

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“FORMULACIÓN DE PELÍCULA DE ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta*) CON HIDROCOLOIDE DE CUSHURO (*Nostoc sphaericum*) Y SU EFECTO EN CONSERVACIÓN DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum*)”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

TESISTAS

Bach. ANTEZANA MERCADO, Carlos Alberto
Bach. HERRERA LEO, Ruth Mery

ASESOR

Dr. VILLANUEVA TIBURCIO, Juan Edson

HUÁNUCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedicamos a DIOS por darnos la vida, a nuestros padres y amigos que día a día nos apoyaron para seguir esforzándonos y llegar a ser unos profesionales de excelencia y triunfar en la vida que nos depara el destino.

AGRADECIMIENTO

A Dios por concedernos una vida saludable y permitirnos realizarnos como buenos estudiantes, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia.

A nuestros padres y familiares, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nosotros, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

A nuestra Alma Mater, la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, que nos acogió en sus aulas para formarnos como profesionales competentes.

A la Facultad de Ciencias Agrarias por su apoyo al facilitarnos las instalaciones de los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial para el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio, asesor del presente trabajo de investigación, por su apoyo y asesoría brindada con su paciencia y rectitud.

Al Laboratorio Central de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por el apoyo en la caracterización de los grupos funcionales de las películas por Espectrometría Raman.

Agradecemos a todos nuestros docentes, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra preparación de universitaria y a todos aquellos que compartieron sus experiencias e hicieron de nuestra corta vida un laboratorio de enseñanza permanente.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto de la aplicación de la película de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) con hidrocoloide de cushuro (*Nostoc sphaericum*) en la conservación de los tomates (*Solanum lycopersicum*), teniendo como variable independiente el hidrocoloide de cushuro y variables dependientes las propiedades físicas, ópticas, de barrera y grupos funcionales de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro y las características fisicoquímica (pH, sólidos solubles, acidez, pérdida de peso, color, firmeza), óptica (color) y microbiológica (mohos y levaduras, bacterias mesófilas aerobias y *E. Coli*) de los tomates durante su almacenamiento.

Para la formulación de la película se trabajó con cuatro tratamientos; primer tratamiento (T₁) con 0,08 % de hidrocoloide de cushuro y 99,92 % de base de almidón, segundo tratamiento (T₂) con 0,13 % de hidrocoloide de cushuro y 99,87 % de base de almidón, tercer tratamiento (T₃) con 0,18 % de hidrocoloide de cushuro y 99,82 % de base de almidón y el cuarto tratamiento (T₄) con 0,23 % de hidrocoloide de cushuro y 99,77 % de base de almidón.

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones. Los datos obtenidos se evaluaron a través del análisis de varianza (ANOVA), con cuatro tratamientos y una muestra testigo. Se emplearon 100 unidades de tomate de variedad Rio grande provenientes del mercado central de Huánuco que presentaron un estado de madurez 6. Luego del análisis estadístico se logró establecer que el tratamiento tres (T₃) y el tratamiento cuatro (T₄) presentaron mejores resultados en la conservación del tomate, prolongando su vida útil durante el almacenamiento (°T=24,8°C y HR=51 %) hasta 20 días.

Palabras claves: Película, hidrocoloide, almidón, tomate, vida útil.

SUMMARY

In this research work, the effect of the application of cassava starch film (*Manihot esculenta*) with cushuro hydrocolloid (*Nostoc sphaericum*) on the conservation of tomatoes (*Solanum lycopersicum*) having as independent variable the cushuro hydrocolloid and dependent variables the physical properties, optical, of barrier and functional groups of cassava starch films with cushuro hydrocolloid and physicochemical characteristics (pH, soluble solids, acidity, weight loss, color, firmness), optical (color) and microbiological (molds and yeasts, aerobic mesophilic bacteria and *E. Coli*) of tomatoes during storage.

For the formulation of the film we worked with four treatments; first treatment (T₁) with 0.08% cushuro hydrocolloid and 99,92% starch base, second treatment (T₂) with 0,13% cushuro hydrocolloid and 99,87% starch base, third treatment (T₃) with 0,18% cushuro hydrocolloid and 99,82% starch base and the fourth treatment (T₄) with 0,23% cushuro hydrocolloid and 99,77% starch base.

A completely randomized design (DCA) was applied with three repetitions. The evaluated data were evaluated by analysis of variance (ANOVA), with four treatments and a control sample. 100 units of Rio Grande tomato variety from the central market of Huánuco were used, which presented a state of maturity 6. Then, the statistical analysis is established to establish treatment three (T₃) and treatment four (T₄), obtain better results in tomato conservation, prolonging its shelf life during storage (°T = 24,8 °C and HR = 51%) up to 20 days.

Keywords: Film, hydrocolloid, starch, tomato, shelf life.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO	13
2.1. Fundamentación teórica.....	13
2.1.1. Envasado de alimentos	13
2.1.2. Películas y recubrimientos en la industria alimentaria	13
2.1.5. Yuca (<i>Manihot esculenta</i>).....	25
2.1.6. Generalidades del almidón.....	27
2.1.7. Cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>).....	28
2.1.8. Hidrocoloide	30
2.1.9. Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	31
2.2. Antecedentes	45
2.3. Hipótesis	53
III. MATERIALES Y MÉTODOS	56
3.1. Tipo y nivel de investigación	56
3.2. Lugar de ejecución.....	56
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	57
3.3.1. Población.....	57
3.3.2. Muestra	57
3.3.3. Unidad de Análisis.....	57
3.4. Tratamientos en estudio.....	57
3.5. Prueba de hipótesis	58
3.5.1. Diseño de la investigación	58
3.5.2. Datos a registrar	59
3.5.3. Técnicas, instrumentos de recolección y procesamiento de la información	59
3.5.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	59
3.6. Materiales y equipos	60
3.6.1. Materia prima.....	60
3.6.2. Insumos y aditivos.....	60
3.6.3. Materiales de laboratorio	60
3.6.4. Materiales de escritorio y otros.....	60
3.6.5. Equipos	61
3.6.6. Reactivos.....	61

3.7.	Conducción de la investigación.....	61
3.7.1.	Formulación de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.....	62
3.7.2.	Caracterización de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.....	67
3.7.3.	Determinación del efecto de las películas en las características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento	68
IV.	RESULTADOS.....	70
4.1.	Formulación de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.....	70
4.2.	Caracterización de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.....	70
4.2.1.	Propiedades físicas, ópticas y de barrera de la película.....	70
4.2.2.	Caracterización de grupos funcionales de las películas por espectrometría Raman	71
4.3.	Determinación del efecto de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro en las características fisicoquímicas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento.	73
4.3.1.	Caracterización fisicoquímica del tomate	73
4.3.2.	Características fisicoquímicas y ópticas del tomate durante su almacenamiento	73
4.3.3.	Análisis microbiológico del tomate durante su almacenamiento ..	76
V.	DISCUSIÓN.....	78
5.1.	De la formulación de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro	78
5.2.	De la caracterización de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.....	78
5.2.1.	De las propiedades físicas de las películas.....	78
5.2.2.	De las propiedades ópticas de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.....	81
5.2.3.	De las propiedades de barrera de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide cushuro.....	82

5.2.4. De la caracterización de grupos funcionales de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.....	83
5.3. De la determinación del efecto de las películas en las características fisicoquímicas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento	83
5.3.1. De la caracterización fisicoquímica del tomate.....	83
5.3.2. De la caracterización fisicoquímica y óptica del tomate durante su almacenamiento	83
5.3.3. Del análisis microbiológico del tomate durante el almacenamiento.....	86
VI. CONCLUSIONES	88
VII. RECOMENDACIONES	89
VIII.LITERATURA CITADA	90
IX. ANEXOS.	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición Alimentaria de la yuca.....	26
Tabla 2. Composición química del almidón de yuca.....	28
Tabla 3. Composición Alimentaria del cushuro.....	29
Tabla 4. Taxonomía del cushuro (<i>Nostoc Sphaericum</i>).....	30
Tabla 5. Clasificación taxonómica del tomate.....	32
Tabla 6. Composición química del tomate.....	32
Tabla 7. Clasificación por color de tomate.....	36
Tabla 8. Clasificación del índice de madurez del tomate.....	37
Tabla 9. Operacionalización de variables.....	55
Tabla 10. Proporciones de almidón de yuca e hidrocoloide de cushuro para la formulación de las películas.....	57
Tabla 11. Rendimiento de la materia prima.....	70
Tabla 12. Caracterización de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.....	71
Tabla 13. Caracterización fisicoquímica del tomate.....	73
Tabla 14. Caracterización fisicoquímica de los tomates durante su almacenamiento.....	74
Tabla 15. Caracterización óptica del tomate durante su almacenamiento.....	76
Tabla 16. Caracterización microbiológica del tomate durante su almacenamiento.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de las películas y recubrimientos comestibles aplicados en los alimentos según sus componentes (Kapetanakou, Manios & Skandamis, 2014).....	16
Figura 2. Índice de madurez del tomate (Kader, 2002)	42
Figura 3. Esquema experimental del trabajo de investigación	61
Figura 4. Flujograma de obtención de almidón de yuca.....	62
Figura 5. Flujograma de obtención de hidrocoloide de cushuro	63
Figura 6. Flujograma de elaboración de películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro	65
Figura 7. Grupos funcionales del tratamiento 1	72
Figura 8. Grupos funcionales del tratamiento 2.....	72
Figura 9. Grupos funcionales del tratamiento 3.....	72
Figura 10. Grupos funcionales del tratamiento 4.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS

- BAY : Base de almidón de yuca
- BMA : Bacterias Mesófilas Aerobias
- CRA : Capacidad de retención de agua
- HC : Hidrocoloide de cushuro
- PC : Película comestible
- PVA : Permeabilidad al vapor de agua
- RC : Recubrimiento comestible
- HEC : Hidroxietilcelulosa
- Aw : Actividad de agua
- H : Humedad
- SA : Solubilidad en agua

I. INTRODUCCIÓN

El envase de un alimento es fundamental para su conservación y protección. Sin embargo, una vez que el alimento es consumido, los envases son desechados provocando la acumulación de desechos sólidos y siendo prolongado el tiempo requerido para la biodegradación de los materiales sintéticos a base de derivados del petróleo y la necesidad de disminuir el daño al medio ambiente provocado por los contaminantes, ha impulsado a la búsqueda de polímeros naturales los cuales pueden ser empleados en la formulación de envases, recubrimientos o películas, por su fácil biodegradación.

La elaboración de películas biodegradables se realiza a base de diferentes biopolímeros, los cuales pueden emplearse de forma individual o en conjunta para mejorar sus propiedades. El almidón es un polímero de mayor disponibilidad, conocido por su capacidad de formar películas con buenas propiedades físicas y mecánicas, propiedades que se pueden mejorar con la adición de un plastificante u otro polímero. En esta investigación se trabajó de forma conjunta el almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro logrando formular películas con buenas propiedades físicas.

Desde esta perspectiva el objetivo general de la investigación fue formular una película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro y evaluar su efecto en conservación del tomate durante su almacenamiento y como objetivos específicos:

- Evaluar las propiedades físicas, ópticas, de barrera y grupos funcionales de las películas formuladas a base de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) con hidrocoloide de cushuro (*Nostoc Sphaericum*).
- Determinar el efecto de las películas formuladas a base de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) con hidrocoloide de cushuro (*Nostoc Sphaericum*) en las características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas del tomate (*Solanum lycopersicum*) durante su almacenamiento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Envasado de alimentos

El envasado de alimentos se refiere a la preservación y protección del alimento, así como del deterioro oxidativo y microbiano. El uso cada vez mayor de embalaje sintéticas ha dado lugar a graves problemas ecológicos debido a su no biodegradabilidad. Por lo tanto, su uso tiene que ser restringido e incluso abandonarse con un cambio de paradigma impuesto por la creciente conciencia ambiental para buscar procesos de envasado biodegradables. En cierto sentido, la biodegradabilidad no es solo un requisito funcional sino también un atributo ambiental importante. Los alimentos envasados adecuadamente, dependiendo de su composición y factores extrínsecos, pueden durar desde pocas horas hasta días e incluso meses, dependiendo de su vida útil (Biji, Ravishankar, Mohan y Srinivasa Gopal, 2015).

Las películas biodegradables representan una alternativa para reemplazar o minimizar el uso de envases no biodegradables, obtenidas de materiales de fuentes renovables (Bourtoom y Chinnan, 2008). Las mismas que se preparan generalmente mediante moldeo en húmedo de la solución acuosa sobre un material base adecuado y posterior secado, la elección del material base es importante para obtener películas, que pueden retirarse fácilmente sin rasgaduras ni arrugas. Las cámaras de secado por infrarrojos son ventajosas porque aceleran el proceso de secado. El contenido óptimo de humedad 5 a 8 % es deseable en la película seca por su fácil desprendimiento del material base (Tharanathan, Srinivasa y Ramesh, 2002).

