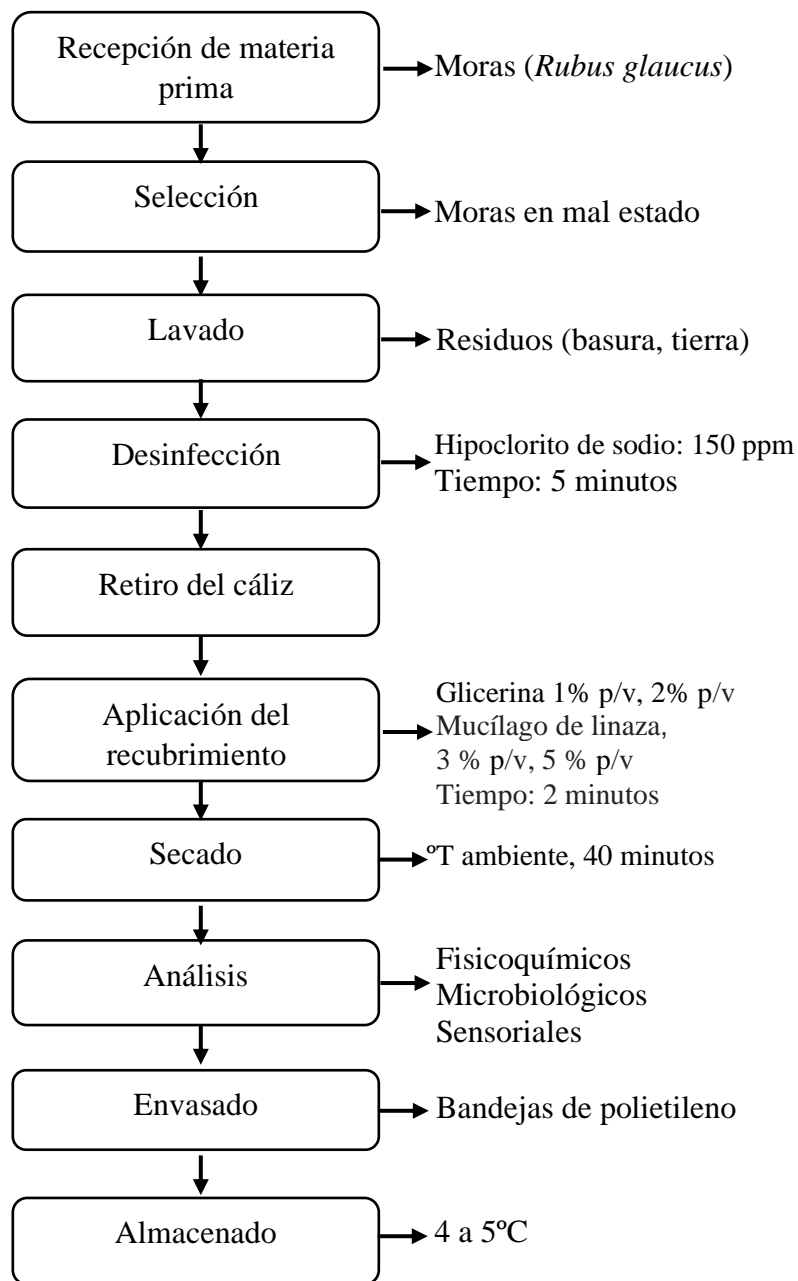
Diagrama 2: Diagrama de procesos de extracción del mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*).

N ^o	ACTIVIDADES	SIMBOLOGÍA							TIEMPO
									
1	Recepción de materia prima	x		x					25 minutos
2	Limpieza					x		x	10 minutos
3	Pesado y Lavado		x			x			5 minutos
4	Calentamiento					x		x	10 minutos
5	Filtrado y Enfriado			x		x			20 minutos
6	Envasado y Almacenado	x				x	x		5 minutos
TOTAL									1h:15 minutos

Elaborado por: Laica T, 2020

10.8.3. Diagrama de flujo del proceso de aplicación del recubrimiento biodegradable en la mora de Castilla (*Rubus glaucus*).

Diagrama 3: Diagrama de flujo del proceso de aplicación del recubrimiento biodegradable en la mora de Castilla (*Rubus glaucus*).










Fuente: (Rodríguez, 2017)

Descripción del Proceso de la aplicación de un recubrimiento biodegradable en la mora de Castilla (*Rubus glaucus*).

- ✓ **Recepción:** La fruta se recibió bajo determinadas condiciones de maduración, fresca, entera y en buen estado.
- ✓ **Selección:** Las frutas se seleccionaron de acuerdo a su calidad, que estén libres de lesiones mecánicas y se aceptan las de apariencia firme, exentas de hongos visibles y de color homogéneo, con un nivel de madurez tres (Fruto es de color rojo intenso, con algunas drupillas de color morado).
- ✓ **Lavado:** Las moras se sumergieron en agua por 2 minutos, cuidadosamente para evitar dañar la membrana, con la finalidad de retirar impurezas.
- ✓ **Desinfección:** Se realizó el desinfectado sumergiendo con una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 150 ppm, durante 5 minutos, con la finalidad de eliminar cualquier tipo de microorganismos presentes en la superficie de la mora. Luego se enjuaga con agua potable.
- ✓ **Retiro del cáliz:** Se retiró el cáliz de la fruta cuidadosamente, para evitar lesiones mecánicas.
- ✓ **Aplicación del recubrimiento:** El recubrimiento se aplicó en 3 kg de mora mediante el método de inmersión y se dejó reposar por 2 minutos.
- ✓ **Secado:** Los lotes de mora recubiertos se depositaron en mallas para eliminar el exceso de mucílago y proceder al secado a temperatura ambiente por 40 minutos.
- ✓ **Análisis:** Se determinó los parámetros fisicoquímicos (pH, acidez titulable, sólidos solubles, textura, pérdida de peso y humedad) microbiológicos (coliformes totales, mohos y levaduras) y sensoriales (calidad visual, aroma característico, firmeza, impresión global y sabor) de las moras recubiertas.
- ✓ **Envasado:** Las frutas se almacenaron en bandejas de plástico de tereftalato de polietileno, con perforaciones que son utilizadas en el mercado interno.
- ✓ **Almacenado:** Las muestras de fruta se almacenaron a una temperatura de 4 a 5° C y humedad relativa de 85 %.

Diagrama 4: Diagrama de flujo del proceso de aplicación de un recubrimiento comestible en la mora de Castilla (*Rubus glaucus*).

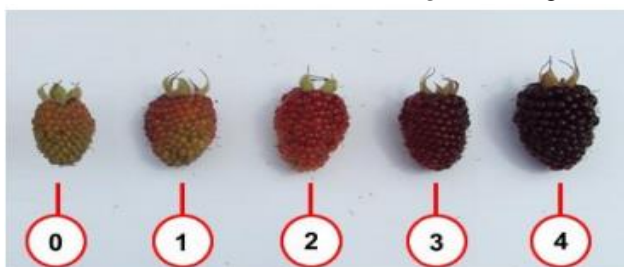
N°	ACTIVIDADES	SIMBOLOGÍA							TIEMPO
									
1	Recepción de materia prima	x		x					3 horas
2	Selección					x		x	10 minutos
3	Lavado y desinfección		x			x			5 minutos
4	Retiro del cáliz		x			x			5 minutos
5	Aplicación del recubrimiento					x		x	10 minutos
6	Secado					x			40 minutos
7	Análisis					x		x	1 hora
8	Envasado y Almacenado	x				x	x		10 minutos
	TOTAL								5 h:20 minutos

Elaborado por: Laica T, 2020

10.8.4. Materia prima

La mora de Castilla fue cosechada en el cantón Sigchos, de la provincia de Cotopaxi, el fruto fue previamente seleccionado desechando los frutos que no cumplieran con los estándares de calidad, para lo cual se recolectó 7 kg de mora en estado de madurez 3, se escogió los mejores frutos observando cuidadosamente el color externo de la fruta y mediante el uso de la carta de color según estipula la norma INEN 2427:2016 (INEN, 2016) (Ilustración 4)

Ilustración 4: Color de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*) según su estado de madurez



Fuente: (INEN,2016)

10.9. Análisis fisicoquímicos

10.9.1. pH

La medición del pH se realizó con un Potenciómetro digital de marca Milwaukee, modelo pH 56, según se describe la Norma INEN 389, el medidor de pH y temperatura tiene una calibración automática en dos puntos (pH 7.01 – pH 4.01/10.01), mide con compensación de temperatura automática con un rango extendido de pH -2.01 a 16.01 y simultáneamente muestra temperatura de -5.0 °C a 105.0 °C o de 23.0 °F a 221.0 °F.

10.9.2. Acidez titulable

Se utilizó una muestra de 5 g de fruta el cual se diluyó con 50 ml de agua destilada. Esta solución se tituló con una solución de NaOH 0.1 N, hasta alcanzar un pH de 8.1 ± 0.2 , utilizando el titulador (DORNIC, REF 5785) según el A.O.A.C. Official Methods of Analysis (2007).

El porcentaje de acidez se expresaron en ácido cítrico según NTE INEN 2427 por ser al ácido predominante en la mora durante la maduración, y se valoró de acuerdo a la siguiente formula:

Ecuación 1. Cálculo de la acidez titulable

$$\% \text{ Ácido cítrico} = \frac{V_1 * N * K}{V_2} \times 100$$

fuentes: (INEN-750, 2013)

Dónde:

V_1 = volumen de NaOH consumido (ml)

V_2 = volumen de la muestra (2ml)

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

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

10.9.3. Sólidos solubles

Se utilizó un refractómetro manual (Milwaukee MA871) de escala 0 – 85, según la Norma INEN 380.

Se colocó una gota de zumo de mora y los resultados se expresó en °Brix.

10.9.4. Firmeza

La medición de este parámetro se realizó en el centro de la fruta mediante el uso de un texturómetro manual (McCormick. Modelo FT01), se realizó un ensayo de punción con una sonda plana de acero inoxidable de 3 mm de diámetro (Ramírez et. al, 2013). Los parámetros del ensayo fueron los siguientes: velocidad 2 mm/s, carga de activación 0,1 N y un valor meta de 10 mm. Las mediciones se realizaron los días 1, 4, 7 y 10 los resultados se expresaron en Newtons, para esta medición se tomaron 5 submuestras de cada tratamiento.

10.9.5. Humedad

Se pesaron 5 g de muestra en una capsula vacía y tarada, se secó en la estufa a 80 °C durante 24 horas hasta obtener un peso constante. Posteriormente, se enfrió en un desecador y se procedió a su pesaje. Los ensayos fueron realizados por duplicado. Se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Cálculo de % humedad

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_1 - P_2}{P} * 100$$

Fuente: (Soto, 2000)

Dónde:

P_1 = Peso de la cápsula + muestra (g)

P_2 = Peso de la cápsula + muestra después del calentamiento (g)

P = Peso de la muestra (g)

10.9.6. Pérdida de peso

El peso se registró diariamente de las moras tratadas con recubrimiento y sin recubrimiento hasta observar deterioro por crecimiento microbiano. Se calculó mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Cálculo de pérdida de peso por día

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

Elaborado por: Laica T, 2020

Dónde:

P_i = Peso inicial (g)

P_f= Peso final en cada fecha de evaluación

10.9.7. Análisis Microbiológicos

Los recuentos microbiológicos coliformes totales según la Norma INEN 1529-7:90 y mohos y levaduras según la norma INEN 1529-10:98 se realizaron los días 1, 5 y 10 de almacenamiento.

Se tomaron 10 g de mora con y sin recubrimiento, se adicionó 90 mL de agua peptona a continuación se realizó diluciones seriadas y finalmente se determinó la concentración de coliformes totales, mohos y levaduras por el método de recuento en placa y número probable respectivamente. Para el recuento se utilizaron 3M Placas Petrifilm™ aplicando 1 mL de la muestra en el centro de la placa. La temperatura de incubación para coliformes totales fue de 37 °C por 24 horas, para mohos y levaduras fue de 25 °C por 3 días. Se calculó mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Cálculo de UFC/g para coliformes totales

$$\frac{\text{Coliformes}}{\text{g}} \text{ o } \text{cm}^3 = n \times f \text{ (UFC)}$$

Fuente: (INEN1529-7, 2013)

Ecuación 5. Cálculo de UFC/g para mohos y levaduras

$$N = \frac{\text{número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{cantidad total de muestra sembrada}}$$

Fuente: (INEN1529-10, 2010)

10.9.8. Análisis sensorial

Se realizó mediante un panel de 10 catadores, los cuales evaluaron las siguientes características organolépticas de las moras del mejor tratamiento: calidad visual, aroma, firmeza, impresión global y sabor. A cada catador fue entregada la muestra seleccionada mediante el análisis de pérdida de peso, como un análisis físico muy representativo.

Para los diferentes atributos a evaluarse se utilizó una escala de 1 a 7.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados experimentales se citan en el Anexo 7, donde se pueden apreciar los valores de los análisis fisicoquímicos: pH, acidez titulable, sólidos solubles (°Brix), % de humedad, firmeza, pérdida de peso y microbiológicos coliformes totales (UFC/g), mohos y levaduras (UFC/g)

11.1. Análisis de los resultados fisicoquímicos

11.1.1. Potencial Hidrógeno (pH)

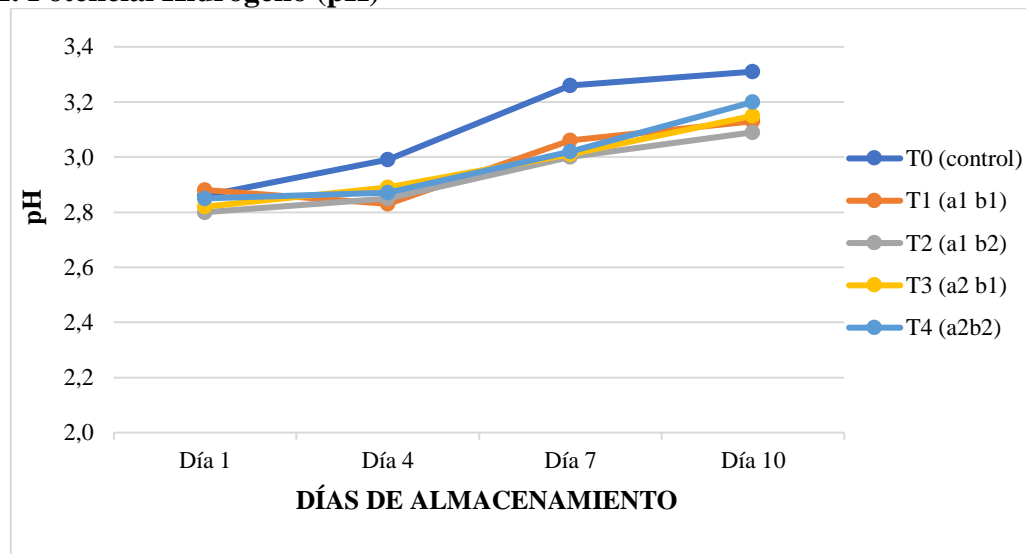


Figura 1. pH durante el almacenamiento de moras de Castilla, con y sin recubrimientos.

Las moras recubiertas y sin recubrir iniciaron con un pH óptimo, los cuales concuerdan con los resultados obtenidos por (Farinango M. , 2010) quien reportó un valor de $2,86 \pm 0,10$ para la mora de Castilla.

Los valores de pH tuvieron un incremento significativo en el día 7 de almacenamiento en las moras de Castilla control llegando a un valor de 3,31 hasta el día 10, mientras que las moras recubiertas aumentaron su pH moderadamente como se muestra en la fig.1, el pH aumenta independientemente de los recubrimientos que se utilice.

Según Ramírez et. al (2013), explicaron que el aumento del pH está relacionado con la aplicación de recubrimientos biodegradables, lo cual disminuye la senescencia de la fruta, evitando que durante la maduración de la mora algunos fragmentos de pectinas se liberen desde la pared celular y se unan a los polifenoles.

Cabe resaltar que entre los tratamientos T_1 , T_3 y T_4 presentaron mayor variación de pH a partir del día 10 de almacenamiento presentando valores finales de 3,13; 3,15 y 3,20 respectivamente, sin embargo el tratamiento T_2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) presenta el mejor rango de pH final de 3,09 ya que fue el que menos varió en función del tiempo de conservación por lo cual el recubrimiento aplicado logró reducir la intensidad respiratoria al actuar como barrera contra el O_2 y el CO_2 producto del intercambio gaseoso que realiza el fruto con el ambiente que lo rodea (Joo et. al, 2011).

En el ANEXO 5, Tabla 5.1 se puede comprobar que en el análisis de varianza de pH en el Testigo vs Resto se obtuvo que F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre el tratamiento sin recubrimiento y los tratamientos con recubrimientos, por tal razón es necesario aplicar la prueba de significancia de Tukey al 5%.

Por otra parte, el coeficiente de variación es confiable lo que significa que el 1,606% van a ser diferentes y el 93,394% serán resultados confiables para todos los valores de los tratamientos de acuerdo al análisis del pH, por lo que se aprecia la precisión con la que se desarrolló el ensayo en función del tratamiento control en la investigación.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, se observaron rangos de significación, en el tratamiento control sin recubrimiento, con una media de 3,11; mientras que en los demás tratamientos no se detectaron rangos de significación, sin embargo, matemáticamente el tratamiento T_2 (mucílago de linaza 3% y concentración de glicerina 2%) presenta el menor valor con una media de 2,94. Los resultados se muestran en la Tabla 5.2.

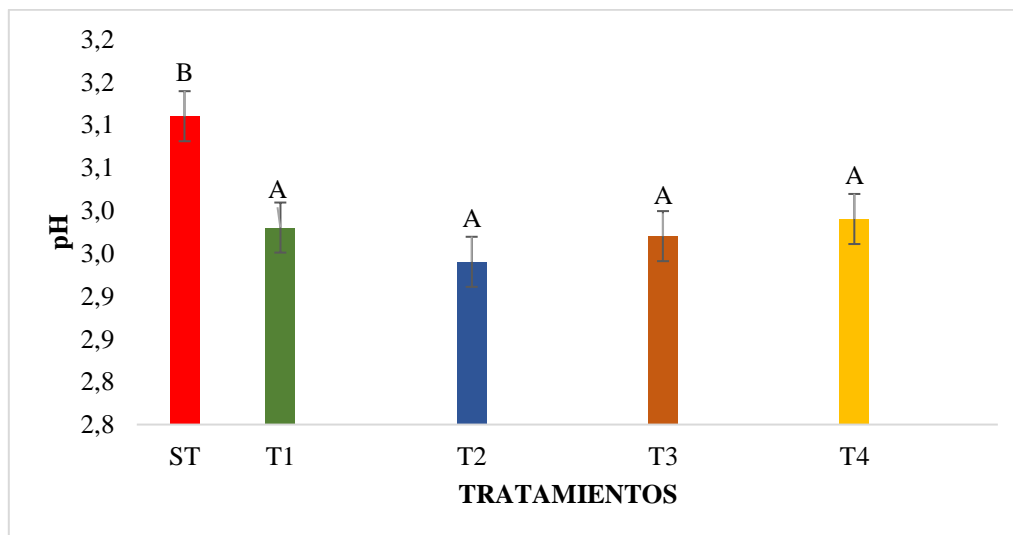


Figura 2. Comportamiento de pH en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos

11.1.2. Acidez titulable

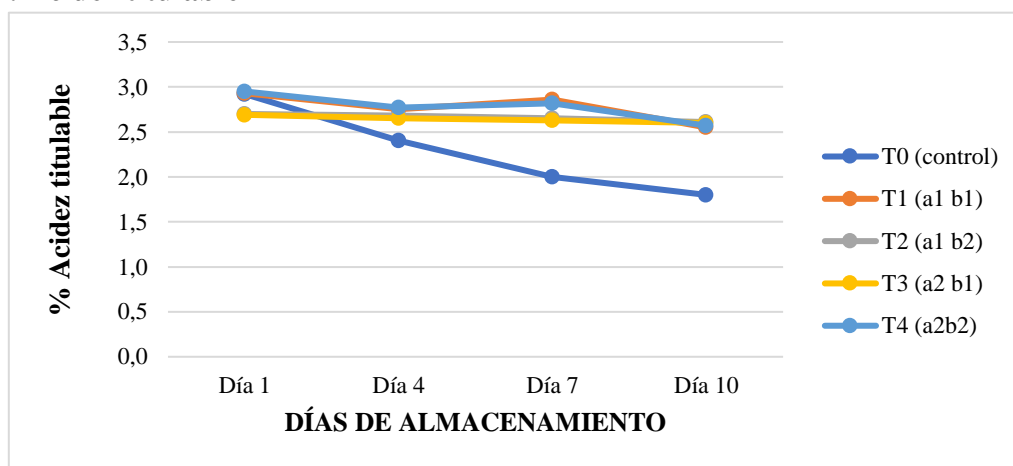


Figura 3. Acidez titulable durante el almacenamiento de mora de Castilla, con el uso de recubrimientos.