2.1.2. Películas y recubrimientos en la industria alimentaria

Las películas y recubrimientos mejoran la calidad de los alimentos al proporcionar una barrera protectora contra daños físicos y mecánicos, al crear una atmósfera controlada y actuar como una barrera semipermeable para gases, vapor y agua que permiten prolongar la vida útil del producto (Delgado, Peltzer, Wagner y Salvay, 2018). Son materiales que tienen por objetivo ser parte integral de los productos alimenticios, que pueden ser consumidos en conjunto con el producto, así además tienen que ser biodegradables en composta u otro proceso

de reciclaje biológico (Janjarasskul y Krochta, 2010), se localizan en la superficie del alimento, que pueden clasificarse como alimento pero generalmente no contribuyen con un valor nutritivo, por lo que se considera más como un aditivo, su sabor debe ser prácticamente inapreciable por el consumidor y si tiene sabor debe ser compatible con el alimento al que protegen (Abraján, 2008).

Según Kader (1989), sustenta que los requisitos de las películas como envases de alimentos son:

1. Permitir una respiración lenta pero controlada (absorción reducida de O₂) del producto.
2. Permitir una barrera selectiva a los gases (CO₂) y al vapor de agua.
3. Crear una atmósfera modificada con respecto a la composición interna del gas, regulando así el proceso de maduración y prolongar la vida útil del producto.
4. Disminuir la migración de lípidos.
5. Mantener la integridad estructural y mejorar el manejo mecánico.
6. Servir como vehículo para incorporar aditivos alimentarios (sabor, colores, antioxidantes, agentes antimicrobianos).
7. Prevenir o reducir el deterioro microbiano durante el almacenamiento prolongado.

De acuerdo con Krochta *et al.*, (1994), las películas son componentes del alimento, así como su envase que deben reunir los siguientes requisitos:

- Buenas cualidades sensoriales.
- Alta eficiencia mecánica y de barrera.
- Estabilidad bioquímica, fisicoquímica y microbiana.
- De bajo costo tanto de materiales como en los procesos.

Generalmente es necesario el uso de aditivos como los plastificantes, para mejorar la resistencia y flexibilidad de las películas, aunque éstos reducen el brillo de estas por interferir con los puentes de hidrógeno entre las moléculas de lípido e hidrocoloide (Tharanathan, 2003).

El plastificante es un compuesto que brinda resistencia a los golpes, flexibilidad de la película (Vanin *et al.*, 2005). Los compuestos plastificantes son materiales básicos que se agregan a estas membranas con el fin de formarlas, reducir las fuerzas intermoleculares, incrementar la movilidad de las cadenas de biopolímeros y mejorar las propiedades mecánicas de las películas (Gontard *et al.*, 1993; Mc Hugh y Krockta 1994).

La principal diferencia entre las películas y recubrimientos es la forma en cómo se aplican sobre la superficie del alimento, los recubrimientos son aplicados en forma líquida por inmersión o aspersion, formándose la película sobre el alimento, mientras que las películas son primero preformadas como láminas sólidas y después se aplican como envoltura sobre el alimento (Falguera *et al.*, 2011). Una película es una capa delgada y preformada, colocada sobre el alimento, mientras un recubrimiento es una capa delgada formado como un revestimiento sobre el alimento (Sothornvit *et al.*, 2002).

Según las NTP 399.163-1 (2017), las sustancias usadas en la fabricación de capas plásticas para materiales y objetos plásticos son de calidad técnica, pureza adecuadas al uso previsto y previsible de los materiales u objetos. La composición debe ser conocida por el fabricante de la sustancia y comunica a la autoridad competente cuando lo soliciten. Los envases y accesorios plásticos no deben ocasionar alteraciones en la composición o en las características sensoriales de los alimentos. Las listas de compuestos aprobados (resinas, polímeros, pigmentos, colorantes y aditivos) podrán ser modificadas en los siguientes casos:

- a) Para la inclusión de nuevos compuestos, cuando se demuestre que no representan un riesgo significativo para la salud humana, y se justifique la necesidad tecnológica de su utilización.
- b) Para la exclusión de los componentes, en el caso en que nuevos conocimientos técnicos científicos indiquen un riesgo significativo para la salud humana.

En la elaboración de envases y accesorios plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos está prohibida la utilización de materiales plásticos

procedentes de envases, fragmentos de objetos, plásticos reciclados o ya utilizados, debiendo ser material de primer uso.

2.1.2.1. Materiales para la elaboración de películas y recubrimientos

Las características que presenten las películas o recubrimientos están en función de sus componentes, que pueden clasificarse en tres categorías: hidrocoloides (proteínas y polisacáridos), lípidos y compuestos.

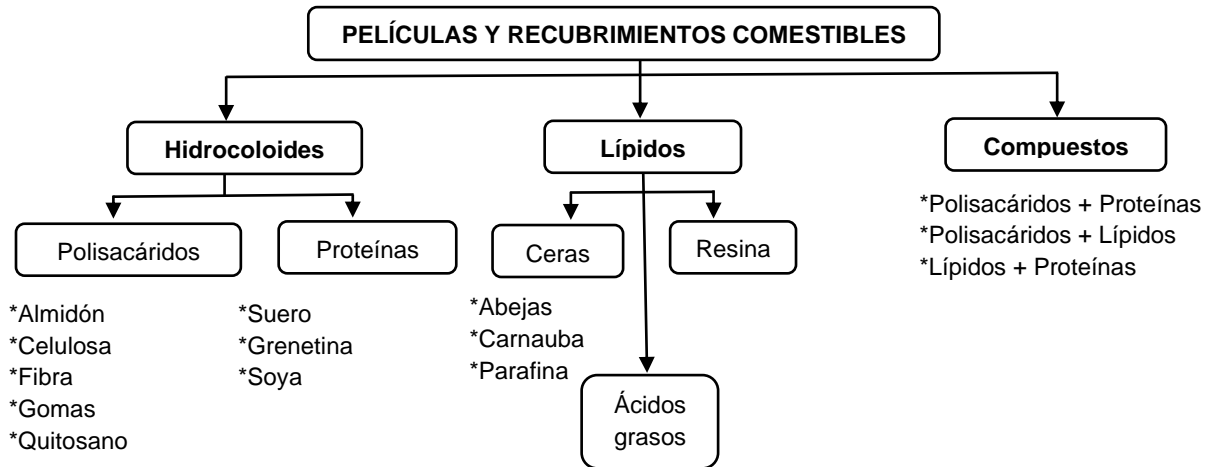


Figura 1. Clasificación de las películas y recubrimientos comestibles aplicados en los alimentos según sus componentes (Kapetanakou, Manios & Skandamis, 2014)

a) Hidrocoloide

Son biopolímeros solubles en agua y de alto peso molecular. Las películas o recubrimientos formulados con hidrocoloides tienen aplicaciones en 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 O₂, CO₂ y lípidos (Muños, 2011).

Las películas de hidrocoloides presentan propiedades mecánicas deseables para trabajar con productos frágiles, son sensibles al calentamiento y no aportan sabor. Debido a su carácter hidrofílico no son buenas controlando la migración de vapor de agua (Donhower y Fennema 1994). La formación de una red macromolecular de un biopolímero tipo hidrocoloide generalmente requiere de algunas etapas: la solubilización (parcial o total) que permita una ruptura de enlaces intermoleculares de baja energía que estabilicen a los polímeros en su estado nativo; de esta manera se facilita un reordenamiento y orientación de las

cadenas poliméricas y una interacción con el resto de componentes que forman la película (esta estructura se estabiliza durante el secado) (López de Lacey, 2012).

Las películas elaboradas a partir de hidrocoloides pueden ser usadas en aquellas aplicaciones donde el control de la migración de agua no es el objetivo. Sin embargo, presentan buenas propiedades de barrera frente al oxígeno, dióxido de carbono y los lípidos. La mayoría poseen propiedades mecánicas deseables, útiles para mejorar la integridad estructural de productos frágiles (Marzo, 2010).

– Polisacáridos

Las películas y recubrimientos de polisacáridos generalmente son transparentes, cohesivos y homogéneos (Bourtoom, 2008), tienen buenas propiedades de barrera a los gases y pueden adherirse a superficies de frutas y vegetales seccionados (Guilbert, 1986). Sin embargo, al ser polímeros hidrofílicos, presentan bajas propiedades de barrera a la humedad y vapor de agua (Rhim & Ng, 2007).

Según Pagno *et al.*, (2016), las películas obtenidas a partir de almidón de yuca tienen buena homogeneidad, flexibilidad, transparencia y rápida biodegradabilidad, que pueden usarse sin ningún tratamiento antes del procesamiento, con o sin la adición de plastificantes y fácilmente obtenidas por la técnica de fundición, además de actuar como portadores de compuestos activos, una buena alternativa como sustituto de envases no biodegradables.

– Proteínas

Las películas de proteína poseen mayor resistencia al vapor de agua que el resto de los hidrocoloides solubles en agua y se adhieren a superficies hidrofílicas. Son susceptibles al cambio de pH y pueden proporcionar un valor nutricional agregado al producto. Las fuentes más comunes son caseína, zeína, soya, albúmina de huevo, lacto albúmina, suero de leche, gluten de trigo y colágeno (Baldwin y col, 1995).

b) Lípidos

Las películas de lípidos se utilizan como barrera para el vapor de agua o como agentes de recubrimiento para conferirle brillo a productos. Las ceras son usadas

como recubrimientos de frutas y vegetales por su resistencia al paso de la humedad, retardando la respiración y la pérdida de humedad. Asimismo, los ácidos y los alcoholes grasos son barreras efectivas al vapor de agua. Las propiedades de barrera de estas películas son altamente dependientes del arreglo cristalino que presenten los lípidos según Donhower *et al.*, (1994).

Los recubrimientos y películas de lípidos presentan barreras efectivas frente a la migración de vapor de agua, pero propiedades mecánicas desfavorables y disminuyen la migración de otros gases, que puede resultar en procesos fisiológicos indeseables como respiración anaeróbica, que disminuye la calidad del producto resultando en el ablandamiento de la estructura del tejido, alteración de los aromas, retraso de la maduración y la promoción de reacciones microbiológicas (Pavlath y Orts, 2009). Por otra parte, los lípidos pueden presentar problemas en la aplicación debido de su estructura heterogénea y su poca adherencia al alimento. Igualmente, son susceptibles a sufrir oxidación que pueden alterar las propiedades organolépticas del producto resultando en recubrimientos o películas opacos y de sabor ceroso (Gontard *et al.*, 1995).

c) Compuestos

Las formulaciones mixtas de hidrocoloides y lípidos aprovechan las ventajas y disminuyen los inconvenientes de cada grupo. Los lípidos aportan resistencia al vapor de agua y los hidrocoloides, permeabilidad selectiva al O₂ y CO₂, duración, buena cohesión estructural o integridad de la película (Pastor *et al.*, 2005).

El objetivo de producir películas compuestas es mejorar la permeabilidad y las propiedades mecánicas, que se aplican ya sea en forma de emulsión, suspensión, dispersión de los componentes no miscibles, en capas sucesivas (revestimiento multicapa o películas) o en forma de solución en un solvente común (Bourtoom, 2008).

2.1.2.2. Formación de películas

La formación de película es un proceso en el que se obtiene una fase sólida ordenada a partir de una fase líquida. Existen dos mecanismos para la formación de películas; el proceso seco y el húmedo. El proceso en seco se basa en las propiedades termoplásticas de los biopolímeros que son calentados por encima de su temperatura de transición vítrea en procesos como extrusión o moldeo por

compresión, en condiciones de bajo contenido de agua. Mientras el proceso húmedo está basado en la disolución formadora de película (DFP), donde los biopolímeros son inicialmente dispersados o solubilizados en una fase líquida y posteriormente, son secados (Bertuzzi & Slavutsky, 2016).

Según Aguilar (2005), en la formación de una película o recubrimiento involucra uno de los siguientes procesos:

- La coacervación simple, en la que se consigue la formación de la película a partir de cambios de fase o precipitación de un hidrocoloide en disolución acuosa mediante modificación de algunas propiedades del solvente (pH y cargas eléctricas).
- La coacervación compleja, en la que dos soluciones de hidrocoloides con cargas opuestas se combinan, provocando la interacción y la precipitación de la mezcla de polímeros.
- La gelificación o coagulación térmica, mediante la cual el calentamiento de la macromolécula implica su desnaturalización seguida de gelificación o precipitación, o incluso el enfriamiento de una dispersión de hidrocoloides que provoca una transición gel-sol.
- La eliminación del disolvente, en el que la formación de la película sólida se lleva a cabo gracias a la evaporación del solvente en el que se aplica. Para obtener una película con propiedades mecánicas adecuadas es necesario ajustar correctamente la temperatura y velocidad del secado.