En la fig.3 se puede apreciar que la acidez titulable del tratamiento control tiene una disminución acelerada llegando a un valor de 1,80% hasta el día 10 de almacenamiento en comparación a los tratamientos con recubrimiento los cuales tienden a disminuir moderadamente manteniéndose con valores superiores, estos datos coinciden con investigaciones como la de (Farinango & Rúaes, 2010) en las cuales afirman que la acidez tiende a disminuir por el consumo de los ácidos orgánicos producidos durante la respiración.

La acidez titulable en el día 7 en las moras con recubrimiento T_1 y T_4 tuvieron un leve aumento y según (Wills & González, 1999) el aumento podría deberse a un efecto de la concentración

producto de la pérdida de agua de la fruta, según (Medina, 2009) menciona que para el consumo de la mora en fresco o para su procesamiento el mercado exige que la fruta tenga una acidez entre 2,60 y 2,90%.

Por otro lado, los mejores tratamientos que cumplen con la acidez máxima de 2,70% desde el primer día de almacenamiento según NTE INEN 2427 están el T₃ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 1%) y el T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) con 2,60 y 2,61% respectivamente hasta el día 10 de conservación de las frutas mientras que el T₁ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 1%) y el T₄ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 2%) alcanzaron valores de 2,55 y 2,57% respectivamente en el día 10 los cuales se encuentran fuera de los rangos investigados.

En el ANEXO 5, Tabla 5.3 se puede comprobar que en el análisis de varianza de acidez titulable en el Testigo vs Resto se obtuvo que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre el tratamiento sin recubrimiento y los tratamientos con recubrimientos, por tal razón es necesario aplicar la prueba de significancia de Tukey al 5%.

Además, el coeficiente de variación es confiable lo que significa que el 7,50% van a ser diferentes y el 92,5% serán resultados confiables para todos los valores de los tratamientos de acuerdo al análisis de acidez titulable, por lo que se aprecia la precisión con la que se desarrolló el ensayo en función del tratamiento control en la investigación.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, se observaron rangos de significación, en el tratamiento control sin recubrimiento, con una media de 2,28, mientras que en los demás tratamientos no se detectaron rangos de significación, sin embargo, matemáticamente los tratamientos T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) y T₃ (mucílago de linaza 5% y concentración de glicerina 1%) presentan una media de 2,66 y 2,64 respectivamente los cuales se encuentran con un porcentaje de acidez óptimos, los resultados se muestran en la Tabla 5.4.

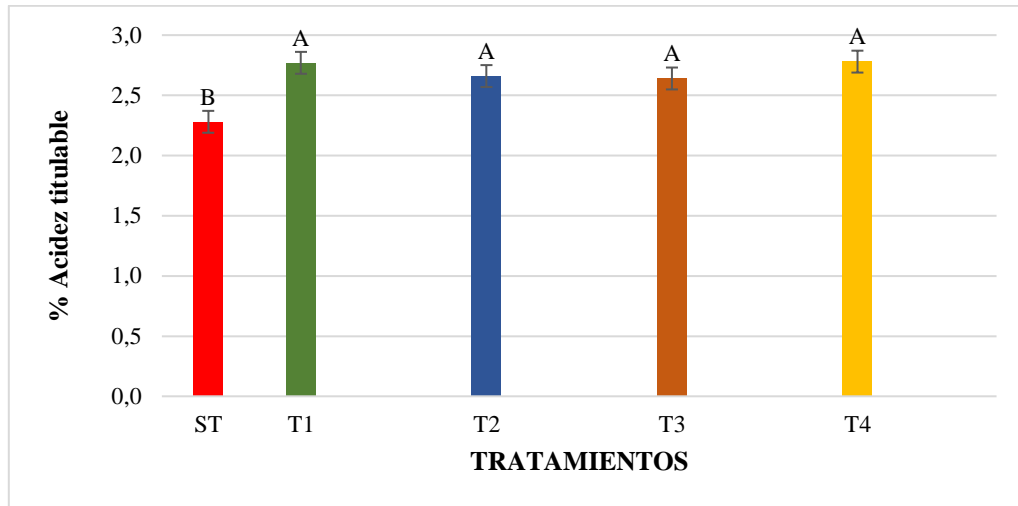


Figura 4. Comportamiento de acidez titulable en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos

11.1.3. Sólidos solubles (°Brix)

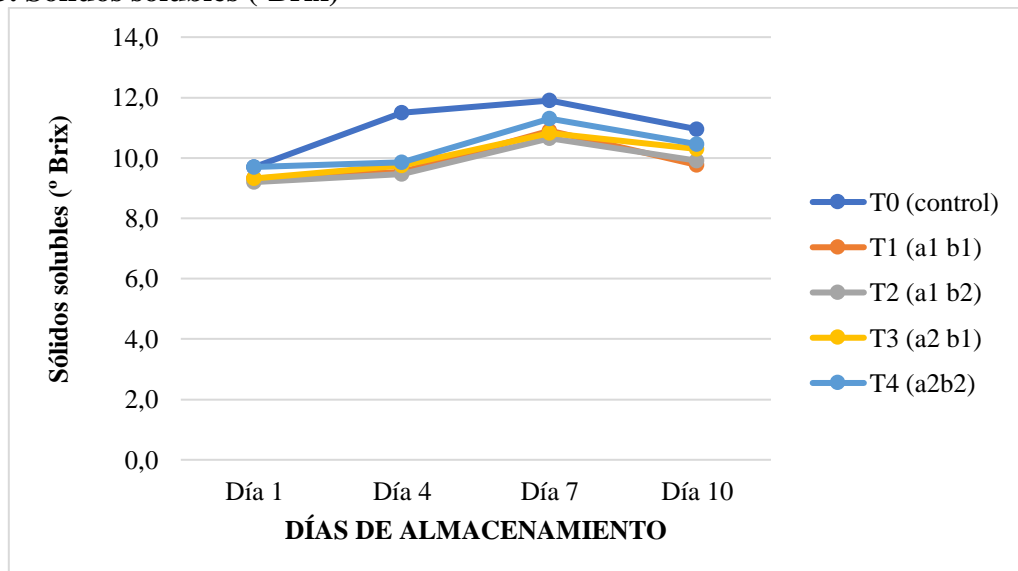


Figura 5. °Brix del fruto durante el almacenamiento de moras de Castilla, con el uso de recubrimientos.

Según Guevara (2016) y Luna (2012), mencionan que el contenido de sólidos solubles indica la cantidad de azúcares como la fructosa, glucosa y sacarosa presentes en las frutas. Este parámetro se mide en °Brix e incrementa conforme avance los días de almacenamiento por la transformación de ácidos orgánicos en azúcares el cual le da el dulzor típico de las frutas maduras.

En la fig.5 se observa que hay variación significativa de sólidos solubles en las moras control durante los días almacenados, mientras que en las moras recubiertas aumentaron moderadamente, en el día 10 de almacenamiento hubo un ligero decaimiento de sólidos solubles, la disminución

puede deberse al consumo de azúcares durante el desarrollo de procesos biológicos como la respiración (Ayala et. al, 2012). Se puede determinar que el tratamiento que presentó más incremento de °Brix fue la muestra control el cual alcanzó un promedio de 11,01 °Brix.

El tratamiento T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) fue el que mejor resultados se obtuvo con un promedio de 9,81 °Brix, seguido del T₁ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 1%) con un promedio de 9,88 °Brix, T₃ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 1%) con un promedio de 10,05 °Brix y finalmente el T₄ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 2%) con un promedio de 10,33 °Brix, cabe mencionar que conforme pasan los días de almacenamiento la calidad de la fruta va disminuyendo por la excesiva cantidad de sólidos solubles, dificultando la conservación de las moras.

La norma INEN 2427:2016 señala que el contenido de sólidos solubles para la mora de Castilla debe ser mínimo 9 °Brix por lo que se determina que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango de la normativa establecida (INEN, 2016).

En el ANEXO 5, Tabla 5.5 se puede comprobar que en el análisis de varianza de sólidos solubles en el Testigo vs Resto se obtuvo que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre el tratamiento sin recubrimiento y los tratamientos con recubrimientos, por tal razón es necesario aplicar la prueba de significancia de Tukey al 5%.

Por otra parte, el coeficiente de variación es confiable lo que significa que el 2,98% van a ser diferentes y el 97,02% serán resultados confiables para todos los valores de los tratamientos de acuerdo al análisis de sólidos solubles, por lo que se aprecia la precisión con la que se desarrolló el ensayo en función del tratamiento control en la investigación.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, se observaron dos rangos de significación, en el primer rango se encuentra el tratamiento control sin recubrimiento, con una media de 11,01; mientras que en el segundo rango se ubica el tratamiento T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) con una media de 9,81, los resultados se muestran en la Tabla 5.6.

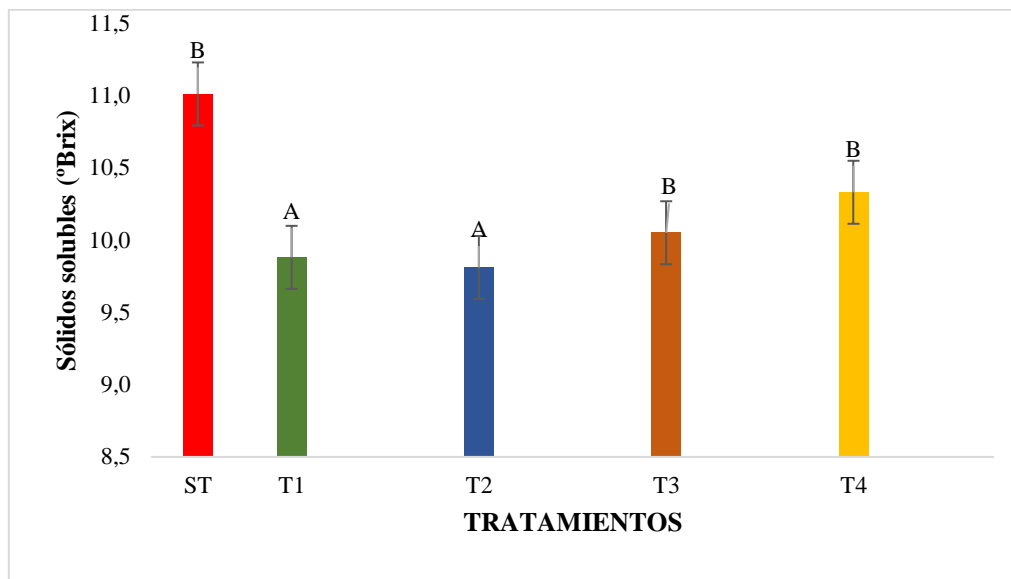


Figura 6. Comportamiento de sólidos solubles en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos

11.1.5. Humedad

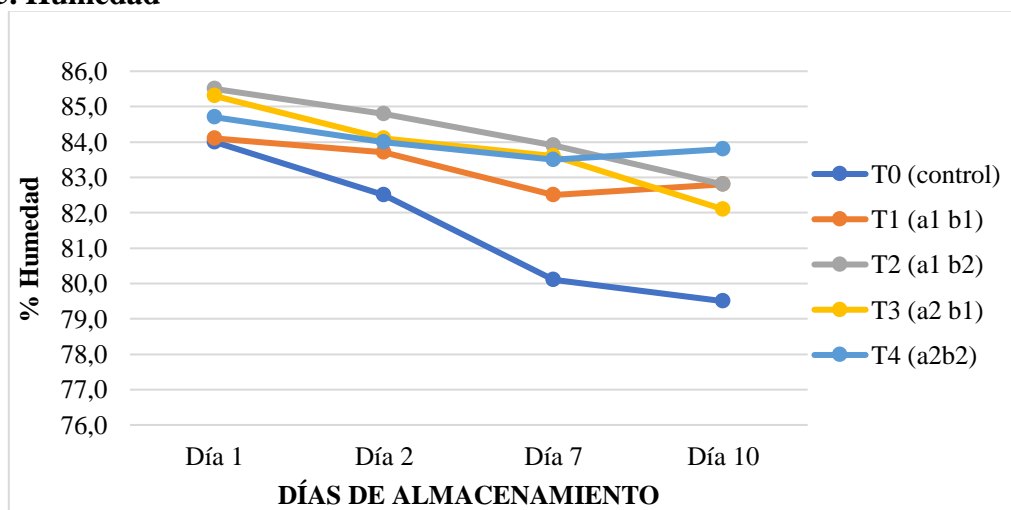


Figura 7. % Humedad del fruto durante el almacenamiento de moras de Castilla, con el uso de recubrimientos.

Al observar en la fig.7, donde se ubican los diferentes porcentajes de humedad de los tratamientos en estudio durante los días de almacenamiento se puede determinar que el mejor resultado se obtuvo en el T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) el cual finaliza el ensayo con un promedio de 84,25 % con el cual se ubicó en el primer rango de significación determinándolo como el mejor tratamiento.

Por otro lado, el tratamiento control fue el de menor desempeño finalizando el ensayo con un promedio de 81,53 % por tal razón ocupó los últimos rangos de significación, se determina que el uso de recubrimientos influye en mantener las cualidades de los frutos en el variable % de humedad.

En el ANEXO 5, Tabla 5.7 se puede comprobar que en el análisis de varianza de % humedad en el Testigo vs Resto se obtuvo que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre el tratamiento sin recubrimiento y los tratamientos con recubrimientos, por tal razón es necesario aplicar la prueba de significancia de Tukey al 5%.

Además, el coeficiente de variación es confiable lo que significa que el 0,84% van a ser diferentes y el 99,16% serán resultados confiables para todos los valores de los tratamientos de acuerdo al análisis de % de humedad por lo que se aprecia la precisión con la que se desarrolló el ensayo en función del tratamiento control en la investigación.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, se observaron rangos de significación, en el tratamiento control sin recubrimiento, con una media de 81,50; mientras que en los demás tratamientos no se detectaron rangos de significación, sin embargo, matemáticamente los tratamientos T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) y T₄ (mucílago de linaza 5% y concentración de glicerina 2%) presentan una media de 84,25 y 84,00 respectivamente los cuales se encuentran con un porcentaje de humedad óptimos, los resultados se muestran en la Tabla 5.8.

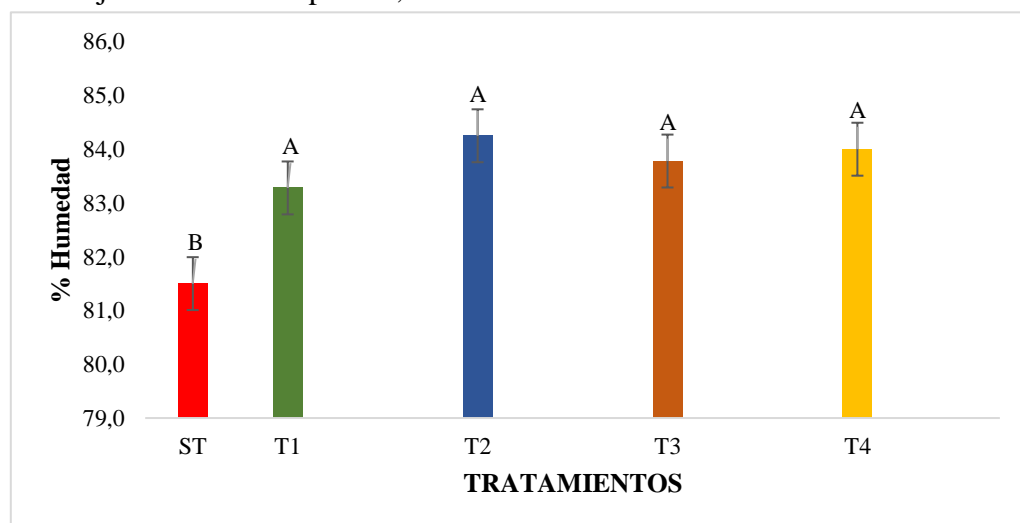


Figura 8. Comportamiento de % de humedad en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos

11.1.6. Firmeza

En la fig.9 se indican los valores de la firmeza determinada en Newton (N) medidos en el tratamiento control y en las moras recubiertas durante los días de almacenamiento.

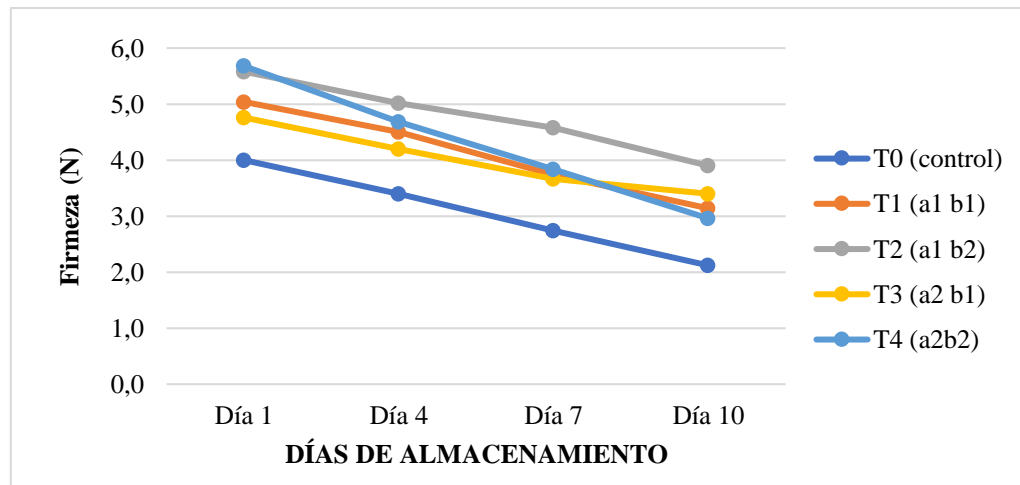


Figura 9. Firmeza del fruto durante el almacenamiento de moras de Castilla, con el uso de recubrimientos.

Según Sousa et. al (2007) mencionan que la firmeza en las frutas pertenece a un atributo de calidad apreciado para los consumidores el cual puede ser medido mediante el sentido del tacto, la mano o la boca considerados como instrumentos primarios, pero también la firmeza se lo puede determinar mediante el uso de un instrumento especializado como el texturómetro.

Según Restrepo et. al (2013) el ablandamiento de la fruta que ocurre durante el almacenamiento incrementa su susceptibilidad a los ataques microbianos, reduciendo su tiempo de conservación.

Durante el tiempo de almacenamiento de las moras se observó un ablandamiento significativo en el tratamiento control el cual llegó a un promedio de 3,07 N durante el tiempo de conservación, sin embargo, en los tratamientos con recubrimiento se obtuvieron resultados favorables, determinando como el mejor tratamiento el T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) el cual llegó a un promedio de 4,77 N.

Los resultados obtenidos son similares a los mencionados por (Kim et. al, 2015) quienes observaron que la firmeza disminuía conforme transcurría los días de almacenamiento esto debido al proceso de maduración de la fruta, este ablandamiento ocurre por los cambios fisiológicos y químicos en la maduración lo cual incluye la conversión del almidón en azúcares, los compuestos volátiles

responsables del sabor, aroma, así como los cambios metabólicos en la estructura de la pared celular.

En el ANEXO 5, Tabla 5.9 se puede comprobar que en el análisis de varianza de firmeza en el Testigo vs Resto se obtuvo que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre el tratamiento sin recubrimiento y los tratamientos con recubrimientos, por tal razón es necesario aplicar la prueba de significancia de Tukey al 5%.

Por otro lado, el coeficiente de variación es confiable lo que significa que el 5,46% van a ser diferentes y el 94,54% serán resultados confiables para todos los valores de los tratamientos de acuerdo al análisis de firmeza por lo que se aprecia la precisión con la que se desarrolló el ensayo en función del tratamiento control en la investigación.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, se observaron rangos de significación, el tratamiento control sin recubrimiento obtuvo el menor valor con una media de 3,07; mientras que en los demás tratamientos no se detectaron rangos de significación, sin embargo, matemáticamente el tratamiento T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) presenta un alto valor de media de 4,77. Los resultados se muestran en la Tabla 5.10.

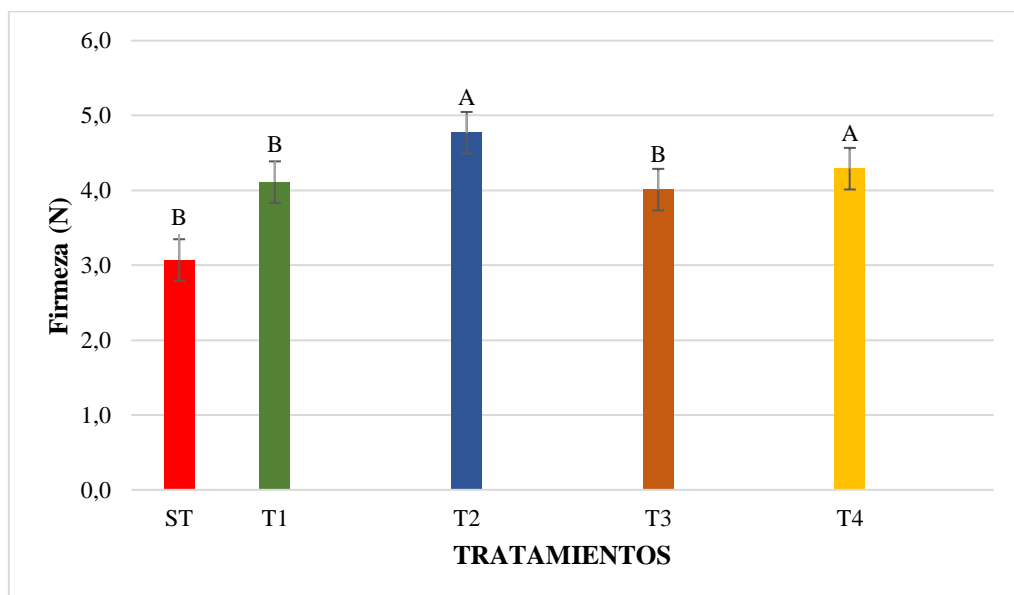


Figura 10. Comportamiento de firmeza en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos

11.1.7. Pérdida de peso

La pérdida de peso de las moras con y sin recubrimiento biodegradable en almacenamiento a refrigeración se muestra en la fig.11

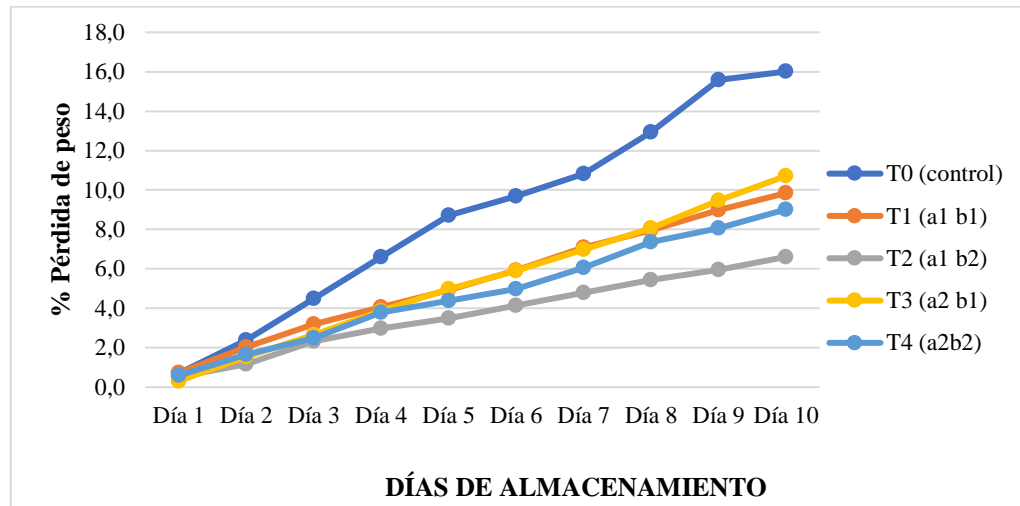


Figura 11. Comportamiento de la humedad durante el almacenamiento de la mora control y mora tratada con recubrimientos.

En la fig.11 se evidencia que el porcentaje de pérdida de peso incrementa con el pasar de los días, las moras control perdieron líquido significativamente, mientras que las moras con recubrimiento perdieron moderadamente, la pérdida de agua se debe a los procesos naturales de transpiración y respiración de la fruta (Farinango & Ruales,2010).

Según Joo et. al (2011) el uso de bajas de temperaturas permite extender el tiempo de conservación y mantener la calidad de las frutas mediante una reducción de la tasa metabólica y crecimiento microbiano.

Se puede observar que el tratamiento sin recubrir presentó una diferencia significativa llegando a un promedio de 8,79% de pérdida de peso durante los días de almacenamiento a 5°C, el tratamiento T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) fue el que mejor resultado de pérdida de peso se obtuvo con un promedio de 3,74%, el T₄ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 2%) presentó un promedio de 4,84%, el T₃ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 1%) tuvo un promedio de 5,45% y finalmente el T₁ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 1%) con un promedio de 5,47%

La pérdida de peso máxima admisible para las moras es de 6% (Bartz & Brecht, 2003), se observa que las moras control sobrepasaron el límite en el día 4, mientras que las moras recubiertas sobrepasaron dicho límite en el día 7 a excepción del T₂ el cual reporta valores más aceptables por lo tanto se determina que el recubrimiento utilizado redujo la pérdida de agua en la fruta.

En el ANEXO 5, Tabla 5.11 se puede comprobar que en el análisis de varianza de pérdida de peso en el Testigo vs Resto se obtuvo que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre el tratamiento sin recubrimiento y los tratamientos con recubrimientos, por tal razón es necesario aplicar la prueba de significancia de Tukey al 5%.

Además, el coeficiente de variación es confiable lo que significa que el 21,67% van a ser diferentes y el 78,33% serán resultados confiables para todos los valores de los tratamientos de acuerdo al análisis de pérdida de peso por lo que se aprecia la precisión con la que se desarrolló el ensayo en función del tratamiento control en la investigación.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, se observaron dos rangos de significación, en el primer rango se encuentra el tratamiento control sin recubrimiento, el cual obtuvo el mayor valor de pérdida de peso con una media de 8,79; mientras que el segundo rango se ubica el tratamiento T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) con una media de 3,75. Los resultados se muestran en la Tabla 5.12.

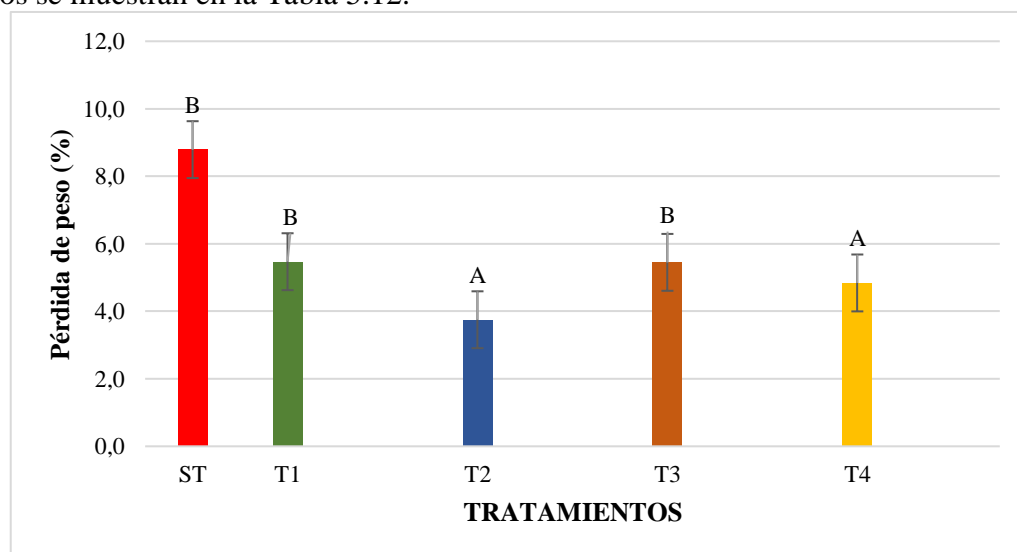


Figura 12. Comportamiento de la humedad en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos

11.2. Análisis de los resultados microbiológicos

11.2.1. Coliformes totales

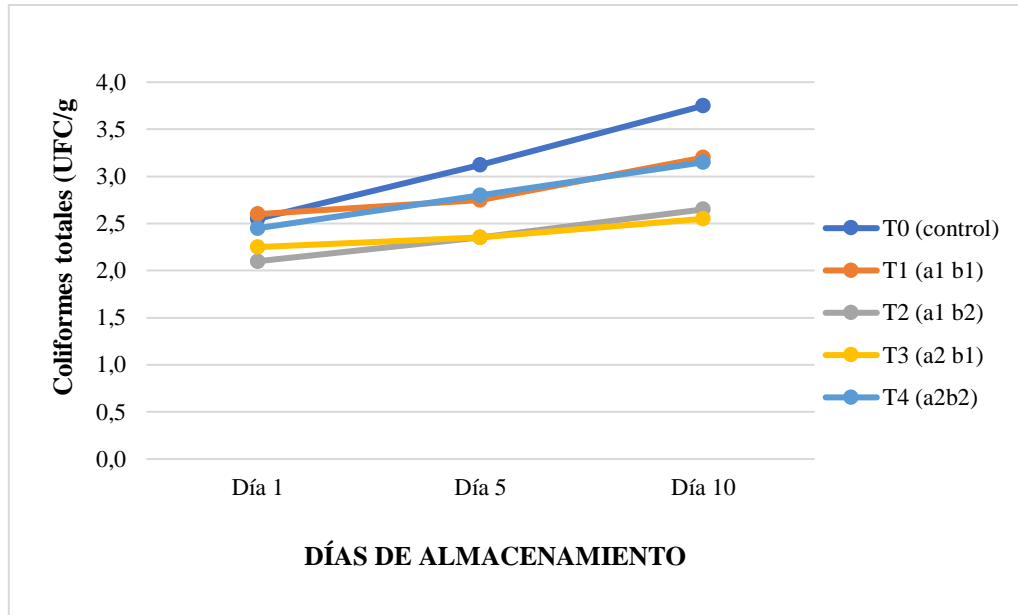


Figura 13. Microorganismos coliformes totales en el almacenamiento de moras de Castilla, con el uso de recubrimientos. Expresado en log (UFC/g)

En la fig.13, se presentan valores de UFC/g del crecimiento de coliformes totales, realizados en moras control como recubiertas, observándose que en las frutas con recubrimiento se evidenció disminución de carga microbiana en comparación de las moras sin recubrimiento el cual presentó un mayor contenido de coliformes totales conforme transcurría el tiempo de almacenamiento.

Se observa que para los días de almacenamiento la calidad de la fruta se disminuye y eso se evidencia claramente en el tratamiento control el cual alcanzó un promedio de 3,10 colonias de coliformes totales, mientras que en recubrimientos del uso de mucílago de linaza y glicerina ayuda conservar las características de la mora es así que en los tratamientos T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) y T₃ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 1%), fueron los mejores tratamientos por lo que ocuparon el primer rango con un promedio de 2,37 y 2,38 colonias respectivamente.

En el ANEXO 5, Tabla 5.13 se puede comprobar que en el análisis de varianza de presencia de coliformes totales, en el Testigo vs Resto se obtuvo que el F calculado es mayor que el F crítico,

por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre el tratamiento sin recubrimiento y los tratamientos con recubrimientos, por tal razón es necesario aplicar la prueba de significancia de Tukey al 5%.

Además, el coeficiente de variación es confiable lo que significa que el 6,23% van a ser diferentes y el 93,77% serán resultados confiables para todos los valores de los tratamientos de acuerdo al análisis de coliformes totales por lo que se aprecia la precisión con la que se desarrolló el ensayo en función del tratamiento control en la investigación.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, se observaron rangos de significación, en el tratamiento control sin recubrimiento, con una media de 3,14; mientras que en los demás tratamientos no se detectaron rangos de significación, sin embargo, matemáticamente los tratamientos T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) y T₃ (mucílago de linaza 5% y concentración de glicerina 1%) presentan una media de 2,37 y 2,38 respectivamente, los resultados se muestran en la Tabla 5.14.

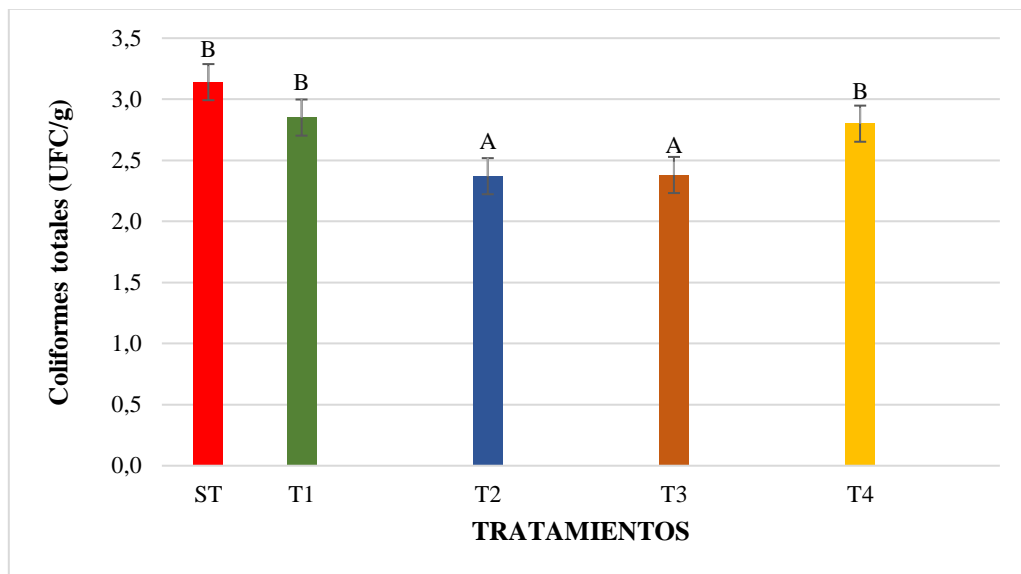


Figura 14. Comportamiento de coliformes totales en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos

11.2.2. Mohos y levaduras

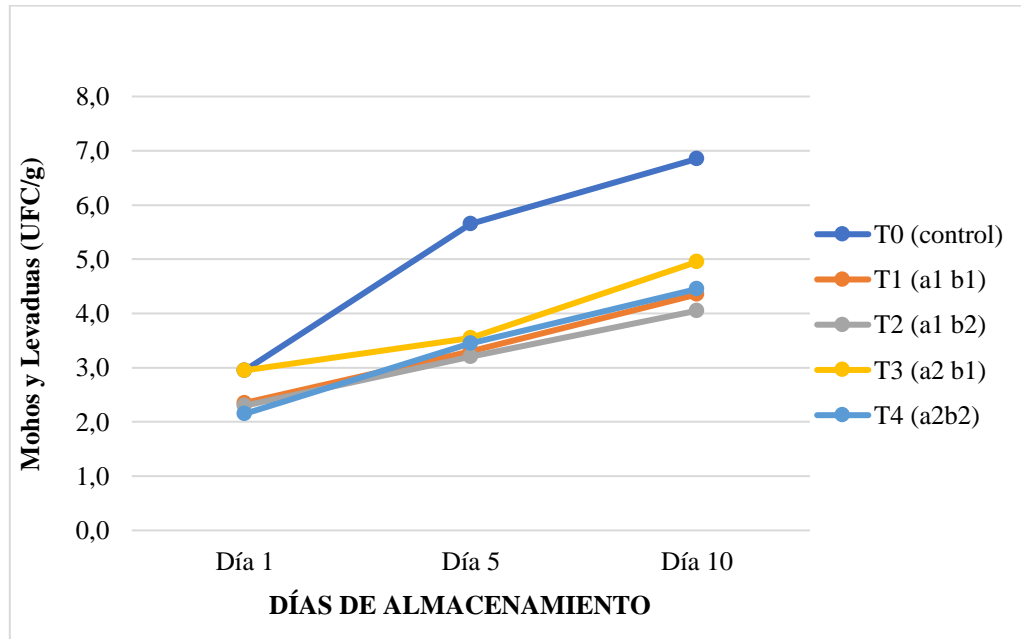


Figura 15. Mohos y levaduras en el almacenamiento de moras de Castilla, con el uso de recubrimientos. Expresado en log (UFC/g)

En la muestra control el crecimiento de mohos y levaduras se produjo de manera rápida, provocando la pudrición de las moras, la pérdida de líquido y la presencia de aroma desagradable, el cual es característico de la fermentación. Por ende, se determina que el recubrimiento con mucílago de linaza y glicerina permitió reducir el crecimiento de mohos y levaduras, según (Turnas & Katsoudas, 2005) los hongos más comunes que se encuentran en moras son: *Botrytis cinerea*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* y *Rhizopus stolonifer*.

En la fig.15 se observa el comportamiento de los microorganismos es similar al de los microorganismos coliformes totales en el cual el tratamiento control fue el que más se vio afectado por la proliferación de mohos y levaduras, es así que durante los días de almacenamiento alcanzó un promedio de 5,15 log (UFC/g) en comparación a los tratamientos con recubrimiento el T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%), alcanzó el mejor promedio 3,18 log (UFC/g), el T₁ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 1%) alcanzó un promedio de 3,33 log (UFC/g), el T₄ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 2%) presentó un promedio de 3,35 log (UFC/g) y finalmente el T₃ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 1%) tuvo un promedio de 3,82 log (UFC/g), por ende se determina

que el uso de mucílago de linaza y glicerina impide la proliferación de microorganismos por tal razón permite alargar el tiempo de conservación de la fruta.

Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma microbiológica de alimentos (BAM-FDA en Productos Listos para el Consumo) (ANEXO 9 – Tabla 9.1), que plantea un valor de 3×10^2 UFC/g de fruta

En la muestra control el crecimiento mohos y levaduras se produjo rápidamente y se propagó en todas las muestras contenidas en la caja, este hecho provocó la pudrición de las moras en conjunto con la pérdida de líquido y desprendimiento de un aroma característico de la fermentación.

En el ANEXO 5, Tabla 5.15 se puede comprobar que en el análisis de varianza de presencia de mohos y levaduras, en el Testigo vs Resto se obtuvo que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre el tratamiento sin recubrimiento y los tratamientos con recubrimientos, por tal razón es necesario aplicar la prueba de significancia de Tukey al 5%.

Además, el coeficiente de variación es confiable lo que significa que el 13,17% van a ser diferentes y el 86,33% serán resultados confiables para todos los valores de los tratamientos de acuerdo al análisis de mohos y levaduras por lo que se aprecia la precisión con la que se desarrolló el ensayo en función del tratamiento control en la investigación.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, se observaron rangos de significación, en el tratamiento control sin recubrimiento, con una media de 5,15; mientras que en los demás tratamientos no se detectaron rangos de significación, sin embargo, matemáticamente el tratamiento T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) presentan una media de 3,18. Los resultados se muestran en la Tabla 5.16.

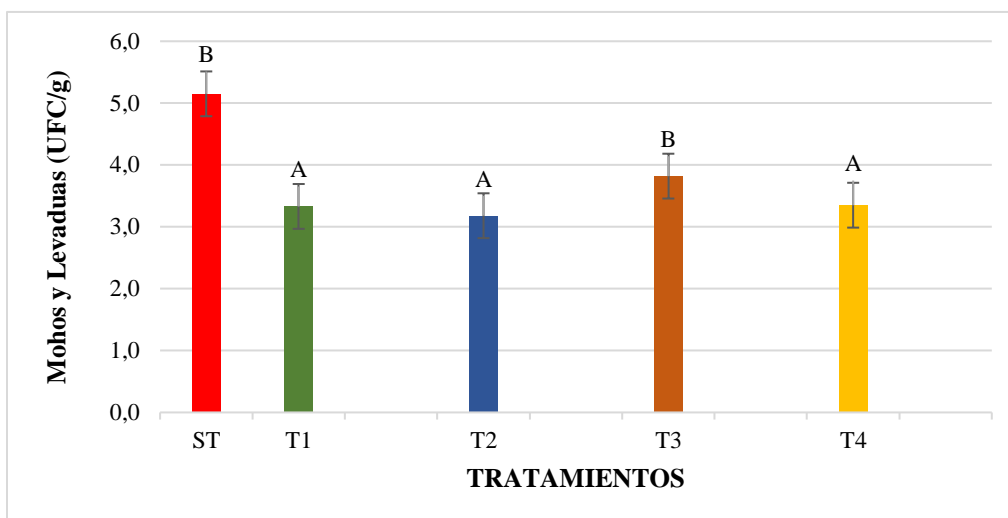


Figura 16. Comportamiento de mohos y levaduras en moras de Castilla durante el almacenamiento con y sin recubrimientos

11.3. Análisis sensorial

11.3.1. Calidad visual

La calidad visual permite identificar atributos mediante la vista en un alimento el cual ayuda a los consumidores a determinar la calidad.