Tharanathan (2002), sostiene que las películas biopoliméricas generalmente no pueden formarse por extrusión como los polímeros sintéticos, ya que no tienen puntos de fusión definidos y se descomponen al calentarse. La formación de película generalmente implica asociaciones inter e intramoleculares o reticulación de cadenas de polímeros que forman una red 3D semirrígida que atrapa e inmoviliza el solvente. El grado de cohesión depende de la estructura del polímero, el disolvente utilizado, la temperatura y la presencia de otras moléculas, como los plastificantes. La presencia de lípidos en las formulaciones compuestas o la película proporciona un atractivo acabado vítreo sobre la superficie del producto.

2.1.2.3. Factores que influyen en la obtención de películas

Quintero *et al.*, (2010), menciona que los factores o condiciones que influyen en la formación de películas son: tipo de solvente, pH, concentración de componentes, temperatura, el tipo y concentración de los aditivos (plastificantes, agentes entrecruzantes, antimicrobianos, antioxidantes, emulsificantes, etc.).

2.1.2.4. Principales propiedades de las películas

Las propiedades físicas, de barrera y mecánicas de las películas dependen directamente de su formulación, dentro de las más importantes se encuentran:

a) Propiedades físicas de las películas

- Solubilidad

Es la integridad de las películas en un medio acuoso, generalmente a mayor solubilidad indica menor resistencia al agua, esta propiedad afecta la futura aplicación de los recubrimientos (Roblejo, 2009), que indica la biodegradabilidad de las películas (Nouri y Nafchi, 2014).

- Espesor

Parámetro que determina las propiedades físicas de los biopolímeros (Delgado *et al.*, 2018). A medida que el espesor de las películas aumenta, se incrementa la resistencia a la transferencia de masa, en consecuencia, la presión parcial de vapor del agua de equilibrio en la superficie inferior de la cubierta se incrementa (Morales, 2011).

- Capacidad de retención de agua (CRA)

Es una medida indirecta de los enlaces hidrofóbicos proteína - grasa y su capacidad de enlazarse con compuestos lipofílicos (Briones, 2011). Parámetro fisicoquímico importante por su contribución a la calidad de películas comestibles y está relacionada con la textura y firmeza de la película (Valderrama *et al.*, 2016), que predice la conservación de la calidad del envase y el almacenamiento de productos alimenticios (Srinivasa *et al.*, 2007). En algunos casos, una mayor capacidad de retención de agua puede ser deseable para absorber el exceso de agua en la superficie de los alimentos con alto contenido de humedad (Moradi *et al.*, 2012).

- Densidad

Para la obtención indirecta de la densidad, se miden la masa y el volumen por separado y posteriormente se calcula la densidad. La masa se mide habitualmente con una balanza, mientras que el volumen puede medirse determinando la forma del objeto y midiendo las dimensiones apropiadas o mediante el desplazamiento de un líquido, entre otros métodos (Oregel-Zamudio *et al.*, 2016).

- Humedad

La determinación de humedad puede ser el análisis más importante de un producto alimentario, sin embargo, puede ser el análisis del que es más difícil obtener resultados exactos y precisos, se calcula por diferencia de peso, el contenido de humedad en un alimento es un índice de su estabilidad. (Oregel-Zamudio *et al.*, 2016).

b) Propiedades ópticas

- Transparencia

Se requiere transparencia en las películas para su uso como materiales de embalaje, para satisfacer el deseo del consumidor de ver los alimentos a través del embalaje (Norajit *et al.*, 2010).

- Opacidad

La opacidad juega un papel en el control de la incidencia de la luz sobre la fruta, afectando directamente la calidad de la fruta (Taqi, Mutihac y Stamatina, 2014), es la inhabilidad de transmitir luz, teniendo una transmitancia de luz de cero (0), con materiales en capa fina, la opacidad depende del espesor. También se entiende como la condición en la cual una materia impide parcial o totalmente el paso del haz de luz (SEMARNAT, 2006).

c) Propiedades de barrera de las películas

La determinación de las propiedades de barrera del polímero es importante para estimar y predecir la vida útil del producto envasado (Li *et al.*, 2014).

- Permeabilidad al vapor de agua (PVA)

La permeabilidad al vapor de agua (PVA) de las películas es un parámetro para evaluar la capacidad de minimizar la transferencia de humedad entre los alimentos y el entorno circundante. Para mantener la frescura de los alimentos, el valor de PVA debe mantenerse lo más bajo posible, valor que se ve afectado por algunos factores importantes como las propiedades estructurales y químicas del esqueleto polimérico, la interacción hidrofóbica en la película, la concentración y el tipo de aditivos (Aguirre-Loredo *et al.*, 2016).

Es necesario comprender las características de permeabilidad de una película y el contenido de humedad para usarla en el envasado de alimentos. Las propiedades de barrera para el vapor de agua de los productos envasados y el deterioro físico o químico de los productos, se relaciona con su contenido de humedad de equilibrio y es de gran importancia para mantener o extender su vida útil (Siracusa *et al.*, 2008).

El coeficiente de permeabilidad al vapor de agua es definido como la transferencia del vapor permeable a través de un material. La transferencia de agua en materiales poliméricos ocurre por difusión molecular. Ese proceso se desarrolla en tres etapas: (1) movimiento del permeable para la superficie de la estructura de la película y su adsorción dentro de la matriz polimérica; (2) difusión a través de los poros formados por el movimiento de la cadena polimérica de la película o en la propia fabricación y (3) evaporación a partir de la superficie de la película y su consecuente dispersión en el aire (Kester y Fennema, 1986).

La permeabilidad al vapor de agua (PVA) decrece con el aumento de la hidrofobicidad en la matriz. Por lo tanto, la adición de sustancias hidrofóbicas (ácidos grasos, ceras, entre otras) en la solución filmogénica mejora la propiedad de barrera en las películas biodegradables (Mc Hught *et al.*, 1994). Asimismo, la permeabilidad y la absorción de agua de las películas depende de varios factores, como su grosor y el contenido de glicerol (Basiak, Lenart y Debeaufort, 2017).

- Permeabilidad a los gases

La transferencia de oxígeno del medio ambiente al alimento tiene gran importancia en su calidad y en su vida de anaquel, debido a que el oxígeno causa deterioro del alimento, modificando las características sensoriales y nutricionales. La deterioración debido a la permeabilidad al oxígeno ocurre en muchos productos alimenticios, como son la oxidación de lípidos, vitaminas, compuestos de sabor y pigmentos (Kester *et al.*, 1986).

El uso de películas ayuda a controlar el deterioro de los alimentos por la oxidación y respiración, directamente relacionada a la permeabilidad al oxígeno y al gas carbónico (Chen, 1995). La penetración de gases en las películas depende de varios factores, como: naturaleza del gas, estructura del material, humedad relativa y temperatura (Gontard *et al.*, 1996).

d) Propiedades mecánicas de las películas

Las propiedades mecánicas están directamente relacionadas con la naturaleza del material filmogénica utilizado y con la cohesión de la estructura de la matriz polimérica. La resistencia a la tracción y el alargamiento en la rotura están relacionados con las propiedades mecánicas y la estructura química de la película (Vieira *et al.*, 2011).

Las películas deben poseer flexibilidad para adaptarse a la eventual deformación en el alimento sin daño mecánico, ser resistentes a la ruptura y la abrasión (Gontard *et al.*, 1994). Las películas preparadas a base de polisacáridos e hidrocoloides son resistentes, mientras las películas de lípidos se caracterizan por presentar baja resistencia mecánica (Kester *et al.*, 1986). La resistencia a la tracción es la fuerza máxima que mide la resistencia de la película, mientras que el porcentaje de alargamiento en la rotura es una medida de la capacidad de estiramiento o la flexibilidad de la película antes de romperse (Tharanathan, 2003). Se necesita suficiente resistencia mecánica y flexibilidad para que la película de embalaje resista tensiones externas, así como para mantener su integridad y propiedades de barrera durante el embalaje (Rao, Kanatt, Chawla y Sharma, 2010).

Su, Huang, Yuan, Wang y Li (2010), determinaron que el glicerol como un plastificante de molécula pequeña penetra entre las cadenas de polímero, debilitando la interacción entre los materiales de polímero como en los polisacáridos y aumentan su flexibilidad y extensibilidad. Por su parte, Sothornvit (2014) demostró que la naturaleza higroscópica del glicerol contribuyó con un mayor efecto de plastificación en comparación con cualquier otro plastificante, lo que aumentó la movilidad de las cadenas de polímeros y condujo a una mayor capacidad de estiramiento y flexibilidad de las películas.

2.1.2.5. Formas de aplicación de las películas sobre los alimentos

La aplicación de los recubrimientos y películas dependen del tipo de producto que se desee recubrir. A continuación, se detalla las formas más comunes de aplicación:

a) Inmersión

Es el método más adecuado para productos con superficies irregulares que requieren un recubrimiento uniforme (Baldwin y col., 1995). En el caso de frutas y verduras, se realiza la inmersión en las formulaciones formadoras de cubiertas, seguido de un escurrido y secado, dejando que una película delgada sea formada sobre la superficie del producto (Pérez y Báez 2003). Este método se recomienda para productos que requieren la aplicación de varias capas de recubrimientos, tienen una superficie irregular o requieren un recubrimiento uniforme. La pulverización es adecuada si se requiere obtener un recubrimiento de espesor muy fino (Abraján, 2008).

b) Aspersión

La aplicación de recubrimientos por aspersión es el método usado generalmente, debido a la alta presión, la cantidad de solución formadora de película es menor para obtener recubrimientos uniformes (García, 2009). Con este método es muy utilizado para superficies lisas y uniformes. La solución se aplica presurizada, es mediante la regulación de esta presión como se consiguen diferentes tamaños de gota. Otras variaciones a este método pueden ser la aplicación del recubrimiento por medio de cepillos o rodillos (Guilbert, 1986).

Para cada uno de los métodos señalados existen particularidades para conseguir un recubrimiento adecuado, en la inmersión hay que recambiar la solución de inmersión ya que durante el proceso hay contaminación por microorganismos, sólidos u otros contaminantes. En la aspersion hay que mantener la presión adecuada para conseguir el espesor del recubrimiento requerido (Tharanathan, 2003).

c) Casting (films independientes)

Esta técnica permite la obtención de películas independientes, que facilitan la caracterización e investigación de sus propiedades, para optimizar los resultados. Consiste en verter solución formadora de película sobre una superficie plana, secarlo y retirarlo de la superficie de forma independiente. Debido a esto, esta técnica sólo se utiliza cuando el alimento a recubrir posee una matriz estructural suficiente (Guilbert, 1986).

2.1.4.6. Ventajas y desventajas del uso de recubrimientos

Según Rojas-Graü (2006), las ventajas del uso de películas en frutas y hortalizas son:

- Mejoran la retención del color, ácidos, azúcares y componentes del sabor.
- Reducen la pérdida de agua.
- Mantienen la calidad durante el almacenamiento.
- Disminuyen los desórdenes metabólicos durante el período de conservación.
- Permiten la adición de otros compuestos.
- Reducen el uso de envases sintéticos.

Una de las principales desventajas del uso de las películas y recubrimientos, es su grosor, ya que puede restringir el intercambio gaseoso durante la respiración de los tejidos, pudiendo causar acumulación de altos niveles de etanol y por ende el desarrollo de malos sabores (Rojas-Graü, 2006).

2.1.5. Yuca (*Manihot esculenta*)

El nombre científico de la yuca es *Manihot esculenta* Crantz, la raíz de la yuca es cilíndrica y oblonga y alcanza el metro de largo y los 10 cm de diámetro. La

cáscara es dura y leñosa y no comestible. La pulpa es firme e incluso dura antes de la cocción, surcada por fibras longitudinales más rígidas; muy ricas en hidratos de carbono y azúcares, se oxida rápidamente una vez desprovista de la corteza. Según la variedad, puede ser blanca o amarillenta (Cock, 1989). El bagazo de yuca es un subproducto de la industria de procesamiento de yuca, que es un material fibroso que contiene aproximadamente 30 a 50 % de almidón en peso seco (Sugumaran *et al.*, 2014).

2.1.5.1. Clasificación Botánica

Taxonomía, la yuca pertenece a la clase *Dicotyledoneae*, Sub clase *Archichlamydeae*, Orden *Euphorbiales*, Familia *Euphorbiaceae*, Subfamilia *Manihotae*, Genero *Manihot* y especies *Manihot esculenta crantz*. La familia *Euphorbiaceae* comprende 7200 especies, caracterizadas por tener vasos lactíferos compuestos de células secretorias. Este cultivo es perenne con porte arbusto, monoico, generalmente con 1 a 3 m de altura. La planta se puede propagar vegetativamente, con finalidad comercial y sexualmente, en programas de mejoramiento y ocasionalmente en campos de agricultores. La clasificación de las raíces: por su origen son raíces adventicias, por su forma es raíz tuberosa, por el medio en que vive son raíces terrestres. Clasificación de las hojas: según su nervadura es palminervia, según su forma de limbo es palmatiforme, según el borde de limbo es partida (Ceballos y De la Cruz, 2002).