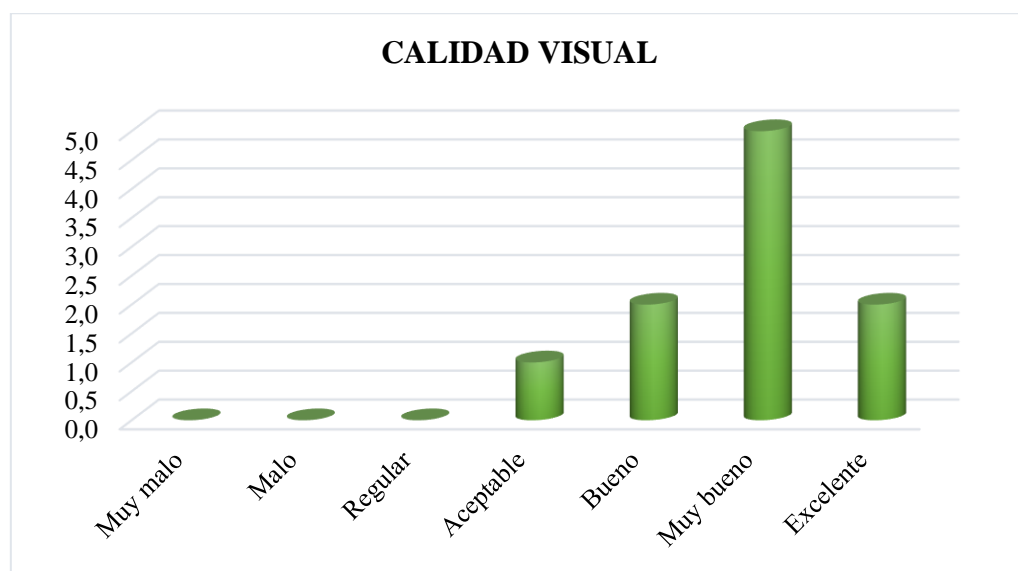


Figura 17. Calidad visual del tratamiento T_2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%)

En la fig,17 se observa que el atributo que tiene más aceptación por los catadores es muy bueno con una valoración de 5.

11.3.2. Aroma característico

El atributo aroma se detecta a través del sistema olfativo, en el cual se puede percibir los gases característicos que desprenden las moras.

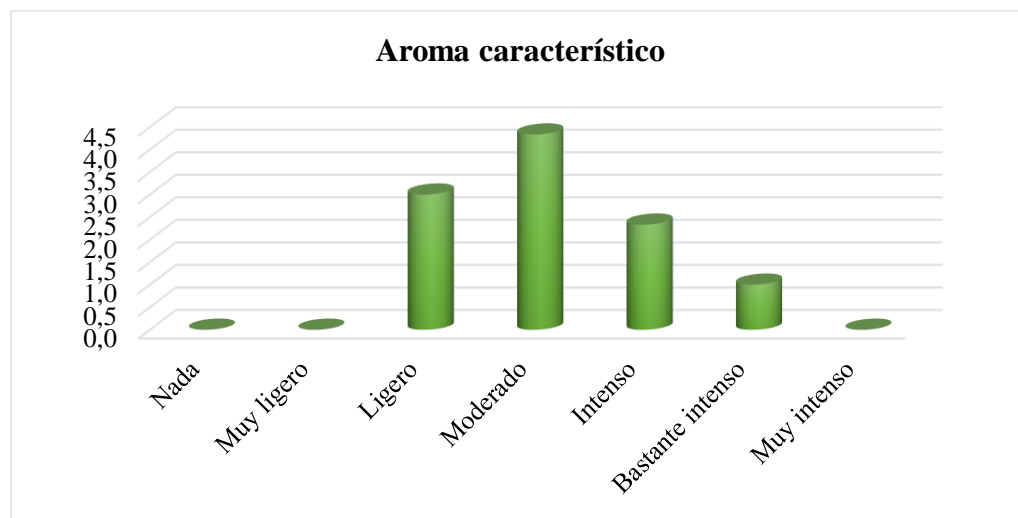


Figura 18. Aroma característico del tratamiento T_2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%)

En la fig.18 se observa que los atributos con mayor preferencia por los catadores es el aroma: Moderado, ligero, intenso y bastante intenso con una valoración de 4, 3, 2 y 1 respectivamente.

11.3.3. Firmeza

Este atributo es evaluado al palpar la fruta, el cual es valorado de acuerdo a los distintos parámetros presentados en la hoja de catación.

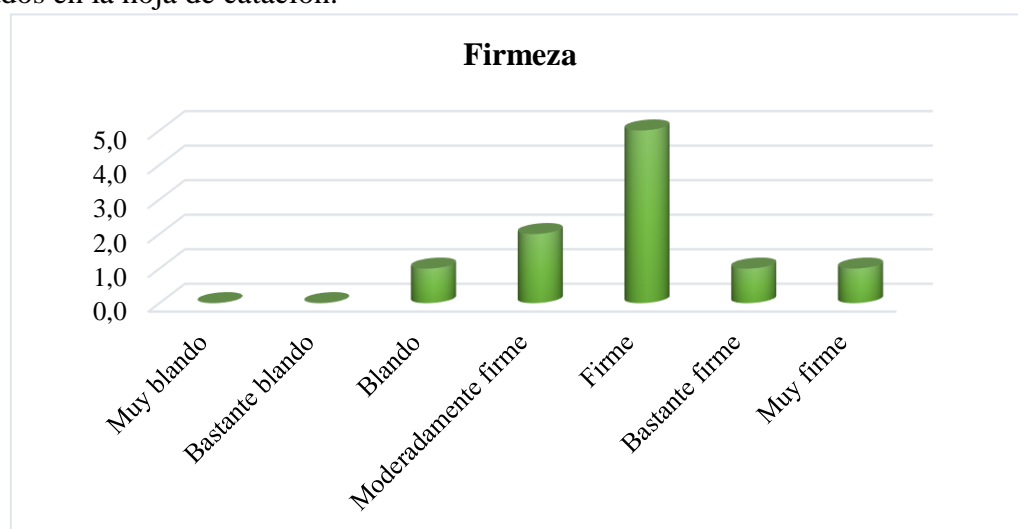


Figura 19. Firmeza del tratamiento T_2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%)

En la fig. 19 se observa que el parámetro con más aceptación por los catadores es firme con una valoración de 5.

11.3.4. Impresión global'

Este atributo permite conocer la aceptabilidad de los catadores acerca de la investigación realizada al aplicar un recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza y glicerina para la conservación de las moras.

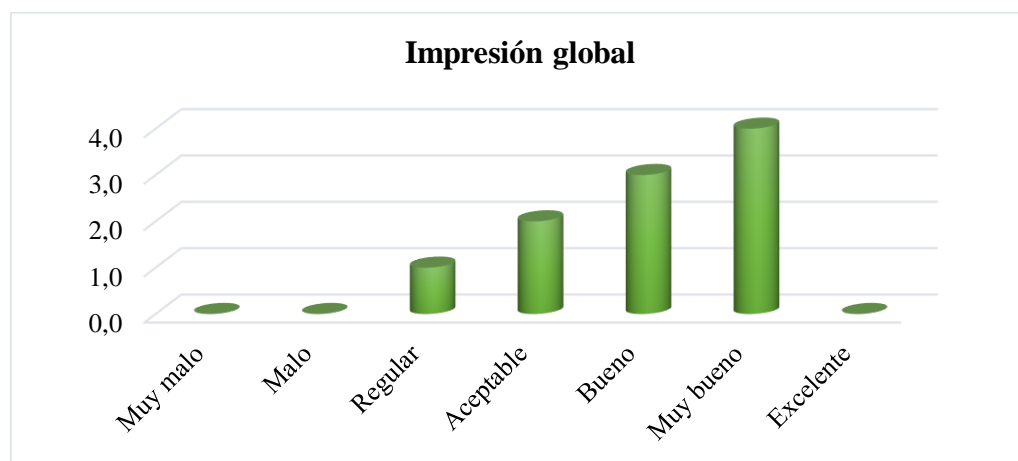


Figura 20. Impresión global del tratamiento T_2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%)

En la fig.20 se observa que los parámetros con más aceptabilidad por los catadores son muy bueno, bueno y aceptable con una puntuación de 4, 3 y 2 respectivamente.

11.3.5. Sabor

Este atributo permite conocer la aceptabilidad de los catadores mediante la degustación del mejor tratamiento.

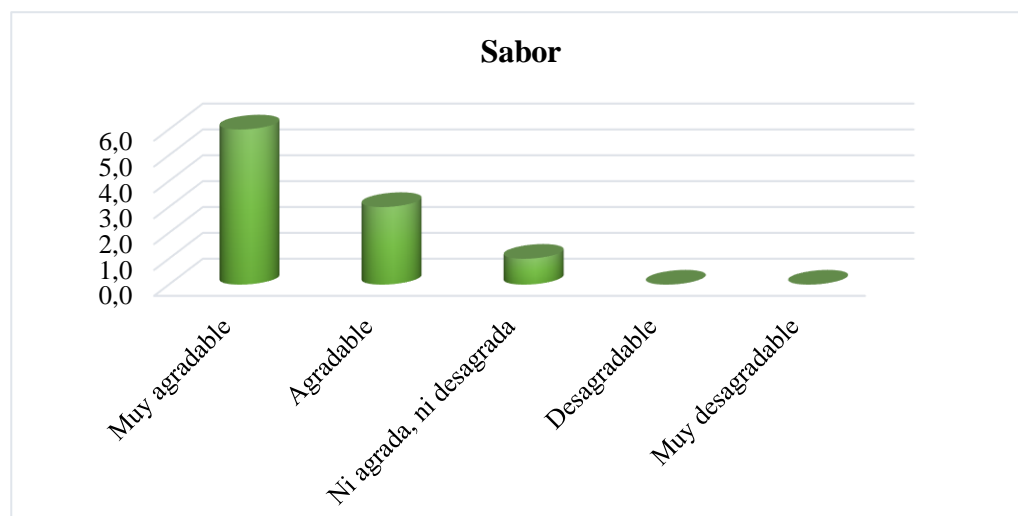


Figura 21. Sabor del tratamiento T_2 (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%)

En la fig.21 se puede apreciar que los parámetros con mayor aceptación por los catadores son muy agradable y agradable con una valoración de 6 y 3 respectivamente por lo que se determina que el uso de mucílago de linaza y glicerina permite mejorar el sabor de la fruta.

11.4. Costos de producción del mejor tratamiento

a) Gastos de materia prima e insumos

Cuadro 7. Gastos de materia prima e insumos

MATERIA PRIMA	CANTIDAD UTILIZADA PARA LA PRODUCCIÓN	UNIDAD	PRECIO/UNIDAD (\$)	TOTAL (\$)
Semillas de linaza	300	g	1,00	1,00
Moras de Castilla	7	kg	1,00	7,00
Hipoclorito de sodio	0,008	gal	3,00	0,024
Glicerina	30	g	1,75	0,53
Bandejas de polietileno	40	unidades	0,15	6,00
TOTAL				14,55

Elaborado por: Laica T, 2020

b) Depreciación de la maquinaria a utilizar para la producción

Cuadro 8. Depreciación de la maquinaria

ACTIVOS FIJOS	COSTO (\$)	COSTO ANUAL (\$)	COSTO MENSUAL (\$)	COSTO DIARIO (\$)	DÍAS DE USO (\$)
Cocina industrial	160,00	16,00	1,33	0,04	0,04
Refrigerador	200,00	20,00	1,67	0,06	0,60
Balanza digital	45,00	4,50	0,38	0,01	0,10
TOTAL					0,74
INCREMENTO DEL IVA \$ (12%)					0,83

Elaborado por: Laica T, 2020

c) Mano de Obra

Cuadro 9. Mano de obra

PERSONAL	SUELDO (\$)	HORAS LABORADAS	COSTO 15 DÍAS (\$)	COSTO HORA (\$)	TOTAL (\$)
1	400	8	26,67	3,33	26,67

Elaborado por: Laica T, 2020

d) Suministros

Cuadro 10. Suministros

SERVICIOS	UNIDAD	CONSUMO	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
Agua	m ³	1	0,08	0,08
Energía eléctrica	KW/h	6	0,04	0,24
Combustible (gas)	kg	5	0,53	2,65
TOTAL				2,97

Elaborado por: Laica T, 2020

e) Costo de producción

Cuadro 11. Costo de producción

COSTO DE PRODUCCIÓN (\$)	
Gastos de materia prima e insumos	14,55
Depreciación de equipos	0,83
Mano de obra	26,67
Suministros	2,97
COSTO TOTAL (\$)	45,02

Elaborado por: Laica T, 2020

f) Parámetros detallados

Cuadro 12. Parámetros detallados

COSTOS	MORAS CON RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLE
Costo Total (\$)	45,02
Costo Unitario (\$)	1,13
Utilidad por bandeja 20%	0,22
Precio de venta unitario (\$) 175 g de fruta	1,35
Utilidad neta (\$)	8,80

Elaborado por: Laica T, 2020

En el estudio realizado se determina que el precio de venta al público de las moras de Castilla con recubrimiento biodegradable envasadas en bandejas de polietileno con un peso de 175 g, con una utilidad de 20% es de \$1,35, obteniendo una utilidad neta de \$ 8,80 en 40 bandejas producidas, cabe recalcar que este producto tiene un mayor tiempo de almacenamiento, conservando sus propiedades organolépticas, en comparación con las moras que se comercializan en los supermercados, el cual tiene un precio de \$1,15 por bandeja con un peso de 175 g, por tal motivo se determina que el producto tiene un costo accesible de venta.

g) Costo del recubrimiento biodegradable de mucílago de linaza y glicerina

Cuadro 13. Costo de insumo

INSUMOS	COSTO (\$)	PESO (g)
Glicerina	1,75	100
Semillas de linaza	1,00	300
TOTAL	2,75	400

Elaborado por: Laica T, 2020

Cuadro 14. Costo de recubrimiento biodegradable

400 g de glicerina + semillas de linaza	\$ 2,75
1 mora recubierta	0,3 g de mucílago
Costo del recubrimiento para una mora	\$0,002
Costo del recubrimiento para una bandeja de 40 unidades de mora	\$0,08

Elaborado por: Laica T, 2020

En el estudio realizado se determina que el precio del recubrimiento biodegradable para una mora es de \$0,002; para lo cual en una bandeja de 175 g que contiene 40 unidades de mora el costo es de \$0,08; por lo tanto, es un valor accesible ya que no influye en el valor del producto.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Impactos técnicos

El proyecto ocasiona un impacto técnico positivo, ya que al realizar esta investigación se aplica varias metodologías, las mismas que garantizan la calidad e inocuidad de las moras con recubrimiento de mucílago de linaza y glicerina, dando apertura a nuevos estudios científicos y tecnológicos que permitan mejorar la investigación.

Impactos sociales

Es un impacto social positivo, ya que esta investigación vinculará a los pequeños productores de moras, microempresas, consumidores y comerciantes, evitando que las moras se deterioren con rapidez y de esta manera alargando su tiempo de conservación. Por tal razón el producto puede ser conservado por un periodo más largo de tiempo para su posterior consumo directo o para la aplicación de subproductos.

Impactos ambientales

El proyecto generará una mínima contaminación ambiental, ya que las semillas de linaza a parte de tener un alto porcentaje de mucílago en esta investigación se lo utilizarán como fuente de recubrimiento de las moras también pueden ser utilizadas en otras variedades, ya sea como harina para repostería o pueden ser consumidas como suplemento natural de granos que contienen gluten, evitándose así la mayor generación de residuos de dichas semillas.

Impacto Económico

Este proyecto de investigación beneficiará económicamente a los pequeños productores de moras, ya que al aplicar el recubrimiento biodegradable de linaza y glicerina se puede tener más tiempo de almacenamiento sin el temor a que las moras se deterioren rápidamente en los 3 a 5 días después de la cosecha.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Cuadro 15: Presupuesto

MAQUINARIA							
EQUIPOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	DEPRECIACIÓN (10%)	ANUAL (\$)	MENSUAL (\$)	DIARIO (\$)	DÍAS DE USO (\$)
Cocina industrial	1	160,00	10%	16,00	1,33	0,04	0,04
Mufla	1	750,00	10%	75,00	6,25	0,21	0,84
Te de agitación cuádruple	1	180,00	10%	18,00	1,50	0,05	0,05
Incubadora	1	800,00	10%	80,00	6,67	0,22	0,66
Contador de colonias	1	350,00	10%	35,00	2,92	0,10	0,30
Refrigerador	1	200,00	10%	20,00	1,67	0,06	0,60
Equipo de titulación	1	50,00	10%	5,00	0,42	0,01	0,04
Balanza digital	1	45,00	10%	4,50	0,38	0,01	0,10
Conductímetro	1	50,00	10%	5,00	0,42	0,01	0,04
Refractómetro digital	1	70,00	10%	7,00	0,58	0,02	0,08
Texturómetro	1	80,00	10%	8,00	0,67	0,02	0,08
SUBTOTAL 1				273,50	22,81	0,75	2,83
MATERIALES E INSUMOS							
RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL			
Semillas de linaza	300	g	1,00	1,00			
Mora de Castilla	7	kg	1,00	7,00			
Hipoclorito de sodio	1	gal	3,00	3,00			

Glicerina	100	g	1,75	1,75
Olla	1	-	3,00	3,00
Envases de vidrio	4	-	0,75	3,00
Gas	1	-	1,60	1,60
Papel filtro	1	-	1,50	1,50
Tela lienzo	1	-	1,80	1,80
Bandejas de polietileno	12	unidades	0,15	1,80
Vasos de precipitación	8	-	2,00	16,00
Pinza	1	-	2,00	2,00
Mortero	1	-	5,00	5,00
Pipeta	1	-	2,00	2,00
3M Placas Petrifilm™ para coliformes totales, mohos y levaduras	100	-	1,35	135,00
SUBTOTAL 2				185,45
TRANSPORTE Y MOVILIZACIÓN				
RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Movilización a los Laboratorios de Investigación	15	días	0,60	9,00
Movilización a la revisión del proyecto	20	días	0,60	12,00
SUBTOTAL 3				21,00
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO/ OFICINA				
RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Resma de papel boon	500	Hojas	-	3,00
Impresiones	200	-	0,10	20,00
Fotocopias	150	-	0,02	3,00
Internet	100	Horas	0,50	50,00
Libreta	1	-	1,10	1,10
Esferos	2	-	0,60	1,20
Lápiz	1	-	0,80	0,80
Borrador	1	-	0,25	0,25

Calculadora científica	1	-	10,00	10,00
Empastado	1	-	20,00	20,00
SUBTOTAL 4				109,35
ANÁLISIS DE LABORATORIO				
RECURSOS	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Análisis físico- químicos	4		22,50	90,00
Análisis microbiológicos	3		50,00	150,00
SUBTOTAL 5				240,00

Elaborado por: Laica T, 2020

13.1. Total del proyecto

Cuadro 16. Presupuesto total del proyecto

SUBTOTAL	CANTIDAD \$	INCREMENTO DEL IVA \$ (12%)
1. Maquinaria	2,83	3,17
2. Materiales e insumos	185,45	207,70
3. Transporte	21,00	0
4. Material Bibliográfico/ Oficina	109,35	122,47
5. Análisis de laboratorio	240,00	268,80
SUBTOTAL	558,63	602,14
Imprevistos 10%	55,86	60,21
TOTAL	614,49	662,35

Elaborado por: Laica T, 2020

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- ✓ La aplicación de recubrimientos formulados con mucílago de linaza y glicerina ayudan a conservar las características fisicoquímicas y organolépticas de la mora de Castilla durando hasta 10 días en refrigeración, ya que impide que la fruta pierda humedad, mientras que las

moras sin recubrimiento tienden a durar de 3 a 5 días bajo las mismas condiciones de conservación.

- ✓ En los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se obtuvieron los siguientes resultados: pH, el valor óptimo se tiene en el T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) el cual terminó con un promedio de 2,94, el mejor rango de sólidos solubles se obtuvo en el T₂ y el T₁ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 1%) alcanzando un promedio de 9,81 y 9,88 respectivamente, en la acidez los valores óptimos se obtuvieron en el T₃ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 1%) y el T₂ con un promedio de 2,66 y 2,64% respectivamente, en cuanto al % de humedad los tratamientos T₂ y T₄ (mucílago de linaza al 5% + concentración de glicerina al 2%) alcanzaron un promedio de 84,25 y 84,00% respectivamente y en firmeza el T₂ llegó a un promedio de 4,77 Newton (N) durante los 10 días de almacenamiento.

Para la actividad microbiana, la aplicación de recubrimientos es una buena alternativa que permiten mantener estables las bacterias es así que el T₂ y T₃ alcanzaron un promedio de 2,37 y 2,38 log UFC/g de presencia de colonias de coliformes totales y en cuanto a mohos y levaduras el T₂ fue el que menor presencia de colonias presentó llegando a un promedio de 3,18 log UFC/g durante el tiempo de conservación.

De acuerdo a todos los datos analizados se determina que el T₂ es el mejor tratamiento ya que conserva la mayor parte de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.