2.5.1.3. Composición Química

En la siguiente Tabla se muestra la composición alimentaria de la yuca por 100 g de base seca.

Tabla 1. *Composición Alimentaria de la yuca.*

Componentes	Porcentaje
Proteínas	1,00 %
Grasas	0,40 %
Fibra	1,00 %
Ceniza	0,60 %
Humedad	65,20 %

Fuente: USAID (2010)

2.1.6. Generalidades del almidón

El almidón es el principal carbohidrato de almacenamiento energético de las plantas superiores y químicamente está constituido por unidades de glucosa, está organizado en partículas discretas conocidas genéricamente con el nombre de gránulos. El tamaño y la morfología de los gránulos de almidón varían dependiendo de la fuente vegetal, se pueden extraer a partir de varias fuentes comerciales, tales como cereales (maíz, trigo, arroz, avena, sorgo), tubérculos (patata), raíces (yuca, ñame) y las legumbres (garbanzos, soja, lentejas, frijoles) (Peroni, 2003). El almidón, cuando está presente en solución acuosa y este se calienta, los enlaces de hidrógeno se rompen, el grano absorbe agua y se hinchan, se producen simultáneamente por la liberación de amilasa por medio de la ruptura que contribuye a la mayor viscosidad. Para cada tipo de almidón hay un tipo de gelatinización (Ciacco y Cruz 1986).

Las variaciones en las relaciones entre estos componentes, estructuras y propiedades, puede dar lugar a gránulos de almidón con propiedades fisicoquímicas y funcionales muy diferentes, que pueden afectar a sus aplicaciones industriales. El uso de almidón en la producción de biopelículas se basa en las características químicas, físicas y funcionales de amilosa para formar geles y su capacidad para formar películas (Young, 1984).

2.1.6.1. Almidón de yuca

Es un polisacárido natural, obtenido de la raíz de la yuca, extremadamente versátil y alcanza una eficiencia incomparable en todas sus aplicaciones entre ellas las películas biodegradables. El almidón de yuca puede clasificarse como agrio y nativo (dulce). El almidón agrio sufre un proceso de fermentación que le otorga propiedades deseables para los alimentos; el almidón nativo o dulce no es sometido a un proceso de fermentación, y es el que se usa generalmente en la industria (Gontard *et al.*, 1993). Una de las principales propiedades del almidón nativo es su semicristalinidad, donde la amilopectina es el componente dominante de la cristalización en la mayoría de los almidones. La porción cristalina está compuesta por estructuras de doble hélice formadas por puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo en las cadenas lineales de la molécula de amilopectina y por cadenas externas de amilopectina unidas con porciones

de amilosa (Betancur, 2001). En la siguiente Tabla se muestra la composición química del almidón nativo.

Tabla 2. Composición química del almidón de yuca.

Componentes (%)	Almidón Nativo
Grasa	0,20
Proteína Ceniza	0,06
Humedad	9,48
Fibra	1,01
Carbohidratos Totales	98,44

Fuente: Betancur (2001)

2.1.7. Cushuro (*Nostoc sphaericum*)

Nostoc sphaericum es una colonia de cianobacterias de color verde azulado, provienen del contenido de clorofila y de un pigmento conocido como Ficocianina respectivamente; en ocasiones se presenta una coloración marrón la cual está identificada con el contenido de Ficoeritrina. La taxonomía del *Nostoc sp.*, se puede apreciar en la Tabla 4 en donde se evidencia que estas colonias de cianobacterias pertenecen a la familia de las Nostocaceae; Asimismo presentan un semblante similar a un racimo de uvas, translucidas y de forma esférica no perfecta cuyo diámetro vario entre 10 a 25 mm. Por otra parte, la característica principal de estas colonias es que, poseen la capacidad de atrapar el nitrógeno del ambiente atmosférico “aire” en el que se encuentran y lo fijan a nivel celular, por lo que se utiliza como abono natural. Además, vive y crece en temperaturas reducidas, posiblemente bajo cero y en alturas superiores a los 3000 metros sobre el nivel del mar, presentan resistencia a la radiación ultravioleta favoreciendo su fotosíntesis forma asociación con hongos y líquenes. Existen alrededor de 70 especies clasificadas (Ponce, 2014).

Es un alga del género (*Nostoc sphaericum*), que presenta células vegetativas esféricas cilíndricas, discoidales dispuestas en filamentos sencillos, flexibles. Tienen el aspecto de masas gelatinosas globulosas de color verde azulado a amarillo violáceo y macroscópicas, pues alcanzan de 1 a 5 cm. En la región alto andina peruana se le conoce con el nombre de “cushuro”, “murmunta”, “llullucha”, “crespito”, etc. El Cushuro (*Nostoc sphaericum*) es cosmopolita, que vive sobre

diversos ambientes acuáticos, sobre rocas húmedas, suelos húmedos, se encuentra en lugares altos por encima de 3000 msnm, donde existen lagunas de aguas cristalinas y puras, ricas en nitrógeno que favorece el crecimiento del alga, crece especialmente en época de lluvias, forman colonias gelatinosas esféricas que flotan libremente por el borde de superficies de lagos, lagunas y ambientes muy húmedos alto andino como en los departamentos de: Ancash, Junín, Cajamarca, Huánuco, Cusco y Puno (González, 2006).

2.1.5.1. Composición Alimentaria del Cushuro

La composición alimentaria del *Nostoc Sphaericum* andino de forma esférica, por cada 100 g de producto seco.

Tabla 3. *Composición Alimentaria del cushuro*

Compuesto	Cantidad
Proteínas	25,4 g
Glúcidos	62,4 g
Lípidos	0,80 g
Agua	6,30 g
Ceniza	5,10 g
Fósforo	258 mg
Calcio	1,076 g
Hierro	19,6 mg
vitamina A	10 µg

Fuente: Gantar (2008)

El nitrógeno que absorbe luego se transforma en precursor de aminoácidos que generan proteínas. La calidad alimentaria está en su contenido proteico, también vitamínico, es considerado de fácil digestión, contiene carbohidratos en diferentes porcentajes, llegando a 50%. De acuerdo con estas informaciones se demuestra que el *Nostoc* si es un nutriente valioso, que añade proteínas a las comidas andinas, además de calcio, que según la tradición incaica protege la dentadura y refuerza los huesos (Gantar, 2008).

2.1.5.2. Taxonomía del cushuro (*Nostoc Sphaericum*)

Según NCBI (2014), en la Tabla 4 se muestra la taxonomía:

Tabla 4. Taxonomía del cushuro (*Nostoc Sphaericum*)

Reino	Bacteria, Plantae
Filum	Cyanobacteria
Orden	Nostocales
Familia	Nostocaceae
Género	Nostoc

Fuente: NCBI (2014)

2.1.8. Hidrocoloide

Los hidrocoloides o gomas son un grupo diverso de polímeros de cadena larga que se caracterizan por formar dispersiones o geles viscosos cuando se dispersan en agua, se encuentran en exudados de árboles, extractos de plantas o algas marinas, harinas de semillas o granos, cienes pegajosos de procesos de fermentación y muchos otros productos naturales. Los hidrocoloides presentan una gran cantidad de grupos hidroxilo, las cuales aumentan de manera notable su afinidad para enlazar moléculas de agua, convirtiéndolos en compuestos hidrofílicos. Además, producen una dispersión intermedia entre una solución verdadera y una suspensión, exhibiendo las características de un coloide. Por tal motivo, se les denomina hidrocoloides (Milani y Maleki, 2012). Los hidrocoloides son utilizados en alimentos como agentes espesantes, estabilizantes y gelificantes, como consecuencia de su capacidad de cambiar las propiedades reológicas del solvente en el cual son disueltos. El cambio de la viscosidad ocurre como consecuencia del alto peso molecular, su naturaleza polimérica y las interacciones entre cadenas de polímero cuando son disueltos o dispersados. Estas propiedades han sido explotadas para su funcionalidad en sistemas de alimentos incluyendo atributos de textura y sensación bucal (Yaseen *et al.*, 2005).

El término hidrocoloide hace referencia a una sustancia natural polimérica soluble o dispersable en agua, aunque el término se aplica de forma general a sustancias de composición polisacárida, generalmente gomas, algunas

proteínas como la gelatina también se clasifican como hidrocoloides. Son moléculas altamente hidrofílicas que actúan en bajas concentraciones reduciendo la movilidad del agua y aumentando la viscosidad. Adicionalmente al efecto en la viscosidad de las disoluciones acuosas o la formación de geles, este mecanismo permite modificar y/o controlar las propiedades de flujo y la textura de alimentos fluidos y bebidas y las propiedades de deformación de alimentos semisólidos. Además del efecto espesante, ofrecen muchas otras funciones en alimentos y bebidas como estabilizador, emulsionantes, agentes de suspensión, espumantes, agentes de control de la cristalización, de aglutinación, recubrimiento, encapsulación e inhibidores de la sinéresis. La razón principal de la amplia utilización de los hidrocoloides en la industria alimentaria es su capacidad de modificar la reología de los sistemas alimentarios. Esto incluye dos propiedades básicas de los alimentos, es decir, el comportamiento de flujo (viscosidad) y sus características sólidas (textura). La modificación de la textura y/o de la viscosidad de los sistemas alimentarios ayuda a modificar sus propiedades sensoriales; por lo tanto, los hidrocoloides se utilizan como aditivos alimentarios para la mejora general de los alimentos (Angioloni, 2013).

2.1.9. Tomate (*Solanum lycopersicum*)

El tomate es perteneciente a la familia *Solanaceae*, es una planta nativa de América, cuyo origen se encuentra en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) y donde se localiza la mayor variabilidad genética y abundancia de Variedades tipo silvestres, desde la región Andina fue llevada a Centroamérica y México el cual es considerado como el centro más importante de domesticación del tomate a nivel mundial (Allende *et al.*, 2017).

La humedad relativa de 85 – 95 % es adecuada durante el almacenamiento de los tomates, valores inferiores produce la deshidratación del fruto. En el caso de que los frutos presenten pedúnculo, se debe tener en cuenta que es muy sensible a la pérdida de agua. Asimismo, la humedad superior al 95 %, favorece el desarrollo de hongos. Cuando se va a efectuar el almacenamiento en cámaras con otros productos frutihortícolas (cargas mixtas), deben considerarse las condiciones de temperatura y humedad requeridas por el producto, su tasa de producción de etileno y sensibilidad al mismo (INTA, 2013).

2.1.9.1. Clasificación taxonómica

USDA (2010), realiza la siguiente clasificación taxonómica del tomate como se presenta a continuación:

Tabla 5. *Clasificación taxonómica del tomate*

Taxonomía	
Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>magnoliophyta</i>
Clase	<i>magnoliopsida</i>
Subclase	<i>asteridae 16</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>S. lycopersicum</i>

Fuente: USDA (2010)

2.1.9.2. Composición química del tomate

Composición por 100 gramos de porción comestible del tomate según USDA (2010), a continuación, se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 6. *Composición química del tomate*

Compuesto	Cantidad
Energía	22,0 kcal
Agua	93,5 g
Carbohidratos	4,5 g
Fibra	0,8 g
Proteínas	0,6 g
Lípidos	0,1 g
Fósforo	17,0 mg
Potasio	193,0 mg
Sodio	70,0 mg

Fuente: USDA (2010)

Continuación de la **Tabla 6. Composición química del tomate**

Compuesto	Cantidad
Calcio	11,0 mg
Magnesio	11,0 mg
Hierro	0,4 mg
Retinol (Vitamina A)	1558 UI
Tiamina (Vitamina B1)	0,04 mg
Riboflavina (Vitamina B2)	0,03 mg
Niacina (Vitamina B3)	0,73 mg
Vitamina C	22,7019 mg
Vitamina E	0,32 mg
Folatos	21,0 mcg

Fuente: USDA (2010)

2.1.9.3. Calidad fisicoquímica del tomate

La calidad es un elemento importante de los productos, en el tomate se refiere al cumplimiento de los atributos sensoriales y fisiológicos (Ruiz *et al.*, 2012).

a) Color

El color del fruto es una característica de calidad que ha recibido una atención intensiva por las industrias de procesamiento de tomate fresco en el mercado, así como por los consumidores (Kaur *et al.*, 2013). El color rojo en los tomates aparece como resultado de la degradación de clorofilas y el aumento de la biosíntesis de carotenoides, que está relacionado con la conversión de cloroplastos en cromoplastos que se relaciona con el grado de madurez y vida útil en postcosecha. Por lo tanto, el color es un atributo importante de la calidad de la fruta de tomate, que depende del grado de madurez de la fruta, los tratamientos tecnológicos y las condiciones de almacenamiento, entre otros factores (Stinco *et al.*, 2013).