- ✓ Las moras de Castilla presentaron una pérdida de peso progresivamente durante los días de conservación, teniendo así que las moras sin recubrimiento perdieron líquido de manera acelerada alcanzando un promedio de 8.79%, mientras que el T₄, T₃ y T₁ llegaron a un promedio de 4,84; 5,45 y 5,47% respectivamente, por lo tanto el mejor tratamiento que perdió menor cantidad de líquido fue el T₂ el cuál alcanzó un promedio de 3,74% durante los tiempo de almacenamiento.
- ✓ Al realizar el análisis sensorial del T₂, el cual fue catalogado como el mejor tratamiento se obtuvieron resultados favorables por los catadores por lo que se determinó mediante los datos estadísticos que en el parámetro de calidad visual se obtuvo como resultado muy bueno, en aroma característico la más aceptada fue la preferencia moderado, en el parámetro firmeza los evaluadores catalogaron a las moras como firme, en impresión global

la preferencia más aceptada fue muy bueno y en cuanto al sabor la preferencia con mayor aceptabilidad fue muy agradable, por tal razón se concluye que las moras con recubrimiento tuvieron una buena aceptabilidad ya que conservó gran parte de sus propiedades sensoriales, lo que para los catadores no encontraron diferencia en moras recién cosechadas y moras recubiertas con 10 días de almacenamiento.

14.2. Recomendaciones

- ✓ Impulsar mediante una capacitación a los pequeños y medianos productores de las moras de Castilla (*Rubus glaucus*) sobre las nuevas alternativas de conservación para reducir los daños poscosecha y por ende ayudar a reducir pérdidas económicas.
- ✓ Se recomienda utilizar recubrimientos para mantener la calidad de la mora de Castilla, especialmente el tratamiento T₂ (mucílago de linaza al 3% + concentración de glicerina al 2%) el cuál ayudó a conservar la mayor cantidad de propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales durante los días almacenados.
- ✓ Aplicar el recubrimiento de mucílago de linaza y glicerina en otros tipos de frutas y alimentos con mayor perecibilidad para ayudar a prolongar su tiempo de conservación.
- ✓ Al aplicar el recubrimiento en las moras es importante dejar el tiempo necesario para que el recubrimiento se seque y se adhiera completamente a la fruta, también es de suma importancia no almacenarlos uno sobre otro ya que pueden sufrir daños físicos y por ende podrían dañarse.

15. BIBLIOGRAFÍAS

- Analysis, A. O. (2007). *Official Methods of Analysis of AOAC International. 20a ed. Gaithersburg: AOAC. Official Method 2007.01, first action 2007-final action 2013.*
- Ayala, S., Valenzuela, R., & Bohórquez, P. (2012). *Efecto de un recubrimiento comestible a base de alginato de sodio y iones de calcio sobre la calidad de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth).* Revista Vitae, 19(1), 128-131.
- Bartz, J., & Brecht, J. (2003). *Postharvest physiology and pathology of vegetables. Marcel Dekker Inc. New York.*
- Boletinagrario. (s.f.). *Permeabilidad.* Obtenido de <https://boletinagrario.com/ap-6,permeabilidad,500.html>.
- Bósquez, E. (2003). *Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (Citrus latifolia Tanaka).* Universidad Autonoma Metropolitana. Mexico D.F.
- botanical-online. (s.f.). *Mucílagos.* Obtenido de <https://www.botanical-online.com/medicina-natural/mucilagos-propiedades>.
- Cabezas, M. (2008). *Evaluación nutritiva y nutraceutica de la mora de Castilla deshidratada a tres temperaturas por el método de secado en bandejas.* Tesis. Riobamba, Ecuador. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11913/1/56668_1.pdf
- Castillo, C. (2009). *Efecto del recubrimiento con películas de quitosano sobre el tiempo de vida útil del Banano Orito (Musa acuminata, AA).* Ambato-Ecuador.
- Castro, J. (2005). *Manual mora de Castilla.* Obtenido de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_mora_indice.htm.
- Cegarra, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica.* Madrid, España: Días De Santos.

- Cruz , I., & Córdova, S. (2017). *Aplicación del recubrimiento comestible a base de mucílago de linaza y propóleo para prolongar el tiempo de vida útil del mango Kent (Mangifera indica L.)*. Lambayeque.
- Dalen, D., & Meyer, W. (1981). *Manual de técnica de la investigación educacional*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Definicionabc. (s.f.). *Polietileno*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/polietileno.php>.
- Deobold, D. B. (2006). *Estrategia de la investigación descriptiva*. Manual de técnica de la investigación educacional.
- Ecured. (s.f.). *Conservación*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Conservaci%C3%B3n_de_los_alimentos.
- Ecured1. (s.f.). *Solución*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Soluci%C3%B3n_\(Qu%C3%ADmica\)](https://www.ecured.cu/Soluci%C3%B3n_(Qu%C3%ADmica)).
- Educalingo. (s.f.). *Composites*. Obtenido de <https://educalingo.com/es/dic-es/composite>.
- Facmed. (s.f.). *Inhibición*. Obtenido de <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/glosario.html>.
- Farinango, M., & Rúaes, J. (2010). *Estudio de la fisiología post-cosecha de la mora de castilla (Rubus glaucus Benth) y de la mora variedad Brazos (Rubus sp.)*. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Fernández, D., Bautista, S., Ocampo, A., García, A., & Falcón, A. (2015). *Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 24, 52-57.
- Figuerola, F. (2008). *La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos*. Agrosur.

- Fundación del Corazón. (s.f.). *Antioxidantes*. Obtenido de <https://fundaciondelcorazon.com/blog-impulso-vital/3250-antioxidantes-ique-son-y-para-que-sirven.html>.
- García, M. (2004). *Inhibición de Aspergillus Parasiticus y Penicillium digitatum con mezclas energéticas de antimicrobianos naturales y sintéticos en sistemas modelo de puré de manzana mínimamente procesado*. Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla México.
- Globalactionchile. (s.f.). *Hidrocoloides*. Obtenido de <http://www.globalactionchile.cl/Hidrocoloides.html>.
- Gómez, J. (2006). *Alianza agro empresarial de mora, una oportunidad para generación de ingresos de familia de pequeños productores, organizados en la sub región del norte de caldas*. Caldas-Colombia.
- Guerrero, T. (2018). *Efecto del mucílago y harina de linum usitatissimum “linaza” en las propiedades sensoriales de galletas y su impacto en el tiempo de vida útil*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Alimentario. Lima-Perú
- Guevara, J. (2016). *Evaluación del efecto antifúngico de quitosano para el control de podredumbres en mora de Castilla (Rubus glaucus Benth) durante el período de cosecha*. Tesis de grado Escuela Politécnica Nacional.
- Gutiérrez, J. (2000). *Ciencia Bromatológica-Principios generales de los alimentos*. Madrid – España: Diaz de Santos. S.A.
- Guzmán, G. (2003). *Efecto Del tipo de plastificante en películas de quitosano*. Tesis de licenciatura. Universidad de las Américas Puebla.
- Hall, C. (2006). *Linaza-Nutrición*. Revista. México.
- Han, J., & Gennadios, A. (2005). *Películas y Recubrimientos Comestibles-Innovaciones en el Envasado de Alimentos*. Elsevier Science-Technology Books.
- Herrera, A., & Galvis, J. (1993). *Informe Técnico Sobre Manejo Poscosecha de la Mora, Convenio SENA-ICTA*. Universidad Nacional de Bogotá – Colombia.

- INEC. (2010). *Censo del cantón Sigchos*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantonaes/Cotopaxi/Fasciculo_Sigchos.pdf.
- INEN2427. (2016). *Frutas Frescas. Mora. Requisitos, 1-15*.
- INEN1529-10. (2010). *Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad*.
- INEN1529-7. (2013). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias*.
- INEN-380. (2013). *Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico*.
- INEN-389. (2013). *Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH)*.
- INEN-750. (2013). *Productos vegetales y de frutas. Determinación de acidez titulable*.
- Joo, M., Lewandowski, N., Auras, R., Harte, J., & Almenar, E. (2011). *Comparative shelf life study of blackberry fruit in bio-based and petroleum-based containers under retail storage conditions*. Revista. Food Chemistry, 126(4), 1734-1740.
- Jooyandeh, H. (2011). *Películas y Recubrimientos de Proteína de Suero*. Pakistan.
- Kellogs. (s.f.). *Compuestos bioactivos*. Obtenido de https://www.kelloggs.es/content/dam/europe/kelloggs_es/images/nutrition/PDF/Manual_Nutricion_Kelloggs_Capitulo_02.2.pdf.
- Kester, J., & Fennema, O. (1986). *Edible films and coatings: a review*. Revista. Tecnología alimentaria. 40: 47-59.
- Kester, J., & Fennema, O. (1989). *Propiedades de Barrera para la transmisión de vapor de humedad y evaluación estructural*.

- Kim, M., Perkins, P., & Fernández, G. (2015). *Shelf life and changes in phenolic compounds of organically grown blackberries during refrigerated storage*. *Revista. Postharvest Biology and Technology*, 110, 257-263.
- Krochta, J. (2002). *Proteínas como materias primas para películas y recubrimientos*. Estados Unidos.
- Krochta, J., & Baldwin, E. (1994). *Recubrimientos y películas comestibles para mejorar la calidad de los alimentos*. Florida: CRC.
- Luna, Y. (2012). *Obtención de quitosano a partir de quitina para su empleo en conservación de frutillas y moras*. Tesis de grado Universidad Central del Ecuador.
- Meagher, L., Beecher, G., & Flanagan, V. (1999). *Aislamiento y caracterización de los lignanos en harina de linaza*.
- Medina, O. (2009). "Requerimientos de calidad de la mora de Castilla de la empresa PLANHOFA y otras industrias alimenticias ". (g. t. PLANHOFA, Entrevistador)
- Mossel, D. (2003). *Microbiología de los Alimentos*. Zaragoza.
- Muños. (2011). *Recubrimientos comestibles para frutas y hortalizas*.
- Narváez, G. (2011). *Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate*. Córdoba: Colombia, Universidad de Córdoba.
- Nazareno, M. (2011). *Propiedades de la mora de Castilla*. Obtenido de <http://propiedadesfrutas.com/%20descubren-en-%20la-%20mora-%20negra-%20una-%20saludable-%20propiedad-%20antioxidante.htm>.
- Nussinovitch, A., & Lurie, S. (1995). *Recubrimientos comestibles para frutas y verduras* .
- Olivas, G., & Barbosa-Cánovas, G. (2005). *Recubrimiento comestible para frutas recién cortadas*.
- Oomah. (2001). *Procesamiento de fibra de linaza*. *Revista. Food Agrie*.
- Oomah, B. (2003). *Linaza como fuente de alimento funcional*. *Revista. Illinois: AOCS*.
- Park, K. (2003). *Recubrimientos comestibles*. Boca Ratón Estados Unidos: CRC.

- Pavlat, A., & Orts, W. (2009). *Películas y recubrimientos comestibles*. Nueva York: M.E. Embuscado.
- Payne, T. (2000). *Promoviendo una mejor salud con linaza*. Revista. Cereal Foods.
- Peréz, B., & Baez, R. (2003). *Utilización de cerdas comestibles en la conservación de frutas*.
- Polo, M., Mauguin, C., & Voilley, A. (1992). *Hydrophobic films and their efficiency against moisture transfer. 1. Influence of the film preparation technique*. Revista. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 407 – 412.
- Quezada, J., & Gallo, A. (2009). *Suministro de aditivos alimentarios*. Huber.
- Química Orgánica. (s.f.). *Extracción*. Obtenido de <http://www.quimicaorganica.net/extraccion.html>.
- Rajasha, J. (2006). *Potenciales antioxidantes del modelo de linaza*. Aric.
- Ramírez, J. (2012). *Estudio sobre la conservación de la mora de castilla (Rubus glaucus) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gel de mucilago de penca de sábila (Aloe barbadensis Miller)*. México, Universidad Autónoma Metropolitana.
- Ramírez, J., Aristizábal, I., & Restrepo, J. (2013). *Conservación de la mora de Castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila*. Revista. Vitae, 20(3), 172-183.
- Ramos, O. (2004). *“Caracterización reológica de emulsiones aceite-en-agua (o/w) estabilizadas con goma de mezquite y quitosano y su efecto en la permeabilidad de películas comestibles”*. Tesis previa a la obtención del título de Maestro en Ciencias, Universidad Autónoma, 4p. México.
- Rativa, C. (2016). *Estudio sobre la conservación de la mora de castilla (Rubus glaucus) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gel de mucilago de penca de sábila (Aloe barbadensis Miller)*. Medellín.

- Raybaudi, R. (2008). *“Uso de agentes antimicrobianos para la conservación de frutas frescas y frescas cortadas”*. San Pedro, SP Brazil.: Proyecto XI.22 D, Simposio Ibero-Americano de Vegetales Frescos Cortados,.
- Reina, C. (1998). *Manejo poscosecha y evaluación de la calidad de la mora de Castilla (Rubus glaucus)*. Neiva Colombia.
- Restrepo, J. I., Ramírez, J. D., & Aristizábal, I. D. (2013). *Conservación de mora de Castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila*. Revista. Vitae, 20(3), 172-183.
- Roblejo, L. (2009). *Evaluación de la aplicación de coberturas de quitosana en la conservación de tomates*. Universidad de la Habana.
- Rodríguez. (2017). *Efectos del quitosano como revestimiento comestible en yacón (Smallanthus sonchifolius) minimamente procesado para aumentar su vida útil*.
- Rojas, & Graü. (2006). *Recubrimiento y sustancias de origen natural en manzana*. Universidad de Leida, España.
- Rojas, & Graü. (2007). *Recubrimiento comestible de alginato en puré de manzana*. Revista. Biología y Tecnología.
- Ruiz. (2004). *Caracterización reológica de emulsiones aceite-en-agua (o/w) estabilizadas con goma de mezquite y quitosano y su efecto en la permeabilidad de películas comestibles*. Universidad Autónoma Metropolitana México D.F.
- Sauceda, E. (2011). *Agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas*. Revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible.
- Shauna, A., & Cockayne, S. (1995). *Química Clínica*. Mexico D.F.: Interamericana McGraw-Hill.
- Significado. (s.f.). *Percibilidad*. Obtenido de <https://www.significadode.org/percibilidad.htm>.
- Soto, L. (2000). *Selección y optimización de un método de secado para incrementar la concentración de azúcares en oca (Oxalis tuberosa)*.

- Sousa et. al (2007). *Manual de prácticas de manejo postcosecha de los productos hortofrutícolas a pequeña escala*. Departamento de Pomología, Universidad de California, Davis. Serie de Horticultura postcosecha 85. 210 pp.
- Teutz, F. (2010). *Un mundo biológicamente extraordinario*. Zaragoza, España: Anaya.
- Thompson, L. (2003). *Análisis y biodisponibilidad de lignanos*. Cunnane CS.
- Toalombo, F. (2014). *Estudio de la Aplicación de un Recubrimiento Comestible sobre el tiempo de vida útil de la mora de Castilla (Rubus glaucus)*. (Tesis pregrado).
- Turnas, V., & Katsoudas, E. (2005). *Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruits*. Revista. International Journal of Food Microbiology, 105(1), 11-17.
- Vargas, M. (2008). *Caracterización de películas compuestas de quitosano-ácido oleico*. Food.
- Villagómez, A. (2011). *Estudio del efecto del Glicerol y del aceite de Anís en un recubrimiento comestible sobre el tiempo de vida útil del babaco (Caricapentagona)*. Ambato-Ecuador: FCIAL-UTA.
- Wiesenborn, D. (2003). *Método Abrasivo continuo para fraccionar mecánicamente la linaza*. Chem.
- Wills, R., & González, J. (1999). *Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales*. Acribia.

ANEXOS

16. ANEXOS

ANEXO 1: Aval de traducción



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la señorita Egresada de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **LAICA PILCO TANIA ESTEFANIA** cuyo título versa **“RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLE A BASE DE MUCÍLAGO DE LINAZA (*Linum usitatissimum*) Y GLICERINA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Febrero del 2020

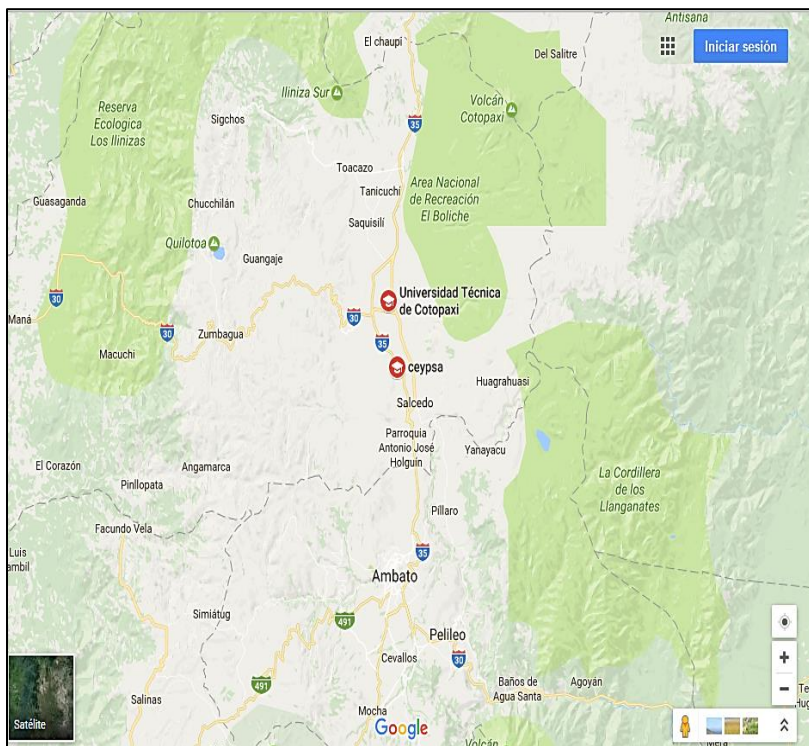
Atentamente,

Mg. Diana Karina Taipe V.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 172008093-4



CENTRO
DE IDIOMAS

ANEXO 2: Ubicación geográfica de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache



Fuente: Google maps

ANEXO 3: Hoja de vida de Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique MSc.**DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: FERNÁNDEZ PAREDES

NOMBRES: MANUEL ENRIQUE

ESTADO CIVIL: CASADO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0501511604

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: SALCEDO, 01 /01 / 1966

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: AVENIDA JAIME MATA / BARRIO CHIPOLO

TELÉFONO CONVENCIONAL: 03-2726060

TELÉFONO CELULAR: 0999921339



CORREO ELECTRONICO: mfernandez@andinanet.net
manuel.fernandez@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT	CODIGO DEL REGISTRO SENESCYT
TERCER	INGENIERO EN ALIMENTOS	20/02/2006	1010-06-665530
CUARTO	MASTER EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN. MENSION PLANEAMIENTO DE INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR	03/06/2003	1020-03-399388
CUARTO	MAESTRIA EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.	19/07/2019	1010-2019-2097904

EXPERIENCIA PROFESIONAL

- Director/Decano de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales periodo 2000 – 2005

- Ayudante de Laboratorio en la Universidad Técnica de Ambato Facultad Ingeniería en Alimentos 1993
- Docente en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Agroindustrial dese 1994 hasta la presente fecha
- Presidente del Consejo Nacional de Facultades Agropecuarias del Ecuador CONFCA septiembre 2002 – septiembre 2005
- Presidente del Sexto Foro Regional Andino Agropecuario y Rural Sede Bolivia

EVENTOS DE CAPACITACIÓN 20016

MODULOS APROBADOS EN MAESTRIA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

- ✓ Tecnología Alimentaria de Productos Agrícolas
- ✓ Aseguramiento de la Calidad
- ✓ Nutrición Dietética
- ✓ Toxicología de Alimentos
- ✓ Tecnología de Envases y Embalajes
- ✓ Seguridad Alimentaria

INVESTIGACIONES

- Elaboración de néctar de dos variedades de tuna (*Opuntia ficus* y *Opuntia Boldinghii*), utilizando dos antioxidantes (ácido ascórbico y meta bisulfito de sodio). Director de Tesis
- Obtención de endulzante natural a base de jugo de agave (agave SPP), por evaporación a tres tiempos y tres temperaturas. Director de tesis.
- Determinación del tiempo de conservación de la pulpa de pitahaya oriental, utilizando tres temperaturas y tres tipos de conservantes. Director de tesis

ARTICULOS CIENTIFICOS

- Consideraciones generales sobre el proceso de elaboración de silos
- Evaluación de la calidad nutritiva de un ensilado para la alimentación de ganado lechero a partir de los residuos provenientes del trillado de quinua (*CHEMO-PODIUM*) Y Sangorache (*AMARANTHUS HYBRIDUS. L*)

EXPERIENCIA ACADEMICA

- Coordinador General del XII seminario de Sanidad Vegetal
- Presidente del Sexto Foro Regional Andino Agropecuario y Rural Sede Bolivia
- Certificado de Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la Industria Alimentaria

CURSOS DE ACTUALIZACIÓN

- Elaboración de proyectos de formato Senplades. Junio 2018
- Modelos pedagógicos de las carreras de CAREN. Marzo 2018
- Actualización de conocimientos CAREN. Marzo 2018
- La actualización de conocimiento de docentes. Septiembre 2017
- Fortalecimiento de la calidad de las funciones sustantivas de la UTC. Marzo 2017
- Seminario de inocuidad de alimentos agroindustrias. Enero 2017
- Capacitación de actualización docente CAREN. Abril 2017
- Higiene y manipulación de alimentos. Agosto 2017
- I Congreso internacional de investigación científica. Noviembre 2017

PONENCIAS

- Identificación. Dinámica poblacional de las moscas de la fruta e impacto productivo en la Provincia de Cotopaxi

FECHA DE INGRESO A LA UTC: ENERO 1994

ANEXO 4: Hoja de vida de Laica Pilco Tania Estefania

DATOS INFORMATIVOS:

NOMBRES : Tania Estefania
APELLIDOS : Laica Pilco
NACIONALIDAD : Ecuatoriana
CÉDULA DE IDENTIDAD : 050418637-0
FECHA DE NACIMIENTO : 05/05/1994
EDAD : 25 años
ESTADO CIVIL : Soltera
LUGAR DE NACIMIENTO : Latacunga
DIRECCIÓN DOMICILIARIA : Latacunga, Barrio Niágara
TELÉFONO : 032660762/ 0984806497
E- mail : tania.laica6370@utc.edu.ec

**ESTUDIOS REALIZADOS:**

PRIMARIA : Jardín de Infantes María Montessori
 Escuela Fiscal “Elvira Ortega”
SECUNDARIA : Unidad Educativa “Hermano Miguel”
SUPERIOR : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (EN CURSO
 DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, DÉCIMO CICLO)

TÍTULOS OBTENIDOS:

- Bachiller en “Químico Biólogo”

CURSOS REALIZADOS

- Inocuidad de Alimentos de Agroindustria
- Buenas Prácticas de Manufactura
- II CONGRESO INTERNACIONAL DE AGRO INDUSTRIAS CIENCIA
 TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS.