La medición del color se puede realizar de 2 formas: evaluación visual o por análisis instrumental. El uso de métodos instrumentales requiere de un equipo

costoso con un complejo mantenimiento, además de una interpretación correcta de los resultados (Hernández, 2013).

b) Firmeza

La firmeza es un parámetro indicativo de la calidad que está relacionada con la estructura de la pared celular de las frutas y hortalizas que influyen en la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células que conforman la pared celular, la presencia de los tejidos de sostén o soporte y de la composición del fruto. Los componentes de las paredes celulares que contribuyen con la firmeza son la hemicelulosa, la celulosa y la pectina. La firmeza va disminuyendo con el tiempo, el ablandamiento de la pulpa de los vegetales es uno de los mecanismos bioquímicos que plantea más problemas, ya que además de producir una pérdida de calidad (sobre maduración) aumenta la sensibilidad a los daños mecánicos y al ataque fúngico (Rosales, 2008).

Según Cantwell (2004), quien realizó una clasificación del tomate e indica que la firmeza, en función de la resistencia al corte, puede variar desde valores inferiores a 8 N en tomates muy blandos hasta superiores de 25 N, en tomates muy firmes. Por su parte, Arana *et al.*, (2007) señalan que los tomates, para ser considerados como de calidad sensorial “extra”, deben presentar una resistencia a la compresión de 18 N.

c) Contenido de sólidos solubles totales

Durante el almacenamiento, la determinación del contenido de sólidos solubles es una medida eficaz para analizar la evolución metabólica y la calidad de los frutos. La influencia de la temperatura sobre procesos fisiológicos en postcosecha de tomate, determinaron un contenido promedio de sólidos solubles durante el almacenamiento de este producto entre 3,8 y 4,5 °Brix (Lamúa, 2000).

Dependiendo de la variedad, el contenido de sólidos solubles de los tomates generalmente se sitúa entre 3,5 y 7,0 °Brix (Cantwell, 2004). Las cualidades organolépticas de los tomates están relacionadas con su composición química, y en su periodo de madurez comercial deben poseer un contenido de sólidos solubles entre 4 y 6 °Brix, estando relacionado con un aroma y sabor óptimos

(Ramírez *et al.*, 2004). Entre los parámetros químicos que se utilizan para estimar la madurez de los productos de origen vegetal se incluyen las variaciones en el contenido de SST. Después de la recolección de los productos vegetales, las enzimas responsables de la hidrólisis del almidón (α - y β - amilasas) se activan, posiblemente por un efecto de estrés de recolección, lo que supone un rápido incremento de sustratos respiratorios (azúcares y ácidos). Por lo que, durante la maduración, el contenido de almidón decrece y el de los azúcares solubles aumenta (Hernández, 2013).

d) pH

Es un valor que indica si un alimento es ácido, neutro o básico, que controla las diversas reacciones químicas, bioquímicas y microbiológicas que ocurren en los productos vegetales (Matas, 2008). Los tomates que presentan características óptimas en cuanto a sabor y aroma poseen un pH entre 4 y 5 (Arana *et al.*, 2007), es posible observar un incremento en el pH de los productos vegetales debido a que los ácidos orgánicos de reserva presentes en las vacuolas de las células son transformados por la propia célula a azúcares que son utilizados para la respiración, lo que ocasiona una disminución de la acidez del medio y con ello un aumento del pH (Berbesí *et al.*, 2006).

e) Acidez

La acidez es uno de los principales parámetros de calidad fisicoquímica más comúnmente determinado en la materia prima vegetal; es cuantificable debido a la presencia de diversos ácidos orgánicos, principalmente: cítrico, málico, tartárico, oxálico, fórmico, entre otros, en proporciones variables. La acidez en las bayas tal es el caso de los tomates, es de 0,25 % a 0,35 % calculada como porcentaje en ácido cítrico (Lamúa, 2000). Por su parte, Cantwell (2004) señala que la acidez del tomate está comprendida entre 0,2 y 0,6 % de ácido cítrico. La evolución de la acidez durante el almacenamiento postcosecha del tomate, muestra fluctuaciones con una tendencia hacia la disminución, al conservar el producto en condiciones ambientales (28 °C y 65 % HR) (Reina, 1998).

f) Pérdida de peso

Las pérdidas de peso del fruto se deben que posiblemente al intercambio de gases, al proceso de respiración y a la pérdida de vapor de agua (Gonzales, 2015). Uno de los principales propósitos de la aplicación de cubiertas sobre la superficie de frutos, es retardar la migración de humedad y la pérdida de compuestos volátiles (Hernández, 2013).

g) Índice de madurez

La maduración es un proceso fisicoquímico y fisiológico completo, que va acompañado de cambios bioquímicos del fruto que conduce al logro de las características sensoriales ópticas de calidad para el consumo del producto (Toivonen, 2007).

Tabla 7. Clasificación por color de tomate

Estado de desarrollo de color	Clasificación USDA	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Verde-sazón	1	62,7	-16,0	34,4	37,9	115,0
Irrupción del color (Breaker)	2	55,8	-3,5	33,0	33,2	83,9
Cambiante	4	49,6	16,6	30,9	35,0	61,8
Rosado	5	46,2	24,3	27,0	36,3	48,0
Roja: listo para consumo	6	41,8	26,4	23,1	35,1	41,3
Rojo oscuro; sobremaduro	-	39,6	27,5	20,7	34,4	37,0

Fuente: Kader (2002)

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA, 1991), la clasificación de los grados de madurez del tomate según el color presenta 6 categorías que son:

1. Verde: superficie del tomate completamente verde, con una tonalidad de claro a oscuro.
2. Rompiente: hay una ruptura del color verde hasta un color amarillo-marrón, rosado o rojo, en no más del 10 % de la superficie.

3. Transición: del 10 al 30 % de la superficie no es verde, mostrando una coloración amarillo-marrón, rosada o rojo, o una combinación de éstas.
4. Rosado: del 30 al 60 % de la coloración ya no es verde, mostrando un color rosado o rojo.
5. Rojo ligero: del 60 al 90 % de la superficie no es verde y muestra una coloración rojo-rosado o roja.
6. Rojo: más del 90 % de la superficie no es verde, mostrando un color rojo.

Tabla 8. Clasificación del índice de madurez del tomate

Valor	Estado	Descripción
1	Verde	Totalmente verde (claro a oscuro) pero maduro.
2	Irrupción del color (Breaker)	Principalmente aparición externa de color rosa, rojo o amarillo; no más de 10 %.
3	Cambiando	Sobre 10 % pero menos de 30 % rojo, rosa o amarillo
4	Rosado	Sobre 30 % pero menos de 60 % rosado o rojo
5	Rojo (ligero)	Sobre 60 % pero menos de 90 % rojo
6	Rojo	Sobre 90 % rojo; deseable para consumo

Fuente: Kader (2002)

2.1.9.4. Calidad microbiológica

Factores como la temperatura, el pH, el potencial redox, la composición química del alimento y la actividad de agua favorecen el crecimiento microbiano en frutas y hortalizas (Colon, 2006). Las bacterias generalmente crecen con mayor rapidez a pH comprendidos entre 6,0 y 8,0; las levaduras entre 4,5 y 6,0 y los hongos filamentosos entre 3,5 y 4,0 (Andorrá *et al.*, 2010). El pH afecta de forma significativa a dos aspectos de una célula microbiana: el funcionamiento de sus enzimas y el transporte de nutrientes al interior de la célula. La mayoría de las hortalizas tienen valores de pH más elevados que las frutas y consiguientemente, las hortalizas deben ser más propensas a la alteración bacteriana que a la fúngica (Jay, 2002).

La actividad de agua (*aw*) se refiere al agua que se encuentra en los alimentos, no involucrada o ligada con el soluto. La mayoría de los microorganismos y

especialmente, las bacterias se desarrollan a aw cercanas a 1 (0,993 a 0,998), siendo la aw del agua pura de 1. A medida que disminuye la aw, la velocidad de crecimiento disminuye y la fase de latencia aumenta, conservándose mejor los alimentos (Fleet, 2003).

Las frutas y hortalizas, una vez que han sido cosechadas, se contaminan debido a la manipulación, el contacto con el suelo y con superficies y/o equipos contaminados. Cuando se producen daños mecánicos tales como cortaduras y golpes, aumenta la posibilidad y la tasa de deterioro, ya que los microbios invaden los tejidos internos (Barreiro y Sandoval, 2006).

Las bacterias habitualmente encontradas en el tomate son las del género *Lactobacillus*, siendo las más comunes: *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*. Los principales síntomas producidos por bacterias en el tomate son: secreciones, podredumbres suaves o blandas, podredumbres secas, chancros, manchas en el fruto, entre otros (Jay 2002). En particular, el género *Lactobacillus* se encuentra en la mayoría de las hortalizas, si no en todas, junto con algunas otras bacterias acidolácticas, al igual que el género *Pseudomonas*, conformado por bacterias típicas de la tierra y el agua, que están muy difundidas en los alimentos, en particular entre las hortalizas, y son el grupo de bacterias más importante de las que alteran los productos refrigerados, porque muchas de sus especies y cepas son psicrótrofas (Jay 2002).

Artés y Artés (2007), mencionan que los hongos filamentosos fitopatógenos más frecuentes en el tomate son:

- *Alternaria* sp.: resistente a los fungicidas; se desarrolla hacia el mesocarpo (micelios negros); penetra a través de lesiones causadas por daños mecánicos a una temperatura inferior a 9 °C, siendo los frutos inmaduros muy sensibles.
- *Rhizopus* sp.: crece en heridas del vegetal y tiende a formar nidos grisáceosnegros a temperaturas superiores a 9 °C.
- *Botrytis* sp.: causante de podredumbre gris; es frecuente, sobre todo, en productos rajados y en zonas de éstos donde se han producido daños por frío, al igual que en donde se producen condensaciones de agua.

- *Geotrichum* sp.: ocasiona la podredumbre amarga.
- *Phytophthora infestans* y *Fusarium* sp.: se originan en invernaderos o en el campo y se desarrollan sobre lesiones del pedúnculo y en zonas con daños por el frío, en frutos pintones conservados a 6°C, en especial *Phytophthora*.

Una serie de alteraciones microbianas en productos de origen vegetal, entre ellos el tomate, conocidas como podredumbres, las cuales pueden ser clasificadas de la siguiente manera (Durán, 2006):

- Podredumbre blanda bacteriana: caracterizada por un reblandecimiento del producto, debido a la descomposición de la pectina. En algunos casos se presenta mal olor y el aspecto del vegetal es como si estuviera empapado en agua. El microorganismo productor de pectinasas, al destruir la barrera externa del vegetal, permite que otros microbios penetren en los tejidos y actúen fermentando los carbohidratos. El microorganismo mayormente productor de este tipo de podredumbre es *Erwinia carotovora*, que crece bien a 37°C, pero se puede controlar con facilidad a través de la cloración del agua de lavado. El tomate es uno de los vegetales que puede ser afectado por este tipo de alteración.
- Podredumbre fúngica gris: debe su nombre al color que presenta el micelio del moho productor de la alteración (*Botrytis cinerea*), que a veces puede llegar a ser pardo grisáceo. Esta alteración se ve favorecida por una alta humedad y temperatura y es común en vegetales como espárragos, cebollas, ajos, pimentones, ajíes y tomates, entre otros.
- Podredumbre blanda por *Rhizopus*: en esta alteración se desprenden jugos celulares debido a la destrucción de las laminillas de pectina que actúan como tabiques de sostén entre los tejidos internos. Los productos afectados por esta alteración muestran partes negras que corresponden a los esporangios de los mohos *Rhizopus stolonifer* y *Rhizopus nigricans*.
- Podredumbre por *Phytophthora*: es causada por el desarrollo de mohos del género *Phytophthora*, que crecen en forma algodonosa blanquecina, siendo la especie *Phytophthora cactorum* la más citada como responsable de esta alteración, común en productos como tomates y pimentones.

- Podredumbre por *Alternaria*: producida por mohos del género *Alternaria*, se manifiesta inicialmente a través de una coloración verdosa, que luego toma un aspecto pardo o negruzco. Los tomates se encuentran entre los vegetales que más comúnmente presentan esta alteración.
- Podredumbre por *Fusarium*: producida por diferentes especies de este género; afecta mayormente a limones, naranjas, mandarinas y tomates.

2.1.9.5. Fisiología postcosecha del tomate

La cosecha del tomate es una actividad muy importante de la cual depende la calidad final del fruto. Por ello se recomienda la recolección de los tomates con un 25 % de maduración, con una coloración verde intensa, ya que por ser este un fruto climatérico seguirá madurándose hasta que llegue al consumidor (Cornejo, 2009).

La respiración es uno de los principales procesos fisiológicos que se presentan en un producto cosechado o en cualquier parte de la planta; puede describirse como la degradación oxidativa de sustancias como almidón, azúcares y ácidos orgánicos, para la producción de energía. La tasa respiratoria es un excelente indicador de la actividad metabólica de los tejidos, por lo que proporciona una guía útil para la vida potencial de almacenamiento del producto. La intensidad respiratoria depende de factores internos (características y composición del vegetal) y externos (temperatura y disponibilidad de gases de la atmósfera, principalmente O₂ y CO₂) (Aranceta, 2006). Los tomates no suelen pre enfriarse debido en parte a su sensibilidad al frío. Las condiciones adecuadas de conservación del tomate dependen del estado de maduración del fruto. En el caso de los tomates en estado verde maduro deben conservarse a 12-15 °C y 85-90 % de humedad relativa, mientras que si se trata de tomates maduros pueden conservarse a temperaturas inferiores, recomendándose a 10-12 °C (Hernández, 2013).

En el proceso de maduración de los tomates, el proceso de respiración continúa incluso después del envasado; por ello, la disponibilidad de oxígeno es crítica para evitar la respiración anaeróbica y preservar la calidad del producto, por lo que se debe garantizar el acceso al mismo mediante la perforación de los

envases o el uso de películas permeables a dicho gas (Kantola y Helén 2001). El grado de madurez es el índice usado para la cosecha de este fruto, diferenciado por los distintos colores que adopta iniciando desde verde intenso, verde claro, pintón, rosado, rojo pálido, hasta rojo. El cambio de color es el signo externo más evidente de la maduración y se debe, en primera instancia, a la degradación de la clorofila (desaparición del color verde) y a la síntesis de los pigmentos específicos de la especie. Cuanto más avanzada es la madurez más se intensifica el color rojo del tomate, reduciéndose la vida comercial postcosecha (FAO, 2011).

La maduración de un fruto es un proceso fisiológico y bioquímico irreversible, que está bajo control genético y hormonal, comprendido entre las fases de crecimiento (alta división celular) y senescencia; este proceso, acompañado por múltiples cambios a nivel celular, más que por un aumento de tamaño, proporciona las características óptimas para su consumo. La etapa de maduración requiere de la síntesis de nuevas proteínas y ARNm, así como de nuevos pigmentos y componentes del sabor, procesos anabólicos que requieren de energía y compuestos carbonados, los cuales son proporcionados mediante la respiración (Melgarejo *et al.*, 2004).

La madurez fisiológica es el estado de desarrollo donde el fruto que continuará aún después de ser cosechado. La madurez de consumo o comercial es el estado de desarrollo donde el fruto posee las cualidades deseadas por el consumidor con un propósito específico (Alarcón, 2013). Los productos vegetales se encuentran vivos aún después de la recolección y siguen desarrollando los procesos metabólicos y manteniendo los sistemas fisiológicos, que operaban mientras se hallaban unidos a la planta de procedencia (Wills *et al.*, 1999).

La vida útil de las frutas y hortalizas en el período postcosecha depende de una serie de factores: la tasa respiratoria, la variedad, el índice de madurez, la temperatura y la concentración de los gases en el ambiente que les rodea (FAO, 2000). Tras su recolección, los frutos climatéricos pasan por 4 estados de

desarrollo fisiológico: pre-climaterio, climaterio, madurez de consumo y senescencia (Arrieta *et al.*, 2006).

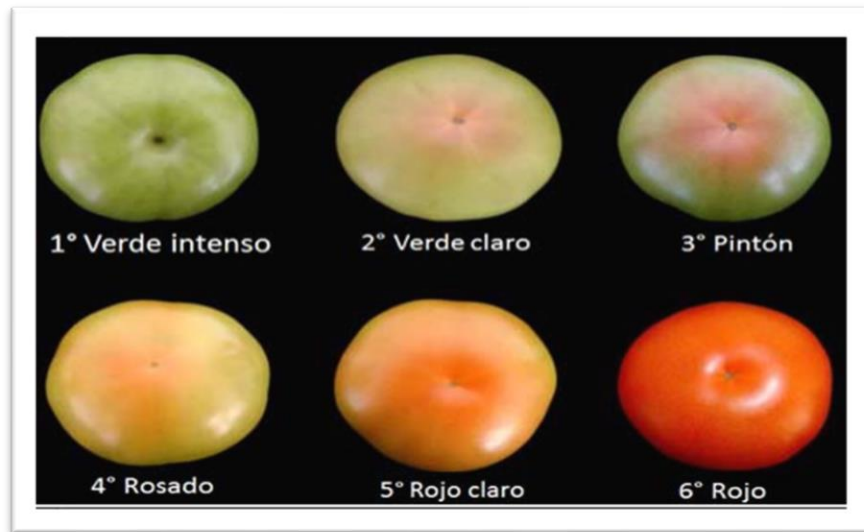


Figura 2. Índice de madurez del tomate (Kader, 2002)

La NTP/ET-ISO/TS 22002-3 (2016), indica ejemplos de programas de prerrequisitos para inocuidad alimentaria (PPR) que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos son:

- a) Almacenar los productos cosechados destinados al consumo humano en un área adecuada que mantenga un nivel de higiene adecuado o minimizar el tiempo de espera en el campo después de la cosecha. Se debería prestar particular atención al riesgo de contaminación por animales.
- b) Implementar medidas de control adecuadas dirigidas a minimizar la probabilidad de que se desarrollen microorganismos no deseables o la producción de toxinas en los alimentos o piensos, mediante las condiciones adecuadas de temperatura, humedad o duración de la permanencia o transporte.
- c) Aplicar sistemas de control de temperatura que tengan en cuenta las características intrínsecas (por ejemplo, actividad de agua, pH y posiblemente el nivel inicial y tipo de microorganismos), la vida útil prevista, el método de envasado y el uso previsto (por ejemplo, cocción y procesamiento adicional o listos para el consumo) de los alimentos y los piensos.

- d) Almacenar los alimentos perecibles en condiciones adecuadas tales como temperatura y humedad, y en contenedores diseñados adecuadamente, colocados en un área limpia.
- e) Consultar y seguir las instrucciones proporcionadas por la recepción de la planta de procesamiento en lo que se refiere a la aplicación y seguimiento de la temperatura, el tiempo y otros criterios identificados, como los resultados de análisis de peligros del procesador para el almacenamiento de productos finales de la unidad productiva, destinados a un procesamiento adicional.
- f) Asegurar una rotación satisfactoria de los productos finales de la unidad productiva, mediante la aplicación de los principios generales del método “primero en entrar, primero en salir”, cuando la calidad o vida útil pueden verse afectados durante el tiempo de almacenamiento previsto. Prevenir que se mezclen productos de origen vegetal y productos de origen animal durante el almacenamiento o transporte, cuando no se cuente con la protección adecuada contra la contaminación cruzada.
- g) Mantener las áreas de almacenamiento y los contenedores de transporte en donde se encuentran alimentos no protegidos, libres de contaminación visible (por ejemplo, materias extrañas, residuos).
- h) Almacenar el material de embalaje que entra en contacto con los alimentos en un área adecuada que se mantiene a un nivel adecuado de higiene.
- i) Almacenar los piensos en un lugar que se mantiene a un nivel adecuado de higiene y donde se minimiza la probabilidad de acceso y proliferación de plagas mediante la implementación de sistemas adecuados.
- j) Gestionar el suministro y almacenamiento de piensos a fin de evitar la mezcla de piensos e ingredientes de piensos de diferentes tipos y fuentes.
- k) Usar y almacenar los productos químicos de acuerdo con las instrucciones del fabricante, en un área de acceso limitado y lejos de las actividades de manipulación de alimentos, cuando éstos puedan contaminar las fuentes de agua y alimentos.
- l) Asegurar que todos los productos químicos estén etiquetados para mostrar la identificación del producto y del fabricante, instrucciones de uso y, cuando sea aplicable, la identificación del lote, fecha de expiración y las aprobaciones por la autoridad competente.

- m) Restringir, en las áreas en donde los alimentos están expuestos, el almacenamiento y el uso de productos químicos peligrosos a los:
 - Requeridos para el mantenimiento de la limpieza y sanidad de los equipos y superficies.
 - Necesarios para el uso en procedimientos de ensayos de laboratorio.
 - Necesarios para el mantenimiento y operación de equipos,
 - Necesarios para el uso en operaciones.
- n) Almacenar productos fitosanitarios en un espacio cerrado, dedicado y adecuadamente ventilado cuyo acceso esté controlado, cuando haya una probabilidad de uso inadecuado.
- o) Almacenar los medicamentos veterinarios de acuerdo con las instrucciones en la etiqueta, en particular, en términos de temperatura de almacenamiento y oscuridad.
- p) Almacenar los fertilizantes por separado de los productos alimenticios y otros productos químicos.
- q) Cubrir los contenedores durante el transporte
- r) asegurar una capacidad de almacenamiento suficiente para efluentes de animales almacenados en las instalaciones de la unidad productiva en proximidad de alimentos, cultivos o animales que producen alimentos, y prevenir fugas que puedan dar como resultado la contaminación de los alimentos.

Las actividades posteriores a la cosecha, según la NTP (2016), no deben aumentar la probabilidad de contaminación de los productos finales. La organización debe identificar las fuentes potenciales y la naturaleza de la contaminación relacionada con las operaciones posteriores a la cosecha e implementar medidas apropiadas para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos:

- a) Ordenar o inspeccionar productos cosechados con el fin de descartar los productos defectuosos y cuerpos extraños.

- b) Minimizar la probabilidad de introducción de materia extraña durante las operaciones de embalaje.
- c) Usar agua o hielo de calidad adecuada para el lavado, descontaminación o para el enfriamiento de productos – el agua debería ser potable cuando se utiliza para el lavado de los productos destinados a ser consumidos crudos sin un posterior procesamiento industrial, tales como el tratamiento térmico o tratamientos microbicidas similares.

2.2. Antecedentes

Ruiz (2009), estudió la variedad óptima de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) para la producción de etanol por hidrólisis y fermentación, para ello evaluó cinco variedades: "Huanuqueña", "Enana", "Amarilla", "Señorita" y "Huangana amarilla". El estudio se dividió en tres etapas; determinó de la variedad que tiene mayor rendimiento en almidón, determinó la relación pH-concentración de almidón para llevar a cabo la hidrólisis ácida, para lo cual escogió una variedad de almidón al azar, y con esto determinó los parámetros óptimos de operación, poniendo en baño maría durante cinco horas y media a 95 °C con HCl 12N. Determinado esto, siguió con la última etapa, la hidrólisis y fermentación de las cinco variedades, utilizando para la fermentación una cepa pura de *Saccharomyces cerevisiae* MIT- L51, cedida por el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional de Trujillo; al completar la fermentación evaluó la cantidad de alcohol obtenida, por el método de microdifusión. La etapa de fermentación se realizó en una incubadora a una temperatura de 30 °C y un pH de 4.5 para que existan condiciones estándar en este proceso. A través de un análisis de ANVA y Tukey en las distintas etapas, realizadas en un programa computacional INFOSTAT se determinó que la variedad "Amarilla" es óptima de acuerdo al rendimiento en almidón y etanol sobre las demás variedades estudiadas.

Saavedra y Algecira (2010), elaboraron películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya por el método casting, las cuales caracterizaron a través de pruebas mecánicas, térmicas y morfológicas. Evaluaron el desempeño de las películas como recubrimiento sobre las fresas variedad ventana mediante la determinación de propiedades sensoriales y fisicoquímicas,

a temperaturas ambiente y de refrigeración. En las formulaciones de las películas que contenían proteína observaron mayor elasticidad, eventos térmicos a temperatura más baja comparados con los de las mezclas, una superficie más homogénea, permitiendo mejorar algunas propiedades del fruto durante su almacenamiento como la pérdida de peso. Las propiedades sensoriales se evaluaron utilizando las pruebas de Kruskal Wallis y Friedman, obteniendo en las primeras diferencias no significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos evaluados y diferencias significativas en la segunda, observando un desempeño favorable en los recubrimientos comestibles.

El departamento de tecnología de alimentos. Instituto universitario de ingeniería de alimentos para el desarrollo. Universidad politécnica de Valencia (2011), evaluó la efectividad de recubrimientos compuestos, formulados con quitosano y metilcelulosa, en la calidad de fresas de la variedad Camarosa durante su almacenamiento en refrigeración. Sus resultados obtenidos no mostraron cambios significativos ($p > 0,05$) en la calidad fisicoquímica (Brix, acidez, pH y contenido en antocianinas) de las fresas recubiertas durante su almacenamiento en refrigeración. Sin embargo, los análisis de la tasa respiratoria a lo largo del almacenamiento revelaron una ralentización del metabolismo de las muestras recubiertas. Dicha ralentización fue significativa ($p < 0,05$) con el aumento de la concentración de quitosano en la formulación, y estuvo probablemente inducida por una modificación de la atmósfera interna de las mismas.