EXPERIENCIA LABORALES

- Industria Láctea de Cotopaxi INLADEC S.A. (pasantías 2 meses)
- Producto Lácteos Santa Ivonne (pasantías 3 meses)

REFERENCIAS PERSONALES:

- Sra. Paulina Pilco Telf. 0984448428
- Sr. Cristian Chilibingua Telf. 0992709008

ANEXO 5

- ANÁLISIS DE VARIANZA

- PRUEBAS DE TUKEY

Análisis Físicoquímicos

Tabla 5.1: Adeva para pH

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,068	4	0,017	7,330	0,0032**
Testigo vs Resto	74,176	1	74,176	32087,758	< 0,0001**
Bloques	0,368	3	0,123	53,112	< 0,0001**
Mucílago linaza	0,002	1	0,002	0,100	0,1978*
Glicerina	0,001	1	0,001	0,05	0,4803ns
Mucílago linaza*Glicerina	0,003	1	0,003	0,15	0,0926ns
Error	0,028	12	0,02		
Total	74,646	23			
CV	1,606				

**..Altamente significativo

*.Significativo

n.s. Nada Significativo

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.2. Prueba de Tukey para pH en moras con y sin recubrimiento biodegradable.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Control sin recubrimiento	3,11	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 1%	2,98	A
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 2%	2,94	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 1%	2,97	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 2%	2,99	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.1. Adeva para Acidez

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,660	4	0,170	4,270	0,0224*
Testigo vs Resto	0,600	1	0,600	15,48	0,0020**
Bloques	0,43	3	0,14	3,72	0,0421*
Mucílago linaza	0,0002	1	0,0002	0,005	0,8722ns
Glicerina	0,0005	1	0,0005	0,013	0,7725ns
Mucílago linaza*Glicerina	0,0613	1	0,0613	1,533	0,0096**
Error	0,47	12	0,04		
Total	2,222	23			
CV	7,50				

**..Altamente significativo

*.Significativo

n.s. Nada Significativo

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.2. Prueba de Tukey para el porcentaje de acidez en moras con y sin recubrimiento biodegradable.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Control sin recubrimiento	2,28	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 1%	2,77	A
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 2%	2,66	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 1%	2,64	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 2%	2,78	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.3. Adeva para Sólidos Solubles (°BRIX)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	3,830	4	0,960	10,310	0,0007**
Testigo vs Resto	3,190	1	3,190	34,36	0,0001**
Bloques	7,19	3	2,40	25,81	<0,0001**
Mucílago linaza	0,47	1	0,47	5,222	0,0004**
Glicerina	0,04	1	0,04	0,444	0,1328ns
Mucílago linaza*Glicerina	0,13	1	0,13	1,444	0,0187*
Error	1,11	12	0,09		
Total	15,960	23			
CV	2,98				

**..Altamente significativo

*.Significativo

n.s. Nada Significativo

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.4. Prueba de Tukey para sólidos solubles en moras con y sin recubrimiento biodegradable

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Control sin recubrimiento	11,01	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 1%	9,88	A
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 2%	9,81	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 1%	10,05	B
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 2%	10,33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.5. Adeva para % de Humedad

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	18,990	4	4,750	9,570	0,0010**
Testigo vs Resto	16,930	1	16,930	34,13	0,0001**
Bloques	19,08	3	6,36	12,83	0,0005**
Mucílago linaza	0,06	1	0,06	0,120	0,6371ns
Glicerina	1,44	1	1,44	2,880	0,0438*
Mucílago linaza*Glicerina	0,56	1	0,56	1,120	0,1771ns
Error	5,95	12	0,50		
Total	63,010	23			
CV	0,84				

**..Altamente significativo

*.Significativo

n.s. Nada Significativo

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.6. Prueba de Tukey para % de humedad en moras con y sin recubrimiento biodegradable

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Control sin recubrimiento	81,50	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 1%	83,28	A
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 2%	84,25	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 1%	83,78	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 2%	84,00	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.7. Adeva para Firmeza

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	6,20	4	1,550	31,720	<0,0001**
Testigo vs Resto	4,82	1	4,820	98,61	<0,0001**
Bloques	10,15	3	3,38	69,22	<0,0001**
Mucílago linaza	0,34	1	0,34	6,800	0,0489*
Glicerina	0,9	1	0,9	18,000	0,0047**
Mucílago linaza*Glicerina	0,14	1	0,14	2,800	0,1703ns
Error	0,59	12	0,05		
Total	23,14	23			
CV	5,46				

** .Altamente significativo

*.Significativo

n.s. Nada Significativo

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.8. Prueba de Tukey para firmeza en moras con y sin recubrimiento biodegradable

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Control sin recubrimiento	3,07	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 1%	4,11	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 2%	4,77	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 1%	4,01	B
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 2%	4,29	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.9. Adeva para Pérdida de peso

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	142,24	4	35,560	23,650	<0,0001**
Testigo vs Resto	122,63	1	122,630	81,58	<0,0001**
Bloques	491,32	9	54,59	36,31	<0,0001**
Mucílago linaza	2,89	1	2,89	1,927	0,0093**
Glicerina	13,61	1	13,61	9,073	<0,0001**
Mucílago linaza*Glicerina	3,11	1	3,11	2,073	0,0072**
Error	54,12	36	1,50		
Total	829,92	53			
CV	21,67				

**..Altamente significativo

*.Significativo

n.s. Nada Significativo

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.10. Prueba de Tukey para pérdida de peso en moras con y sin recubrimiento biodegradable

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Control sin recubrimiento	8,79	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 1%	5,47	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 2%	3,75	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 1%	5,45	B
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 2%	4,84	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Laica T, 2020

Análisis Microbiológicos

Tabla 5.11. Adeva para Coliformes totales

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	1,29	4	0,320	11,370	0,0022**
Testigo vs Resto	0,68	1	0,680	23,99	0,0012**
Bloques	1,13	2	0,57	19,89	0,0008**
Mucílago linaza	0,001	1	0,001	0,033	0,7672ns
Glicerina	0,003	1	0,003	0,100	0,5583ns
Mucílago linaza*Glicerina	0,608	1	0,608	20,267	0,0002**
Error	0,23	8	0,03		
Total	3,94	18			
CV	6,23				

** .Altamente significativo

*.Significativo

n.s. Nada Significativo

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.12. Prueba de Tukey para coliformes totales en moras con y sin recubrimiento biodegradable

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Control sin recubrimiento	3,14	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 1%	2,85	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 2%	2,37	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 1%	2,38	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 2%	2,80	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.13. Adeva para Mohos y levaduras

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	7,85	4	1,960	7,970	0,0068**
Testigo vs Resto	7,18	1	7,180	29,15	0,0006**
Bloques	14,31	2	7,16	29,06	0,0002**
Mucílago linaza	0,32	1	0,32	1,28	0,0189*
Glicerina	0,29	1	0,29	1,16	0,0233*
Mucílago linaza*Glicerina	0,08	1	0,08	0,32	0,1714ns
Error	1,97	8	0,25		
Total	32,00	18			
CV	13,17				

** .Altamente significativo

*.Significativo

n.s. Nada Significativo

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 5.14 .Prueba de Tukey para mohos y levaduras en moras con y sin recubrimiento biodegradable

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Control sin recubrimiento	5,15	B
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 1%	3,33	A
Mucílago de linaza 3%, concentración glicerina 2%	3,18	A
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 1%	3,82	B
Mucílago de linaza 5%, concentración glicerina 2%	3,35	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Laica T, 2020

ANEXO 6

**HOJA DE CATACIÓN DE LAS MORAS DE
CASTILLA (*Rubus glaucus*)**

“Recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*) y glicerina para la conservación de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*)”

Sírvase evaluar cada una de las muestras y marque con una X en donde usted crea conveniente.

Parámetro	Puntaje	Preferencia	TRATAMIENTO (T2)		
			R1	R2	R3
Calidad visual	1	Muy malo			
	2	Malo			
	3	Regular			
	4	Aceptable			
	5	Bueno			
	6	Muy bueno			
	7	Excelente			
Aroma característico	1	Nada			
	2	Muy ligero			
	3	Ligero			
	4	Moderado			
	5	Intenso			
	6	Bastante intenso			
	7	Muy intenso			
Firmeza	1	Muy blando			
	2	Bastante blando			
	3	Blando			
	4	Moderadamente firme			
	5	Firme			
	6	Bastante firme			
	7	Muy firme			
Impresión global	1	Muy malo			
	2	Malo			
	3	Regular			
	4	Aceptable			
	5	Bueno			
	6	Muy bueno			
	7	Excelente			
Sabor	1	Muy agradable			
	2	Agradable			
	3	Ni agrada, ni desagrada			
	4	Desagradable			
	5	Muy desagradable			

Elaborado por: Laica T, 2020

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

ANEXO 7

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS Y
MICROBIOLÓGICOS DE LAS MORAS DE
CASTILLA (*Rubus glaucus*) CON Y SIN LA
APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO
BIODEGRADABLE

Tabla 7.1. Datos de pH en moras con y sin recubrimiento

Determinación de pH					
Tratamientos	Días				
	1	4	7	10	Promedio
T0 (control)	2,86	2,99	3,26	3,31	3,11
T1 (a1 b1)	2,88	2,83	3,06	3,13	2,98
T2 (a1 b2)	2,8	2,85	3,00	3,09	2,94
T3 (a2 b1)	2,82	2,89	3,01	3,15	2,97
T4 (a2b2)	2,85	2,87	3,02	3,2	2,99

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 7.2. Datos de acidez titulable en moras con y sin recubrimiento

Determinación de acidez (% ácido cítrico)					
Tratamientos	Días				
	1	4	7	10	Promedio
T0 (control)	2,92	2,40	2,00	1,80	2,28
T1 (a1 b1)	2,93	2,75	2,86	2,55	2,77
T2 (a1 b2)	2,70	2,68	2,65	2,61	2,66
T3 (a2 b1)	2,69	2,65	2,63	2,60	2,64
T4 (a2b2)	2,95	2,77	2,82	2,57	2,78

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 7.3. Datos de sólidos solubles (°Brix) en moras con y sin recubrimiento

Determinación de Sólidos Solubles (°Brix)					
Tratamientos	Días				
	1	4	7	10	Promedio
T0 (control)	9,70	11,50	11,90	10,95	11,01
T1 (a1 b1)	9,32	9,53	10,90	9,77	9,88
T2 (a1 b2)	9,20	9,47	10,65	9,90	9,81
T3 (a2 b1)	9,32	9,74	10,82	10,30	10,05
T4 (a2b2)	9,70	9,85	11,30	10,45	10,33

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 7.4. Datos % de humedad en moras con y sin recubrimiento

%Humedad					
Tratamientos	Días				
	1	4	7	10	Promedio
T0 (control)	84,0	82,5	80,1	79,5	81,53
T1 (a1 b1)	84,1	83,7	82,5	82,8	83,28
T2 (a1 b2)	85,5	84,8	83,9	82,8	84,25
T3 (a2 b1)	85,3	84,1	83,6	82,1	83,78
T4 (a2b2)	84,7	84,0	83,5	83,8	84,00

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 7.5. Datos de firmeza en moras con y sin recubrimiento

FIRMEZA					
Tratamientos	Días				
	1	4	7	10	Promedio
T0 (control)	4,00	3,40	2,74	2,12	3,07
T1 (a1 b1)	5,04	4,50	3,74	3,14	4,11
T2 (a1 b2)	5,58	5,02	4,58	3,90	4,77
T3 (a2 b1)	4,76	4,20	3,66	3,40	4,01
T4 (a2b2)	5,68	4,68	3,84	2,96	4,29

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 7.6. Datos de pérdida de peso en moras con y sin recubrimiento

% Pérdida de peso											
Tratamientos	Días										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
T0 (control)	0,70	2,39	4,49	6,60	8,71	9,69	10,81	12,92	15,59	16,01	8,79
T1 (a1 b1)	0,72	2,03	3,18	4,05	4,92	5,93	7,09	7,96	8,97	9,84	5,47
T2 (a1 b2)	0,52	1,17	2,33	2,98	3,50	4,15	4,79	5,44	5,96	6,61	3,74
T3 (a2 b1)	0,31	1,55	2,64	3,88	4,97	5,90	6,99	8,07	9,47	10,71	5,45
T4 (a2b2)	0,59	1,66	2,49	3,80	4,39	4,98	6,05	7,35	8,07	9,02	4,84

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 7.7. Datos de coliformes totales en moras con y sin recubrimiento

Coliformes totales (UFC/g)				
Tratamientos	Días			
	1	5	10	Promedio
T0 (control)	2,55	3,1	3,75	3,14
T1 (a1 b1)	2,6	2,75	3,2	2,85
T2 (a1 b2)	2,1	2,35	2,65	2,37
T3 (a2 b1)	2,25	2,35	2,55	2,38
T4 (a2b2)	2,45	2,8	3,15	2,80

Elaborado por: Laica T, 2020

Tabla 7.8. Datos de mohos y levaduras en moras con y sin recubrimiento

Mohos y Levaduras (UFC/g)				
Tratamientos	Días			
	1	5	10	Promedio
T0 (control)	2,95	5,65	6,85	5,15
T1 (a1 b1)	2,35	3,30	4,35	3,33
T2 (a1 b2)	2,3	3,20	4,05	3,18
T3 (a2 b1)	2,95	3,55	4,95	3,82
T4 (a2b2)	2,15	3,45	4,45	3,35

Elaborado por: Laica T, 2020

ANEXO 8

FOTOGRAFÍAS

Aplicación de un recubrimiento biodegradable en la mora de Castilla (*Rubus glaucus*)

Fotografía 1. Cosecha



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 2. Recepción de la materia prima



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 3. Selección de las moras



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 4. Lavado y desinfección



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 5. Retiro del cáliz



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 6. Recepción y limpieza de las semillas de linaza



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 7. Pesado de las semillas de linaza



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 8. Lavado



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 9. Preparación del mucílago de linaza



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 10. Adición de la glicerina



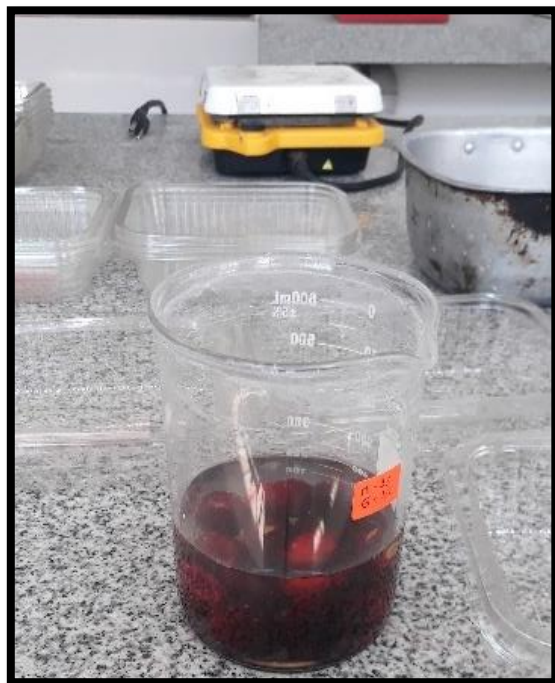
Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 11. Homogenización del mucílago con glicerina



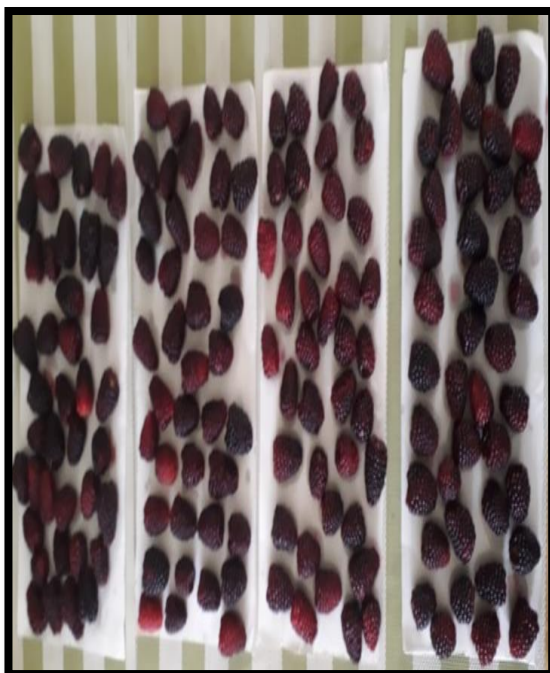
Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 12. Inmersión en el recubrimiento



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 13. Secado



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 14. Envasado y rotulado



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 15. Almacenamiento



Elaborado por: Laica T, 2020

Análisis Físicoquímicos de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*)

Fotografía 16. pH

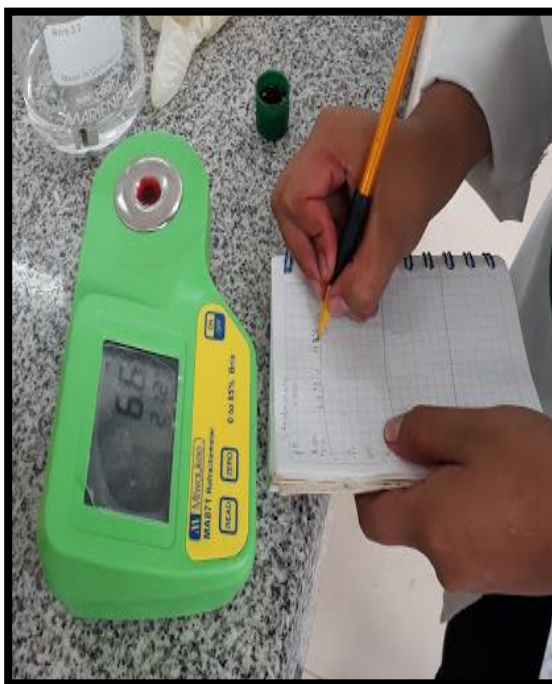


Elaborado por: Laica T, 2020
Fotografía 17. Acidez titulable



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 18. Sólidos solubles



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 19. Humedad



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 20. Firmeza



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 21. Pérdida de peso



Elaborado por: Laica T, 2020

Análisis Microbiológico de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*)

Fotografía 22. Muestras para la siembra



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 23. Preparación de las diluciones



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 24. Siembra



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 25. Incubación de coliformes totales, mohos y levaduras



Elaborado por: Laica T, 2020

Fotografía 26. Conteo de colonias



Elaborado por: Laica T, 2020

ANEXO 9

Tabla 9.1. 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

"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_ai.pdf

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

ANEXO 10

**MORA DE CASTILLA. ESPECIFICACIONES Y LA
NORMATIVA DEL INSTITUTO NACIONAL
ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN 2
2427:2016) PARA FRUTAS FRESCAS: MORA –
REQUISITOS.**



**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2427
Primera revisión
2016-11

FRUTAS FRESCAS. MORA. REQUISITOS

FRESH FRUIT. MULBERRIES. REQUIREMENTS

FRUTAS FRESCAS MORA REQUISITOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos para la mora variedades: mora de Castilla (*Rubus glaucus*) y mora brazos (*Rubus lanciniatus*) que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su acondicionamiento o envasado.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN-ISO 750, *Productos vegetales y de frutas - Determinación de la acidez titulable*

NTE INEN-ISO 780, *Embalajes - Símbolos gráficos para la manipulación de mercancías*

CODEX CAC/RCP 53, *Código de prácticas de Higiene para Frutas y Hortalizas Frescas*

CODEX CAC/MRL 1, *Lista de límites máximos para residuos de plaguicidas*

NTE INEN-ISO 2859-1, *Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos - Parte 1: Planes de muestreo para las inspecciones lote por lote, tabulados según el límite de calidad de aceptación (LCA)*

NTE INEN-ISO 2859-2, *Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos - Parte 2: Planes de muestreo para las inspecciones de lotes independientes, tabulados según la calidad límite (CL)*

NTE INEN-CODEX 193, *Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos*

NTE INEN 1751, *Frutas frescas. Definiciones y clasificación*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en NTE INEN 1751 y las que a continuación se detallan:

3.1

mora de Castilla (*Rubus glaucus*)

Planta perenne, perennifolia, arbustiva, semirrecta y de naturaleza trepadora, con tallo ceroso, con todas las ramas vegetativas y productivas, con o sin tallo espinoso, perteneciente a la familia de las rosáceas. El fruto es una baya elipsoidal, que está formado por pequeñas drupas adheridas a un receptáculo floral que al madurar es blanco y carmoso, su color varía de rojo a negro brillante conforme su desarrollo, es de consistencia dura y sabor agrídulce, su pulpa es rojiza y ahí se encuentran las semillas.