Barco *et al.*, (2011), evaluó el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón modificado de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) sobre el tomate (*Solanum lycopersicum*) larga vida bajo condiciones ambientales. Emplearon un diseño completamente al azar para la valoración de los tratamientos, con tres repeticiones en cada tratamiento. Usaron tomates larga vida provenientes del municipio de El Tambo (Cauca), seleccionados y cubiertos con solución de almidón de yuca, ácido cítrico, glicerina, extracto de ajo, aceite esencial de canela y sal, por inmersión, durante 22 días cada 2 días y a la misma hora. Trabajaron con un diseño completamente al azar y asignando los tratamientos al azar, para las variables de respuesta pérdida de peso, tasa de

respiración, firmeza y grados brix a 18 °C y 77 % de humedad relativa. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza usando el software SPSS 11.5 y posteriormente se aplicó la prueba de Duncan para la comparación estadística de medias. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el resultado de las variables de respuesta. El tratamiento T4 fue el adecuado, seguido por T3, presentando retraso en la maduración y manteniendo las condiciones de calidad del tomate por un periodo de 4 días y con un 4,64 % de pérdida de peso y firmeza entre 2,54 y 8,91 Newton hasta el día 22. Como conclusión el recubrimiento con un 4 % de almidón fue el más efectivo en la conservación de tomate de mesa.

Alvares (2012), desarrolló un recubrimiento comestible compuesto por dos productos naturales obtenidos de residuos agroindustriales como ingredientes principales: Pectina cítrica como agente estructural y Aceite esencial de cítricos como agente antifúngico, ambos, integrados en una formulación hidrocoloidal compuesta. Determinaron sus propiedades funcionales mediante la aplicación in vivo del recubrimiento en una línea de tratamiento industrial, se evaluaron variables relacionadas con la calidad externa e interna de los frutos y actividad antifúngica. Finalmente obtuvieron un prototipo de formulación, el cual se comparó con ceras comerciales en cuanto a su capacidad para preservar la vida útil y conservar la calidad de naranja valencia en condiciones simuladas de comercialización, frigoconservación y cuarentena de exportación. Su prototipo sobresalió en algunos parámetros de calidad y mostro un mejor desempeño en condiciones de comercialización directa por 2 semanas (25 °C), e incluso fue útil para la frigoconservación durante 4 semanas (7 °C). Respecto al control de patógenos la formulación presento protección en condiciones de comercialización directa, ninguna formulación presentó efectividad en condiciones de frigoconservación.

Arredondo (2012), formuló una suspensión filmogénica que preparó mediante una dispersión acuosa del almidón modificado de maíz ceroso, [acetilado-entrecruzado (ACLS) u oxidado (OS)], sorbitol no cristalizable como plastificante y cera de abeja (CA) incorporada como nanoemulsión en concentraciones de 0.2, 0.6 y 1% w/v. A las PC obtenidas se le determinó sus propiedades

fisicoquímicas, de barrera y mecánicas. Establecieron in vitro la concentración mínima letal (CML) de dos antimicrobianos naturales (arginato láurico (LAE) y natamicina), contra el hongo deteriorador *Botrytis cinerea* ATCC 12481, evaluaron su efecto antimicrobiano en la mejor formulación de la PC. Las concentraciones de CA mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto al espesor ($56,78 \pm 4,14 \mu\text{m}$) y solubilidad ($96,73 \pm 0,46 \%$ MS) de las PC. Los valores más altos de opacidad se obtuvieron al 1 % w/v de CA ($36,75 \pm 2,27 \text{ UA} \cdot \text{nm}$ para ACLS y $41,15 \pm 2,35 \text{ UA} \cdot \text{nm}$ para OS), lo que se tradujo en menores valores de PVA ($0,57 \pm 0,04$ y $0,56 \pm 0,05 \text{ g} \cdot \text{mm}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{KPa}$) y PO ($3,42\text{E}-14 \pm 6,70\text{E}-15$ y $3,79\text{E}-14 \pm 8,27\text{E}-15 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}/\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$). Además, se presentó un efecto directamente proporcional de la concentración de CA sobre la elongación e inversamente proporcional sobre la resistencia a la tensión y el módulo elástico. Por otra parte, observaron una inhibición completa por parte de las PC activas a $428 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ para LAE y $48 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ para natamicina contra *B. cinerea*. El tipo de modificación del almidón ceroso no afectó las características visuales, físicas ni de barrera de las PC. La incorporación de una nanoemulsión de CA como agente hidrofóbico en PC, puede utilizarse para aumentar la vida útil de productos frescos.

Andrade *et al.*, (2013), estudió nueve formulaciones en las que se mantuvo constante la cantidad de cera y los aditivos utilizados, evaluando la proporción de almidón y agua, mediante un diseño de superficie de respuesta factorial 3^2 , cuyo análisis llevó a la optimización de la formulación. Concluyeron que el recubrimiento óptimo para frutos de tomate de árbol, se compone de una mezcla base, integrada por: 3 g de cera de laurel, 0,5 g de aceite de oliva, 0,2 g de Tween 80, 0,7 g de propilenglicol, 1g de glicerol y 0,2 g de glucosa, que forman una emulsión con la matriz hidrocoloide, constituida por la dilución de 4,5 g de almidón en 32,8 g de agua, esta composición mantiene la estabilidad estructural brindando al revestimiento buenas características funcionales y mecánicas. El recubrimiento es una buena alternativa de conservación postcosecha del fruto de tomate de árbol *Cyphomandra betacea* Cav. Sendt. debido a sus propiedades de barrera frente a la transferencia de agua, las cuales se ven reflejadas en la reducción de la pérdida de peso, una mayor firmeza y una buena apariencia del fruto incrementando su vida de anaquel en un 25 % más con respecto a las

muestras testigo expuestas a condiciones ambientales similares. El recubrimiento redujo los porcentajes de pérdida de peso en tres condiciones ambientales diferentes, lo que indica que puede ser utilizado en un rango de temperatura amplio, sin sufrir alteraciones que afecten su funcionalidad.

Roldan (2015), realizó la obtención y caracterización del comportamiento reológico del hidrocoloide del alga (*Nostoc sphaericum* V.) en solución a diferentes concentraciones y temperaturas. A partir del hidrocoloide del Nostoc, preparo diluciones de 0,2; 0,6; 1,0; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,0% (p/p) del hidrocoloide en agua. Las medidas reológicas se realizaron con un viscosímetro Brookfield DV-III; de los cinco modelos matemáticos probados, los modelos de Ostwald y Herschel- Bulkely son ajustaron a los datos obtenidos en su trabajo de investigación. Al incrementarse la temperatura de 6 °C a 27 °C a la concentración de 0,2% del hidrocoloide, el índice de comportamiento reológico (n) aumenta de 1,146 a 1,230, mientras que el índice de consistencia (k) disminuye de 0,037 Pa sⁿ a 0,024 Pa sⁿ, comportándose como un fluido dilatante, Igualmente, al incrementarse la temperatura de 35 °C a 60 °C, a la concentración de 2% del hidrocoloide, el índice de comportamiento reológico (n) aumentó de 0,165 a 0,960 mientras que el índice de consistencia (k) disminuyó de 63,655 Pa sⁿ a 0,424 Pa sⁿ, comportándose como un fluido pseudoplástico. Finalmente, concluyo que es factible la extracción del hidrocoloide del (*Nostoc sphaericum* V.) con un rendimiento en la extracción del hidrocoloide liofilizado de 0,81 % del alga al estado fresco, con una humedad de 4,56 %.

Moudache *et al.*, (2017), obtuvieron una película plástica activa con múltiples capas de polietileno e inclusión de 4 diferentes concentraciones (2 %, 5 %, 10 % y 15 %) de hojas de olivo (OC) extracto se inmovilizaron en una fórmula adhesivo utilizado para construir la multicapa. Los antioxidantes no estaban en contacto directo con la carne. La carne envasada se mantuvo a 4 °C durante 16 días y, finalmente, fueron analizados por dos Métodos: espectrometría de Raman y sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS). La Espectrometría Raman ha demostrado una mayor sensibilidad para la evaluación antioxidante que TBARS. El color de la carne fresca envasada con la película activo también se midió para evaluar la vida útil de la carne envasada. Sus resultados mostraron que contiene antioxidantes naturales película activa mejorada de manera

eficiente la estabilidad de la carne fresca contra los procesos de oxidación, siendo por lo tanto una manera prometedora para extender el tiempo de conservación de carne picada fresca durante unos dos días.

Ayquipa (2018), elaboró y caracterizó películas comestibles a partir del mucílago de la cáscara de tuna y almidón de la cáscara de papa, ambos subproductos de la agroindustria. Una vez extraído el mucílago de la cáscara de tuna y el almidón de la cáscara de papa, procedió a la elaboración de las películas comestibles adicionándole glicerina y vinagre en 6 diferentes formulaciones; los resultados nos indican que se encontraron diferencias entre tratamientos ($p < 0,05$); en el caso del espesor, se reportaron valores desde 0,17 mm hasta 0,28 mm, respecto a los resultados de densidad de las películas se mantuvieron en rango de 1,03 a 1,70 g/cm³, así también en opacidad se hallaron resultados entre 0,63 a 1,01 mm⁻¹, estas dos características se vieron influenciadas directamente por el espesor ya que tratamientos con más densidad fueron los que tuvieron mayor espesor (X_2 , X_3) lo mismo ocurrió con opacidad, el tratamiento que tuvo la más alta opacidad (X_3) fue uno de los que presentó mayor espesor. Respecto a H se encontró porcentajes que van desde 20,28 a 25,13 %; así también en SA los valores estuvieron entre 49,97 a 62,58 %, en el caso de CRA, se obtuvieron valores entre 15,31 a 38,47 % y finalmente en relación al PVA la propiedad más importante de una película, obtuvieron valores desde 1,39 a 7,20 x 10⁻¹⁸ g/m²min.Pa.

Kripa *et al.*, (2019) realizaron síntesis de nano almidón a partir del frijol mungo (*Vigna radiata*) y estudiaron sus propiedades fisicoquímicas, morfológicas y formadoras de película. La distribución promedio del tamaño de partícula del nano almidón fue de 141.772 nm. Las películas compuestas desarrolladas a base de nano almidón con concentraciones variables (0,5, 1, 2, 5, y 10 %) se prepararon por el método de fundición en solución. Las propiedades de la película de almidón nativo, como el espesor (0,040 ± 0,010 mm), contenido de humedad (8,03 ± 0,26 %), tasa de transmisión de vapor de agua (5,982 × 10⁻³ ± 0,30 g⁻² s⁻¹), solubilidad en agua (38,49 ± 0,51 %) y resistencia al estallido (868,49 ± 26,5 g) y con la incorporación de nano almidón a una concentración de 0,5 a 10,0 %, propiedades de la película tales como espesor (0,043 ± 0,006

a $0,063 \pm 0,006$ mm), resistencia al estallido ($943,56 \pm 18,1$ a $1265 \pm 18,9$ g), contenido de humedad ($6,09 \pm 0,28\%$ a $4,80 \pm 0,48\%$), la tasa de transmisión de vapor de agua ($5,558 \times 10^{-3} \pm 0,25$ a $3,364 \times 10^{-3} \pm 0,35$ $\text{g}^{-2} \text{s}^{-1}$) y la solubilidad ($37,99 \pm 0,47$ a $34,11 \pm 0,40\%$) mejoraron.

Silva *et al.*, (2019) desarrollaron biofilms de baja solubilidad basado en almidón de yuca nativo, combinando una mezcla polimérica a base de almidón de yuca, quitosano y gelatina con un plastificante para producir películas biodegradables con propiedades mecánicas y de barrera satisfactorias, las películas fueron preparadas por el método de fundición y utilizaron un diseño estadístico de 2^3 para evaluar el efecto de cada polímero y qué influencia tendrían sus combinaciones sobre el producto final. Las películas mostraron una solubilidad extremadamente baja, variando (10 ± 2) % a (23 ± 4) %, opacidad que varió de ($1,06 \pm 0,04$) a ($1,55 \pm 0,13$) AU x nm / mm, espesor de ($0,20 \pm 0,01$) mm a ($0,44 \pm 0,03$) mm y velocidad de transmisión de vapor de agua que varió de $25 \pm 0,2$ a $30 \pm 1,4$ $\text{g s}^{-1} \text{m}^{-2}$. Cantidades más bajas de almidón condujeron a películas más flexibles, menos opacas y solubles, mientras que la combinación de niveles más altos de almidón y quitosano fue responsable de reducir la velocidad de transmisión de vapor de agua de las películas.