FIGURA 1. Mora de Castilla (*Rubus glaucus*)**3.2****mora brazos (*Rubus lancinatus*)**

Híbrido que se diferencia principalmente de la mora de Castilla porque las drupas son de mayor tamaño, con ramas primarias y secundarias productivas, la coloración es más oscura y brillante cuando está completamente madura; el fruto es más alargado y su sabor es menos ácido.

FIGURA 2. Mora brazos (*Rubus lancinatus*)**3.3****drupa**

Pericarpio de forma esférica que conforma la mora.

3.4**ápice**

Parte inferior del fruto.

3.5**cáliz**

Cubierta exterior de la flor formada por hojas duras, generalmente de color verde (sépalos), por las que se une al tallo.

3.6**envase primario**

Envase destinado a estar en contacto directo con los productos.

[FUENTE: NTE INEN-ISO 21067:2007, 2.2.2]

3.7**envase secundario o empaque**

Envase diseñado para contener uno o más envases primarios junto con cualquier material de protección que requiera.

[FUENTE: NTE INEN-ISO 21067:2007, 2.2.3]

3.8**embalaje**

Material diseñado para contener uno o más artículos o paquetes, productos a granel para los propósitos de transporte, manipulación y distribución.

[FUENTE: NTE INEN-ISO 21067:2007, 2.2.4]

3.9**acondicionamiento**

Conjunto de operaciones que se efectúan después de la cosecha como: selección, clasificación, limpieza y empaque del producto.

3.10**perennifolio**

Que tiene hojas durante todo el año.

3.11**materia extraña**

Cuerpo añadido no intencionalmente a un alimento que pone en riesgo su calidad, su seguridad o ambas.

3.12**daño mecánico**

Daño causado por cortes, compresiones, impactos y raspaduras en la fruta.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Independientemente del calibre el fruto se clasifica en tres grados que se definen a continuación:

4.1.1 Grado "Extra". Su forma y color deben ser característicos de la variedad y no deben tener defectos. Debe cumplir los requisitos generales establecidos en 5.1.

4.1.2 Grado 1. La mora de este grado debe cumplir los requisitos generales establecidos en 5.1.

Su forma y color deben ser característicos de la variedad y pueden tener el siguiente defecto leve:

- a) deformación en el ápice.

4.1.3 Grado 2. Este grado comprende a la mora que no puede clasificarse en los grados anteriores, pero satisface los requisitos generales establecidos en 5.1. Se admiten los siguientes defectos:

- a) deformación del fruto,
- b) estar sin cáliz.

4.2 Calibre. El calibre se determina por el diámetro y la longitud de la fruta en mm. La correlación entre calibre, diámetro y longitud es la que se establece en la Tabla 1.

TABLA 1. Correlación entre calibre, diámetro y longitud de la mora

Calibre	Diámetro (D) en mm	Longitud (L) en mm
Variedad mora de Castilla		
Grande	$D > 25$	$L > 25$
Mediano	$25 \leq D \leq 18$	$25 \leq L \leq 20$
Pequeño	$D < 18$	$L < 20$
Variedad mora brazos		
Grande	$D > 25$	$L > 25$
Mediano	$25 \leq D \leq 18$	$25 \leq L \leq 20$
Pequeño	$D < 18$	$L < 20$

4.3 Tolerancias. Se admiten las siguientes tolerancias de calidad y calibre en cada lote para los productos que no cumplan los requisitos del grado indicado.

4.3.1 Tolerancias de calidad

4.3.1.1 Grado extra. Se admite hasta el 5 % en masa (como suma total de todos los defectos aceptados para este grado, excepto defectos en el color) de frutos que no satisfagan los requisitos de este grado, pero cumplan los requisitos del grado 1.

4.3.1.2 Grado 1. Se admite hasta el 10 % en masa (como suma total de todos los defectos aceptados para este grado, excepto defectos en el color) de frutos que no satisfagan los requisitos de este grado, pero que cumplan los requisitos del grado extra o del grado 2.

4.3.1.3 Grado 2. Se admite todos los frutos que no se clasifiquen en grado extra o grado 1 y los que no cumplan los requisitos establecidos en 5.1, pero no se admiten los frutos afectados por podredumbre, magulladuras marcadas o cualquier otro tipo de deterioro que no sea apto para el consumo.

NOTA. En caso de existir un valor mayor en decimales, por ejemplo, 5,04 %, al que se admite en la norma (5 % o 10 %) de tolerancia de masa, se debe redondear de acuerdo con NTE INEN-ISO 80000-1.

4.3.2 Tolerancias de calibre. Para todos los grados se acepta hasta el 10 % en masa de frutos en cada lote, que corresponda al calibre inmediatamente inferior o superior, al señalado en la unidad de envase.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos físicos. En todos los grados, las moras deben tener las siguientes características físicas:

- Estar enteras;
- Tener la forma característica de la variedad;
- Estar sanas (libres de ataque de insectos y/o enfermedades, que demeriten la calidad interna del fruto);
- Estar libres de humedad excesiva;

NTE INEN 2427

2016-11

- e) Estar exentas de cualquier olor y sabor extraño (provenientes de otros productos, empaques o recipientes y/o agroquímicos, con los cuales hayan estado en contacto);
- f) Presentar aspecto fresco;
- g) Estar exentas de materia extraña visibles en el producto o en su empaque;
- h) Tener drupas bien formadas, llenas y bien adheridas;
- i) La coloración del fruto debe ser homogénea y acorde con el estado de madurez, que se aprecia visualmente por su color externo definido en Figura 3.

FIGURA 3. Color de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*) según su estado de madurez [11]



Color 0. Fruto de color verde completo o con pocas drupas marrones por efecto sobre exposición a la luz con drupas bien formadas

Color 1. Fruto de color verde claro con algunas drupas de color rosado o rojo

Color 2. Fruto de color rojo con algunas drupas de color amarillo

Color 3. Fruto de color rojo intenso con algunas drupas de color morado

Color 4. Fruto de color morado oscuro casi negro

FIGURA 4. Color de la mora brazos (*Rubus lanciniatus*) según su estado de madurez [1]



Color 0. Fruto de color amarillo verdoso con sus drupas bien formadas

Color 1. Fruto de color amarillo verdoso con algunas drupas de color rosado

Color 2. Fruto de color rosado

Color 3. Fruto de color rojo claro

Color 4. Fruto de color rojo oscuro

Color 5. Fruto de color intenso, con algunas drupas de color morado

Color 6. Fruto de color morado oscuro

5.2 Requisitos de madurez

La mora debe cumplir con los requisitos físico-químicos indicados en Tabla 2.

TABLA 2. Requisitos físico-químicos de la mora según su variedad

Mora variedad Castilla				
Requisito	Unidad	Madurez de consumo		MÉTODO DE ENSAYO
		mín.	máx.	
Acidez titulable	Fracción de masa (expresada en porcentaje de ácido cítrico)	---	2,70	NTE INEN-ISO 750
Sólidos solubles totales^a	Fracción de masa expresada en porcentaje	9,0	---	NTE INEN-ISO 2173
Índice de madurez Sólidos solubles totales /acidez titulable	---	5,0	---	Ver 7.1
Mora variedad brazos				
Requisito	Unidad	Madurez de consumo		MÉTODO DE ENSAYO
		mín.	máx.	
Acidez titulable	Fracción de masa (expresada en porcentaje de ácido cítrico)	---	2,1	NTE INEN-ISO 750
Sólidos solubles totales^a	Fracción de masa expresada en porcentaje	7,0	---	NTE INEN-ISO 2173
Índice de madurez Sólidos solubles totales /acidez titulable	---	3,3	---	Ver 7.1
^a Si se quiere expresar los sólidos solubles totales en grados Brix, tener en cuenta que 1° Brix es igual a 1 %.				

5.3 Plaguicidas

La mora no deben exceder los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos en CODEX CAC/MRL 1.

5.4 Contaminantes

La mora debe cumplir con los límites máximos de contaminantes establecidos en NTE INEN-CODEX 193.

ANEXO 11

DETERMINACIÓN DE PH. INSTITUTO NACIONAL
ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN INEN 389.

CDU 664.8

INEN

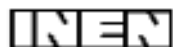
AL 02. 01 - 314

Norma Ecuatoriana	CONSERVAS VEGETALES DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACION DEL ION HIDRÓGENO (pH)	INEN 389 Primera Revisión 1985-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método potenciométrico para determinar la concentración del ion hidrógeno (pH) en conservas vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. INSTRUMENTAL</p> <p>2.1 Potenciómetro, con electrodos de vidrio.</p> <p>2.2 Vaso de precipitación de 250 cm³.</p> <p>2.3 Agitador.</p> <p style="text-align: center;">3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</p> <p>3.1 Si la muestra es líquida, homogeneizarla convenientemente mediante agitación.</p> <p>3.2 Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) y mediante agitación.</p> <p style="text-align: center;">4. PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Efectuar la determinación por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p>4.2 Comprobar el correcto funcionamiento del potenciómetro.</p> <p>4.3 Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10 g ó 10 cm³ de la muestra preparada, añadir 100 cm³ de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitar suavemente,</p> <p>4.4 Si existen partículas en suspensión, dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante.</p> <p>4.5 Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, en caso de que existan.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999 - Baños de San Sebastián - Quito - Ecuador - Prohibida la reproducción

ANEXO 12

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES.
INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE
NORMALIZACIÓN INEN 380.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 337:2008

JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS

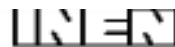
Primera Edición

FRUIT JUICE, PUREES, CONCENTRATES, NECTAR AND BEVERAGE. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.
AJ 02.03-465
2008-000-0

CDU: 663.8
ICS: 67.080.20



CIU:3113
AL 02.03-465

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS.	NTE INEN 2 337:2008 2008-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los productos procesados que se expendan para consumo directo; no se aplica a los concentrados que son utilizados como materia prima en las industrias.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Jugo (zumo) de fruta.- Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.</p> <p>3.2 Pulpa (puré) de fruta.- Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.</p> <p>3.3 Jugo (zumo) concentrado de fruta.- Es el producto obtenido a partir de jugo de fruta (definido en 3.1), al que se le ha eliminado físicamente una parte del agua en una cantidad suficiente para elevar los sólidos solubles (° Brix) en, al menos, un 50% más que el valor Brix establecido para el jugo de la fruta.</p> <p>3.4 Pulpa (puré) concentrada de fruta.- Es el producto (definido en 3.2) obtenido mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la pulpa.</p> <p>3.5 Jugo y pulpa concentrado edulcorado.- Es el producto definido en 3.3 y 3.4 al que se le ha adicionado edulcorantes para ser reconstituido a un néctar o bebida, el grado de concentración dependerá de los volúmenes de agua a ser adicionados para su reconstitución y que cumpla con los requisitos de la tabla 1, ó el numeral 5.4.1</p> <p>3.6 Néctar de fruta.- Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no.</p> <p>3.7 Bebida de fruta.- Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</p> <p>4.1 El jugo y la pulpa debe ser extraído bajo condiciones sanitarias apropiadas, de frutas maduras, sanas, lavadas y sanitizadas, aplicando los Principios de Buenas Prácticas de Manufactura.</p> <p>4.2 La concentración de plaguicidas no deben superar los límites máximos establecidos en el Codex Alimentario (Volumen 2) y el FDA (Part. 193).</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.</p>		

- 4.3** Los principios de buenas prácticas de manufactura deben propender reducir al mínimo la presencia de fragmentos de cáscara, de semillas, de partículas gruesas o duras propias de la fruta.
- 4.4** Los productos deben estar libres de insectos o sus restos, larvas o huevos de los mismos.
- 4.5** Los productos pueden llevar en suspensión parte de la pulpa del fruto finamente dividida.
- 4.6** No se permite la adición de colorantes artificiales y aromatizantes (con excepción de lo indicado en 4.7 y 4.9), ni de otras sustancias que disminuyan la calidad del producto, modifiquen su naturaleza o den mayor valor que el real.
- 4.7** Únicamente a las bebidas de fruta se pueden adicionar colorantes, aromatizantes, saborizantes y otros aditivos tecnológicamente necesarios para su elaboración establecidos en la NTE INEN 2 074.
- 4.8** Como acidificante podrá adicionarse jugo de limón o de lima o ambos hasta un equivalente de 3 g/l como ácido cítrico anhidro.
- 4.9** Se permite la restitución de los componentes volátiles naturales, perdidos durante los procesos de extracción, concentración y tratamientos térmicos de conservación, con aromas naturales.
- 4.10** Se permite utilizar ácido ascórbico como antioxidante en límites máximos de 400 mg/kg.
- 4.11** Se puede adicionar enzimas y otros aditivos tecnológicamente necesarios para el procesamiento de los productos, aprobados en la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, o FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.12** Se permite la adición de los edulcorantes aprobados por la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, y FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.13** Sólo a los néctares de fruta pueden añadirse miel de abeja y/o azúcares derivados de frutas.
- 4.14** Se pueden adicionar vitaminas y minerales de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1 334-2 y en las otras disposiciones legales vigentes.
- 4.15** La conservación del producto por medios físicos puede realizarse por procesos térmicos: pasteurización, esterilización, refrigeración, congelación y otros métodos adecuados para ese fin; se excluye la radiación ionizante.
- 4.16** La conservación de los productos por medios químicos puede realizarse mediante la adición de las sustancias indicadas en la tabla 15 de la NTE INEN 2 074.
- 4.17** Los productos conservados por medios químicos deben ser sometidos a procesos térmicos.
- 4.18** Se permite la mezcla de una o más variedades de frutas, para elaborar estos productos y el contenido de sólidos solubles ("Brix"), será ponderado al aporte de cada fruta presente.
- 4.19** Puede añadirse jugo obtenido de la mandarina *Citrus reticulata* y/o híbridos al jugo de naranja en una cantidad que no exceda del 10% de sólidos solubles respecto del total de sólidos solubles del jugo de naranja.
- 4.20** Puede añadirse jugo de limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f. *Citrus limonum* Rissa) o jugo de lima (*Citrus aurantifolia* (Christm.), o ambos, al jugo de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a jugos no endulzados.
- 4.21** Puede añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, hasta 5 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro a néctares de frutas.
- 4.22** Puede añadirse al jugo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L) sal y especias así como hierbas aromáticas (y sus extractos naturales).

(Continúa)

4.23 Se permite la adición de dióxido de carbono, mayor a 2 g/kg, para que al producto se lo considere como gasificado.

4.24 A las bebidas de frutas cuando se les adicione gas carbónico se las considerará bebidas gaseosas y deberán cumplir los requisitos de la NTE INEN 1 101.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos para los jugos y pulpas de frutas

5.1.1 El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.2 La pulpa debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.3 El jugo y la pulpa debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.1.4 *Requisitos físico- químico*

5.1.4.1 Los jugos y las pulpas ensayados de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

5.2 Requisitos específicos para los néctares de frutas

5.2.1 El néctar puede ser turbio o claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta o frutas de las que procede.

5.2.2 El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.2.3 *Requisitos físico - químicos*

5.2.3.1 El néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389).

5.2.3.2 El contenido mínimo de sólidos solubles ("Brix) presentes en el néctar debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa, referido en la tabla 2 de la presente norma.

(Continúa)

ANEXO 13

**DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES.
INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE
NORMALIZACIÓN INEN 1529-7:90.**



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1529-7:2013
Primera revisión

**CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS.
DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS COLIFORMES
POR LA TÉCNICA DE RECUENTO DE COLONIAS**

Primera edición

MICROBIOLOGICAL CONTROL OF FOODS. DETERMINATION COLIFORM. BY THE TECHNIQUE OF COLONY COUNT

First edition

DESCRIPTORES: Microbiología de los alimentos, ensayos, detección de coliformes
AL 01.05-305
CDU: 663.1
ICS: 07.100.30

CDU: 663.1
ICS: 07.100.30



AL 01.05-305

Norma Técnica
Ecuatoriana
Voluntaria

**CONTROL DE MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS
DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS COLIFORMES
POR LA TÉCNICA DE RECUENTO DE COLONIAS**

**NTE INEN
1529-7:2013
Primera revisión
2013-09**

1. OBJETO

1.1 Este método de ensayo establece la técnica de recuento de colonias en un medio sólido.

2. ALCANCE

2.1 Este método es indicado para productos que contienen una alta carga de coliformes y coliformes psicrotrofos no específicos.

3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 Coliformes. (coliaerógenos). Bacterias de forma bacilar, Gram negativas, aerobias y anaerobias facultativas, móviles e inmóviles, no esporuladas que forman colonias características agar Cristal Violeta neutro bilis (V R B) o similar cuando se incuban a $30 \pm 1^\circ\text{C}$ los productos refrigerados y a $30 \pm 1^\circ\text{C}$ los productos que se mantienen a temperatura ambiente y se utiliza el medio y método descrito. Este grupo es utilizado como indicador del grado de higiene.

3.1.2 Recuento de coliformes. Es la determinación del número de coliformes viables por gramo o cm^3 de muestra de alimento.

4. MÉTODO DE ENSAYO FORMA TRADICIONAL

4.1 Resumen

4.1.1 Este método utiliza la técnica del recuento en placa por siembra en profundidad en agar Cristal Violeta-rojo neutro bilis (V R B) o similar y una temperatura de incubación de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ para productos refrigerados y $30 \pm 1^\circ\text{C}$ para productos que se mantienen a temperatura ambiente, por $24 \pm 2\text{h}$.

4.2 Equipos

4.2.1 Equipo usual en un laboratorio microbiológico. En particular:

4.2.1.1 Autoclave

4.2.1.2 Incubador regulable, rango de temperatura de $(25-70)^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$.

4.2.1.3 Balanza de capacidad no inferior a 2500 g y de 0,1 g de sensibilidad

4.2.1.4 pH-metro

4.3 Materiales y medios de cultivo

4.3.1 Materiales

4.3.1.1 Pipetas serológicas de punta ancha de $1,5 \text{ cm}^3$ y 10 cm^3 graduadas en 1/10 de unidad.

4.3.1.2 Cajas Petri

4.3.1.3 Cuenta colonias

(Continúa)

DESCRIPTORES: Microbiología de los alimentos, ensayos, detección de coliformes.

4.3.1.4 Frascos de boca ancha de 250 cm³, 500 cm³ y 1000 cm³ con tapa de rosca autoclavable.

4.3.1.5 Erlenmeyer de 500 y 100 cm³

4.3.2 Medios de cultivo y diluyente

4.3.2.1 Agar Cristal Violeta-Rojo neutro bilis (V R B) ver preparación agares en la norma NTE INEN 1529-1.

4.3.2.2 Solución peptona al 0,1% ver preparación diluyentes en la norma NTE INEN 1529-1.

4.4 Preparación de la muestra

4.4.1 Preparar la muestra según uno de los procedimientos indicados en la norma NTE INEN 1529-2.

4.5 Procedimiento método por siembra en placa

4.5.1 Utilizando una sola pipeta estéril pipetear por duplicado alícuotas de 1 cm³ de cada una de las diluciones decimales en placas Petri adecuadamente identificadas. Iniciar por la dilución de menor concentración.

4.5.2 Delicadamente mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en dirección; hacerla girar en sentido de las agujas del reloj 5 veces. Repetir este proceso pero en sentido contrario.

4.5.3 Como control de esterilidad del medio, verter la cantidad de agar en la placa sin inóculo.

4.5.4 Dejar reposar las placas para que solidifique el agar. Luego verter en la superficie otros 6 cm³ de agar todavía fundido y dejar solidificar.

4.5.5 Invertir las placas e incubarlas a 30°C ± 1°C para productos refrigerados 35°C ± 1°C para productos que se mantienen a temperatura ambiente, por solo 24h ± 2 horas.

4.5.6 Pasado el tiempo de incubación seleccionar las placas que se presenten 30 – 150 colonias y examinar con la luz transmitida. Contar todas las colonias de 1 – 2 mm de diámetro (mínimo de 0,5mm) de color rojo amoratado rodeadas por halo rojizo.

4.5.7 Para el control de rutina en plata, en general, no es necesario realizar ensayos confirmatorios. Pero cuando sea necesario, especialmente con productos que contengan otros azúcares que la lactosa, proceder como a continuación se indica.

4.5.8 Seleccionar un número de colonias equivalentes a la raíz cuadrada de total de las colonias típicas

4.5.9 A cada una de estas colonias inocularlas en tubos individuales que contengan 10 cm³ de caldo BGBL de concentración simple y un tubo Durhan.

4.5.10 Incubar a 30°C ± 1°C, para productos refrigerados y a 35°C ± 1°C, para productos que se mantienen a temperatura ambiente, durante 24h – 48 h.

4.6 Cálculos

4.6.1 Si transcurridas las 48 horas hay presencia de gas en los tubos confirma la presencia de coliformes. De aquí redactar todo el procedimiento de la norma actual, siguiendo el orden del numeral añadido

4.6.2 Para el cálculo basarse en el número de colonias confirmadas en relación al número de colonias sospechosas.

4.7 Informe de resultados

4.7.1 Cuando las dos placas de la dilución elegida presentan un número de colonias comprendido entre 30 – 300, contar las colonias de ambas placas, sacarla media aritmética de los dos valores y multiplicar por el respectivo factor de dilución.

4.7.2 Cuando las placas correspondientes a la dilución elegida contiene un número de colonias algo menos de 30 o algo más de 300, contar todas las colonias en ambas placas y reportar como 11.2.

4.7.3 En todo caso, reportar como recuento de coliformes/g ó cm^3 utilizando solo dos cifras significativas que corresponderán al 1ero y 2do dígito (comenzando por la izquierda) del número de colonias. El redondeo de los números debe hacerse según la norma NTE INEN 52 (Reglas para redondear números).

4.7.4 Mayores detalles se establecen en la norma NTE INEN 1529-4 (Control microbiológico de alimentos. Recuento microbiológico).

5. MÉTODO DE ENSAYO POR MEMBRANA DE FILTRACIÓN PARA AGUAS

5.1 Resumen

5.1.1 Método de filtración de membrana. Esta parte de la norma describe un método de referencia (prueba estándar) para la detección y enumeración de *Escherichia coli* y bacterias coliformes en el agua para consumo humano. La prueba estándar se basa en la filtración por membrana, posterior cultivo en un medio de agar diferencial y el cálculo del número de organismos presentes en la muestra. La prueba estándar tiene una baja selectividad. Debido a la baja selectividad, el crecimiento bacteriano puede interferir con la enumeración fiable de bacterias coliformes y *E. coli*, en caso de existir otro tipo de flora bacteriana, debido a ello este método es adecuado solo para análisis de agua potable.

5.2 Materiales

5.2.1 Equipo para la filtración de membrana

5.2.2 Pinzas con puntas redondeadas

5.2.3 Almohadillas filtrantes, con un diámetro mínimo de 47 mm.

5.3 Preparación de la muestra

5.3.1 Preparación de la muestra: Para la preparación de la muestra, la filtración y la inoculación en medios de aislamiento, siga las instrucciones dadas en la NTE INEN 1529-2 (Control microbiológico de los alimentos. Toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico).

5.4 Procedimiento

5.4.1 Iniciar el examen de preferencia inmediatamente después de tomar las muestras. Si las muestras se mantienen a temperatura ambiente (en la oscuridad, no más de 25 ° C), este examen deberá comenzar dentro de las 6 horas después de tomar la muestra. En circunstancias excepcionales, las muestras pueden mantenerse en $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante un máximo de 24 h antes de él examen. Filtración: Filtro de 100 ml (o volúmenes más altos, por ejemplo, 250 ml de agua embotellada) de la muestra a estudiar utilizando un filtro de membrana. Coloque el filtro en el respectivo medio de agar, asegurándose de que no quede aire atrapado debajo.

5.4.2 Incubación y diferenciación de prueba estándar: Después de la filtración colocar la lámina sobre la placa de agar lactosa TTC y se incuba a $36^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 21 h \pm 3 h

5.4.3 Incubación y diferenciación, la prueba rápida. Después de la filtración, Colocar la membrana en medio TSA y se incuba a $36^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 4 h a 5 h.

5.5 Cálculos para método de membrana filtrante

5.5.1 A partir de los números de colonias características contadas sobre la membrana y teniendo en cuenta los resultados de las pruebas de confirmación realizada, calcular el número de *E. coli*, bacterias coliformes y, si es necesario, bacterias lactosa positive presentes en 100 ml de la muestra. (Para ambos casos).

(Continúa)

5.5.2 A partir de entonces, colocar la lámina sobre medio TBA e incubar a $44,0 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ durante 19 h a 20 h. Si se desea, los dos medios de agar se pueden combinar en una doble capa de placa. En ese caso, colocar la membrana sobre una placa de capa recién preparada que consta de doble TSA y TBA e incubar a $36^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ durante 4 h a 5 h seguido de incubación a $44,0 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$ durante 19 h a 20 h. (Ver nota 1).

5.5.3 Después de la incubación, colocar la lámina sobre una almohadilla de filtro saturado con el reactivo de indol e irradiar con una lámpara ultravioleta durante 10 min a 30 min dependiendo del desarrollo de color. Todas las colonias rojas en el filtro de membrana se cuentan como E. coli. (ver nota 2).

5.5.4 El número de microorganismos se calcula multiplicando el número "n" de colonias de coliformes por el respectivo factor de dilución (f).

$$\frac{\text{Coliformes}}{g} \text{ o } \text{cm}^3 = n \times f \text{ (UFC)} \quad (1)$$

En donde:

n = número de colonias típicas.
f = factor de dilución.
UFC = unidades formadoras de colonia.

5.6 Errores de método

5.6.1 La diferencia entre los resultados de las placas duplicados de una dilución no debe de exceder de 15% del valor inferior. Caso contrario repetir el ensayo.

6. INFORME DE RESULTADOS

6.1 Si las placas examinadas no contienen colonias, expresar los resultados de la siguiente forma. Recuento estimado de coliformes (<) 1,0 multiplicado por el respectivo factor de la dilución: ejemplo: si en las placas correspondientes a la dilución a la 10^{-1} no hubo desarrollo de colonias típicas el recuento se expresara así: Recuento estimado de coliformes/g ó $\text{cm}^3 < 1,0 \times 10^1 \text{ U.F.C.}$ (Ver nota 3).

NOTA 1 La prolongación del tiempo de incubación a $44 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ puede resultar en una mayor sensibilidad de la prueba y puede ser especialmente útil para las placas que no muestran colonias típicas después de $21 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$.

NOTA 2 reactivos disponibles comercialmente en base acuosa puede dar resultados más claros y más rápido sin la necesidad de UV irradiación.

NOTA 3 Distribución desigual de colonias o la presencia de altos recuentos de fondo puede interferir con la diferenciación de los indol-positivos colonias debido a la difusión del color de las colonias adyacentes.

(Continúa)

ANEXO 14

DETERMINACIÓN DE MOHOS Y LEVADURAS.
INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE
NORMALIZACIÓN INEN 1529-10: 98.



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1529-10:2013
Primera revisión

**CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. MOHOS
Y LEVADURAS VIABLES. RECuentOS EN PLACA POR
SIEMBRA EN PROFUNDIDAD**

Primera edición

MICROBIOLOGICAL CONTROL FOODS. MOLDS AND YEASTS VIABLE. PLATE CONUNTS BY SEEDING DEPTH

First edition

DESCRIPTORES: Microbiología de los alimentos, análisis microbiológico, contaje, mohos y levaduras
AL 01.05-308
CDU: 664.31.579.67.582.28
CIU: 9320
ICS: 07.100.30

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS MOHOS Y LEVADURAS VIABLES RECUENTOS EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	NTE INEN 1529-10:2013 Primera revisión 2013-09
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece las condiciones que se deben aplicar para cuantificar el número de unidades propagadoras de mohos y levaduras en un gramo ó centímetro cúbico de muestra.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Los procedimientos establecidos en esta norma para la cuantificación del número de unidades propagadoras de mohos y levaduras es adecuado para las muestras que posean una alta carga microbiana.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Mohos</i>. microorganismos aerobios mesó filos filamentosos que, crecen en la superficie del agar micológico, se desarrollan generalmente en forma plana o esponjosa.</p> <p>3.1.2 <i>Levaduras</i>. microorganismos aerobios mesó filos que se desarrollan a 25°C usando un medio de agar micológico; desarrolla colonias redondas mate o brillante que crecen en la superficie del medio, que usualmente tienen un contorno regular y una superficie más o menos convexa. Poseen una morfología muy variable: esférica, ovoidea, piriforme, cilíndrica, triangular o, incluso, alargada en forma de micelio verdadero falso. Su tamaño supera al de las bacterias; al igual que los hongos, causan alteraciones de los productos alimenticios, especialmente los ácidos y presión osmótica elevada.</p> <p>3.1.3 <i>Recuento de mohos y levaduras viables</i>. Es la determinación del número de colonias típicas de levaduras y mohos que se desarrollan a partir de un gramo o centímetro cúbico de muestra, en un medio adecuado e incubado entre 22°C y 25°C.</p> <p>3.1.4 <i>Colonia</i>: acumulación localizada visible de la masa microbiana desarrollada sobre o en un medio nutriente sólido a partir de un viable partícula</p> <p style="text-align: center;">4. MÉTODO DE ENSAYO</p> <p>4.1 Resumen</p> <p>4.1.1 Este método se basa en el cultivo entre 22°C y 25°C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales.</p> <p>4.2 Material y medios de cultivo</p> <p>4.2.1 Materiales. La vidriería debe resistir esterilizados repetidas y todo el material debe estar perfectamente limpio y estéril.</p> <p>4.2.1.1 Placas Petri</p> <p>4.2.1.2 Pipetas serológicas de boca ancha de 1;5 cm³ y 10 cm³ graduadas en 1/10 de unidad.</p> <p>4.2.1.3 Esparcidores</p> <p>4.2.2 Medios de cultivo</p> <p>4.2.2.1 Agar sal-levaduras de Davis o similar. Ver NTE INEN 1529-1.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		
<hr/> <p>DESCRIPTORES: Microbiología de los alimentos, análisis microbiológico, contaje, mohos y levaduras.</p>		

4.2.2.2 Se puede adicionar de manera opcional clorhidrato de clortetraciclina. Cuando existe sobre crecimiento bacteriano puede ser un problema (por ejemplo, las carnes crudas), se recomienda usar cloranfenicol (50 mg / l) y clortetraciclina (50 mg / l), preparar el medio de base, con sólo 50 mg de cloranfenicol, se dispense en cantidades de 100 ml y se esteriliza. Prepara también un 0,1% (en masa concentración) solución de clorhidrato de clortetraciclina en agua (relativamente inestables en solución, que debe ser recién preparada) y esterilizar por filtración. Justo antes de usar, añadir 5 ml de esta solución asépticamente a 100 ml del medio de base, y verter en placas. La gentamicina no es recomendable, ya que se ha informado que puede causar inhibición de algunas especies de levaduras (ver nota 1).

4.2.2.3 Adición opcional de elementos traza. A fin de que los mohos exhiban su morfología completa, en particular los pigmentos que producen normalmente, necesitan rastrear los elementos que no pueden estar presentes en DRBC (Dichloran-rose bengal chloramphenicol agar). Para identificar estos mohos en este medio, agregue la siguiente traza solución de elementos en 1 ml por litro del medio, antes de la esterilización en autoclave: $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 1g; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0,5 g; agua, destilada o des ionizada 100 ml.

4.2.2.3 Adición opcional de Tergitol. Con el fin de evitar el crecimiento excesivo de Mucoraceae en placas de agar, la adición de Tergitol (1 ml/l) al medio de cultivo es recomendada.

4.2.2.5 Dichloran-rose bengal chloramphenicol agar (DRBC); usado en productos cuya A_w es mayor de 0,95.

4.2.2.6 Dichloran glicerol 18% (concentración de masa) agar (DG18); utilizado para productos con actividad de agua inferior o igual a 0,95.

4.3 Preparación de la muestra

4.3.1 Preparar la muestra según su naturaleza, utilizando uno de los procedimientos indicados en la NTE INEN 1529-2.

4.4 Procedimiento

4.4.1 Debido a la rápida sedimentación de las esporas en la pipeta, mantener la pipeta en una posición horizontal (no vertical) posicionarse cuando se llena con el volumen apropiado de la suspensión inicial y diluciones. Agitar la suspensión inicial y diluciones con el fin de evitar la sedimentación de microorganismo que contienen partículas.

4.4.2 Inoculación e incubación. Sobre una placa de agar previamente fundido, utilizando una pipeta estéril, transferir 0,1 ml de la muestra si es líquido, o 0,1 ml de la suspensión inicial en el caso de otros productos. Sobre una segunda placa de agar, utilizando una pipeta estéril fresco, transferir 0,1 ml de la dilución decimal primera (10^{-1}) dilución (producto líquido), o 0,1 ml de la dilución 10^{-2} (otros productos). Para facilitar el recuento de bajas poblaciones de levaduras y mohos, los volúmenes pueden llegar hasta 0,3 ml de una dilución 10^{-1} de muestra, o de la muestra de prueba, si es líquido, puede ser extendido en tres placas. Repetir estas operaciones con diluciones posteriores, utilizando una pipeta estéril nueva para cada dilución decimal. Si se sospecha un rápido crecimiento de mohos se sospecha, extender el líquido sobre la superficie de la placa de agar con un esparcidor estéril hasta que el líquido se encuentre completamente absorbido en el medio.

4.2.3 También se inoculan las placas por el método de vertido, pero en este caso la equivalencia de los resultados serán validados en comparación con la inoculación en superficie, además la discriminación y la diferenciación de los mohos y levaduras no son admisibles. El método de difusión en la superficie puede dar mayor enumeración. La técnica de propagación de placa facilita la máxima exposición de las células al oxígeno atmosférico y evita cualquier riesgo de inactivación térmica de los propágulos fúngicos. Los resultados pueden depender del tipo de hongos.

4.2.4 Incubar las placas preparadas aeróbicamente, con las tapas superiores en posición vertical en la incubadora a $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 5 días. Si es necesario, deje las placas de agar de pie con luz natural difusa durante 1 día a 2 días. Se recomienda incubar las placas en una bolsa de plástico abierta con el fin de no contaminar la incubadora en el caso de la difusión de los mohos de los platos.

NOTA 1. Evite la exposición del medio a la luz, ya que los productos cito tóxicos pueden degradarse y dar lugar a la subestimación del mico Flora en las muestras.

(Continúa)

4.4.5 Recuento y selección de colonias para la confirmación. Leer las placas entre 2 días y 5 días de incubación. Seleccionar los platos que contienen menos de 150 colonias y contarlas. Si estos mohos son de rápido crecimiento puede ser un problema, al momento del conteo, por ello se recomienda realizar un recuento a los 2 días y otra vez después de 5 días de incubación (Ver nota 2 y 3).

4.4.6 Contar las colonias de levaduras y las colonias de mohos por separado, si es necesario. Para la identificación de levaduras y mohos, seleccionar áreas de crecimiento de hongos y examinar con el microscopio o inocular en el medio adecuado para su aislamiento.

4.5 Cálculos

4.5.1 Cálculo del número (N) de unidades propagadas (UP) de mohos y/o levaduras por centímetro cúbico ó gramo de muestra. Calcular según la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{numero total de colonias contada o calculadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}} \quad (1)$$

$$N = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0,1m_2)} \quad (2)$$

En donde:

$\sum C$ = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegida;
 n_1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;
 n_2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;
 d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^{-2} ;
 V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

Ejemplo:

Volumen sembrado = 1 cm^3
 Dilución 10^{-2} = 83 y 97 colonias
 Dilución 10^{-3} = 30 y 28 colonias

$$\begin{aligned} \text{Número} &= \frac{83+97+33+28}{1(2+0,1 \times 2)} \\ &= \frac{241}{0,022} \\ &= 10\,954 \text{ expresado como } 1,1 \times 10^4 \end{aligned}$$

4.5.2 Redondeo. El valor obtenido redondear a dos cifras significativas de la siguiente manera (NTE INEN 52)

4.5.2.1 Si el tercer dígito, empezando por la izquierda es menor de cinco, mantener inalterado el segundo dígito y remplazar por ceros los restantes. Por ejemplo, si el valor calculado fuere 533 000, redondeado a 550 000 y expresar como $5,5 \times 10^5$. Si el tercer dígito, empezando por la izquierda es superior a cinco, añadir una unidad al segundo dígito; por ejemplo, si el valor obtenido fue 10 954, redondearlo a 11 000 y expresar $1,1 \times 10^4$.

4.5.2.2 Si el tercer dígito empezando por la izquierda es cinco y es segundo de, por lo menos. Un dígito, añadir una unidad al segundo dígito y remplazar por ceros a los restantes. Por ejemplo, si el valor obtenido fue 31 554, redondearlo a 32 000 y expresar como $3,2 \times 10^4$. Si el tercer dígito es cinco y no es seguido de otro (s) dígito (s) ó lo es únicamente por ceros, añadir una cantidad al segundo dígito, si éste es impar; si es par ó cero conservarlo inalterado, ejemplo: 235 redondear a 240 y expresar como $2,4 \times 10^2$, 24 500 redondear a 24 000 y expresar como $2,4 \times 10^4$.

NOTA 2. Los métodos de enumeración para levaduras y mohos en especial son imprecisos debido a que consisten de una mezcla de micelio y esporas asexuales y sexuales. El número de unidades formadoras de colonias dependerá del grado de fragmentación de los micelios y la proporción de esporas capaces de crecer en el medio de recubrimiento

NOTA 3 PRECAUCIÓN - Las esporas de mohos se dispersan en el aire con gran facilidad, manejar las placas Petri con cuidado para evitar el desarrollo de colonias satélites que darían lugar a una sobrestimación de la población en la muestra. Si es necesario, llevar a cabo un examen con una lupa binocular o con un microscopio con el fin de distinguir entre las células de levaduras o mohos y bacterias de colonias.

(Continúa)

4.5.3 Presentación de resultados

4.5.3.1 Presentar el resultado como número N , de unidades propagadoras UP de mohos y/o levaduras / cm^3 ó g de muestra utilizando solo dos cifras significativas multiplicadas por 10^n (n es la respectiva potencia de 10). Las cifras significativas corresponden al primero y segundo dígitos (empezando por la izquierda) del número de las colonias calculadas (4.5.1).

4.5.3.2 Si no hay desarrollo de colonias en las placas de las suspensión 10^{-1} , presentar como número estimado (N_E), de las siguientes formas;

$$N_E \frac{\text{de UP de mohos o levaduras}}{\text{g o cm}^3} = < 1,0 * 10 \quad (3)$$

4.5.3.3 si no hay desarrollo de las colonias en las placas sembradas con 1 cm^3 de muestra no diluida (producto original líquido), expresar el resultado de la siguiente manera:

$$N_E \frac{\text{de UP de mohos o levaduras}}{\text{g o cm}^3} = < 1,0 * 10 \quad (4)$$

4.5.3.4 Si todas las placas sembradas presentan más de 150 colonias, calcular el resultado a partir de las placas sembradas con la dilución más alta y expresar de la siguiente manera

$$N_E \frac{\text{de UP de mohos y/o levaduras}}{\text{cm}^3 \text{ o g}} = > \text{al valor obtenido} * f \quad (5)$$

$$f = \text{factor de dilución (valor inverso de la dilución de la muestra)} \quad (6)$$

4.5.3.5 Indicar entre paréntesis la dilución utilizada. Este resultado sirve como guía para decidir el número de diluciones que se han de realizar en ensayos posteriores y, la decisión de aceptación o rechazo de una partida de alimentos debe basarse solo en valores N .

4.6 Precisión del método

4.6.1 Repetibilidad del recuento de colonias y error personal.

4.6.1.1 Los resultados obtenidos por la misma persona al contar por la segunda vez las colonias de una misma placa, no deben variar en más del 5% y del 10% cuando es realizado por otra persona.

4.6.1.2 Por razones estadísticas, el intervalo de confianza para este método varía, en el 95% de los casos, desde $\pm 16\%$ a 52% . En la práctica, es posible observar variaciones mayores, especialmente entre resultados obtenidos por diferentes analistas.

5. INFORME DE RESULTADOS

5.1 En el informe del ensayo indicar la norma de referencia, la temperatura de incubación, los resultados obtenidos, todas las condiciones operativas no especificadas en esta norma o aquellas consideradas como opcionales y los incidentes que puedan haber influenciado en el resultado. Además, se debe incluir toda la información necesaria para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)