Maniglia *et al.*, (2019), realizaron la producción de películas activas de almidón de yuca e investigaron los efectos en la película de los agentes tensioactivos manosilitritol lípidos-B (MEL) y sodio-dodecilsulfato (SDS). Las películas fueron producidas por casting, técnica que usa almidón de yuca, glicerol como plastificante; agentes tensioactivos (20 g / 100 g de almidón) y agua. Caracterizaron las propiedades mecánicas, funcionales, cristalinas y antibacterianas de las películas. Las películas de almidón que contenían MEL eran más flexibles, permeables al vapor de agua e hidrófilas en lugar de las películas de almidón o de control que contenían SDS. Por otro lado, el SDS condujo a películas con mayor rigidez, resistentes a la rotura, cristalinas, solubles en agua, menos flexibles y permeables al vapor de agua que las películas de control o de almidón que contienen MEL. MEL se puede utilizar como agente tensioactivo en películas biodegradables, ya que MEL mejoró la humectabilidad, lo que resultó en películas hidrófilas. Con respecto a las propiedades

antimicrobianas, SDS y MEL son ambos (bio) tensioactivos, lo que implica que tuvieron mecanismos antimicrobianos similares. Sin embargo, Las películas de almidón que contienen MEL o SDS mostraron diferentes propiedades antibacterianas. Las películas de almidón que contienen SDS presentaron halos de inhibición bien definidos contra *Weissella viridescens* y *Staphylococcus aureus*, mientras que las películas de almidón que contienen MEL no presentaron halos de inhibición bien definidos, ya que MEL no tiene propiedad de difusión en agar. Por lo tanto, MEL y SDS interactúan de manera diferente con la matriz de almidón y, por lo tanto, producen películas de yuca con propiedades únicas.

Qin *et al.*, (2019), desarrollaron películas de empaque sensibles al pH basadas en almidón de yuca y antocianinas de *Lycium ruthenicum Murr* (LRA). Evaluaron el efecto del contenido de LRA sobre las propiedades físicas, estructurales, antioxidantes y sensibles al pH de las películas de almidón-LRA. Además, aplicaron películas de almidón-LRA para controlar la frescura de la carne de cerdo. La incorporación de LRA mejoró significativamente la capacidad de barrera al vapor de agua y de luz ultravioleta visible, resistencia a la tracción y potencial antioxidante de la película de almidón. Además, la barrera, las propiedades antioxidantes y sensibles al pH de las películas de almidón-LRA estaban estrechamente relacionadas con el contenido de LRA. Sin embargo, la estabilidad térmica de la película de almidón no se vio afectada por el LRA. Los análisis de difracción infrarroja y de rayos X por transformada de Fourier revelaron interacciones intermoleculares (enlaces de hidrógeno) formadas entre almidón y LRA en las películas. Las películas de almidón-LRA son sensibles al pH y podrían cambiar sus colores en diferentes soluciones tampón (pH 2–13). Cuando se aplicaron para controlar la frescura de la carne de cerdo, las películas de almidón-LRA exhibieron variaciones notables de color con el cambio de calidad de la carne de cerdo. Los resultados sugirieron que las películas de almidón-LRA podrían usarse como películas de envasado activas e inteligentes en la industria alimentaria.

La Fuente *et al.*, (2019), produjeron películas biodegradables por la técnica de fundición utilizando almidón de yuca nativo y ozonizado a diferentes niveles,

glicerol como plastificante y agua como solvente. Caracterizaron las películas en términos de sus propiedades mecánicas, de barrera y funcionales, morfología, cristalinidad, color y opacidad. La morfología de las películas ozonizadas fue más homogénea, con un aumento de la cristalinidad relativa en comparación con las películas producidas con almidón nativo y lograron propiedades mejoradas, con mayor resistencia a la tracción y módulo de Young, aunque disminuyó el alargamiento y la deformación durante la puntuación. La Ozonización también aumentó la permeabilidad al vapor de agua y la permeabilidad al oxígeno. En general, las películas presentaron buena transparencia, las películas ozonizadas presentaron una opacidad mayor (15 minutos de procesamiento) o menor (30 minutos de procesamiento) que la película de yuca nativa, destacando la ozonización como una alternativa versátil para este propósito. Finalmente, el procesamiento de ozono dio como resultado películas con una superficie más hidrofílica y una solubilidad más baja después de 24 h.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

- Las películas formuladas a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro prolongarán la conservación del tomate durante su almacenamiento.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Obteniendo una película a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro presentará aceptables propiedades físicas, ópticas, de barrera y grupos funcionales.
- Obteniendo una película a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro, se obtendrá tomates con calidad fisicoquímica, óptica y microbiológicas.

2.4. Variables y Operacionalización de variables

2.4.1. Variables

- Variable independiente
 X_1 = Proporciones de hidrocoloide de cushuro

- Variable dependiente

Y₁= Propiedades físicas, ópticas, de barrera y grupos funcionales de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.

Y₂= Características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento.

2.4.2. Operacionalización de variables

A continuación, en la Tabla 09 se visualiza la operacionalización de variables, que consiste en la manipulación de las variables dependientes mostrando un efecto en las variables independientes.

Tabla 9. Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicador	
Independientes:			
X ₁ = Proporciones de hidrocoloide de cushuro	Concentraciones	X ₁₁ = T ₀ (0.00 % Hidrocoloide de cushuro)	
		X ₁₂ = T ₁ (0.08 % Hidrocoloide de cushuro)	
		X ₁₃ = T ₂ (0.13 % Hidrocoloide de cushuro)	
		X ₁₄ = T ₃ (0.18 % Hidrocoloide de cushuro)	
		X ₁₅ = T ₄ (0.23 % Hidrocoloide de cushuro)	
Dependientes:			
Y ₁ = Propiedades físicas, ópticas, de barrera y grupos funcionales de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.	Análisis físicos	Y ₁₁ = % Humedad	
		Y ₁₂ = Espesor	
		Y ₁₃ = Capacidad de retención de agua	
		Y ₁₄ = Densidad	
		Y ₁₅ = Solubilidad en agua	
	Análisis ópticos	Y ₁₆ = Opacidad	
	Análisis de las propiedades de barrera	Y ₁₇ = Permeabilidad al vapor de agua	
	Análisis de grupos funcionales	Y ₁₈ = Grupos funcionales	
	Y ₂ = Características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento	Análisis Fisicoquímicos	Y ₂₁ = pH
			Y ₂₂ = % Solidos solubles
Y ₂₃ = % Acidez			
Y ₂₄ = Índice de madurez			
Y ₂₅ = % Pérdida de peso			
Y ₂₆ = Dureza			
Análisis ópticos		Y ₂₇ = Color	
Análisis microbiológicos		Y ₂₈ = Mohos	
		Y ₂₉ = Levaduras	
		Y ₂₁₀ = Bacterias mesófilas aerobias	
	Y ₂₁₁ = <i>E. coli</i>		

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue aplicada porque estuvo orientada a la formulación de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro, caracterización de las películas formuladas y la evaluación de su efecto en la conservación del tomate durante su almacenamiento.

3.1.2. Nivel de investigación

Fue experimental porque intencionalmente se manipuló las variables independientes, midiendo su efecto en las variables dependientes.

3.2. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de operaciones unitarias, laboratorio fisicoquímico y laboratorio de análisis por instrumentación de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

3.2.1. Ubicación política

Región	: Huánuco
Provincia	: Huánuco
Distrito	: Pillcomarca
Lugar	: Cayhuayna - UNHEVAL

3.2.2. Ubicación geográfica

Latitud Sur	: 09°57'7.24"
Longitud Oeste	: 76°14'54.8"
Altitud	: 1947 msnm.

Asimismo, se utilizó el laboratorio central de investigación de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

Los tomates de variedad Rio Grande, en la que se utilizó 1000 unidades procedentes del mercado central de la región Huánuco.

3.3.2. Muestra

100 unidades de tomates de variedad Rio Grande recubiertos por la solución formadora de películas elaboradas a base de almidón de yuca con cushuro.

3.3.3. Unidad de Análisis

Los tomates recubiertos por la solución formadora de películas a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.

3.4. Tratamientos en estudio

Para determinar si es posible obtener películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro que influyan en las características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas del tomate, se trabajó con cuatro tratamientos y una muestra testigo, como se indica en la Tabla 10.

Tabla 10. *Proporciones de almidón de yuca e hidrocoloide de cushuro para la formulación de las películas*

Tratamientos	Base de almidón de yuca* (%)	Hidrocoloide de cushuro (%)	Días de análisis	
			Fisicoquímico y óptico	Microbiológico
T ₀	0	0	5, 10, 15, 20	7, 14, 20
T ₁	99,92	0,08	5, 10, 15, 20	7, 14, 20
T ₂	99,87	0,13	5, 10, 15, 20	7, 14, 20
T ₃	99,82	0,18	5, 10, 15, 20	7, 14, 20
T ₄	99,77	0,23	5, 10, 15, 20	7, 14, 20

*Almidón de yuca, agua y glicerol.

3.5. Prueba de hipótesis

Hipótesis nula

Ho: El uso de las películas elaboradas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro, no influyen en las características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento.

$$Ho: \mu_{T_0} = \mu_{T_1} = \mu_{T_2} = \mu_{T_3} = \mu_{T_4} = 0$$

Hipótesis de investigación

H₁: Al menos uno de los tratamientos influye en las características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento.

$$H_1: \text{Al menos un } T_i \neq 0$$

3.5.1. Diseño de la investigación

Después del proceso de formulación de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro, se aplicó los diferentes tratamientos sobre los tomates y luego fueron evaluados durante su almacenamiento. Para ello se propone someter los resultados obtenidos a un modelo matemático correspondiente al Diseño Completamente al Azar (DCA) para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos, cuya ecuación es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Las características fisicoquímicas y microbiológicas de la carne de res (Lomo) envasado al vacío de la j – ésima sometido al i – ésimo tratamiento.

μ : Efecto de la media general.

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento (concentraciones de AEPM (aceite esencial de perejil microencapsulado) y AE).

E_{ij} : Efecto del error experimental.

Los datos obtenidos se evaluaron a través del análisis de varianza ANOVA ($\alpha = 5\%$) con 4 tratamientos y una muestra testigo.

3.5.2. Datos a registrar

De acuerdo con el propósito de la investigación y variables del estudio, se registraron las cantidades de materia prima e insumos que se utilizaron, las proporciones de hidrocólido de cushuro en las distintas formulaciones, las propiedades físicas, ópticas, de barrera y grupos funcionales de las películas, las características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento mediante las siguientes técnicas e instrumentos de recolección.

3.5.3. Técnicas, instrumentos de recolección y procesamiento de la información

3.5.3.1. Técnicas de recolección de datos

a) Técnicas de investigación bibliográfica

- Análisis documental. - Nos permitió el análisis del material estudiado.
- Análisis del contenido. - Se analizó de forma objetiva y sistemática el documento leído.
- Fichaje. - Se empleó para construir el marco teórico de la presente investigación.

b) Técnicas de campo

- Observación. - Nos permitió recolectar los datos directamente del proceso de formulación de las películas de almidón de yuca con hidrocólido de cushuro y evaluar su efecto en la conservación del tomate durante su almacenamiento donde se reportó los resultados de las características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas de los tomates para las conclusiones de la presente investigación.

3.5.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos empleados para la obtención de datos fueron elaborados acordes al estudio:

a) Recolección de información bibliográfica

- Fichas de investigación o documentación. - Comentario y resumen.
- Fichas de registro o localización. - Bibliografías, demografías e internet.

b) Recolección de información en laboratorio. - Notas de observación y cámara fotográfica.

- c) Procesamiento y presentación de resultados. - Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office 2016 con sus hojas de textos Word y cálculos Excel. De acuerdo con el diseño de investigación las presentaciones de los resultados fueron en Tablas y Figuras según corresponda y para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizó el software estadístico Statgraphics.

3.6. Materiales y equipos

3.6.1. Materia prima

- Cushuro (*Nostoc sphaericum*) para la extracción del hidocoloide, se utilizó 15 kilogramos que fueron adquiridas de la feria sabatina en la ciudad de Huánuco procedente de la región de Áncash.
- Yuca (*Manihot esculenta*) para la obtención de almidón, en la que utilizó 10 kilogramos de la variedad señorita procedente de la ciudad de Tingo María.
- Tomate (*Solanum lycopersicum*), se emplearon 1000 tomates de variedad Rio grande que fueron adquiridos en el mercado central de la ciudad procedente de la región Huánuco.

3.6.2. Insumos y aditivos

- Glicerina A.R marca CDH®.
- Alcohol comercial de 96° de pureza, marca Inka Farma.

3.6.3. Materiales de laboratorio

- Vasos precipitados de 50mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL.
- Matraz de Erlenmeyer de 100mL, 200 mL y 250 mL.
- Probetas de 100 mL, 200 mL.
- Micropipetas de 10 µL a 100 µL.
- Pipetas 1 mL, 5 mL, 10 mL.
- Tubos falcón de 50 mL.
- Pinzas, matraz, moldes de silicona, gradillas, baguetas, espátula, cápsula magnética, embudos, moldes de silicona, tela organza y placas Petri.

3.6.4. Materiales de escritorio y otros

- Libreta de apuntes, lapiceros, resaltador, marcador indeleble, post it, memoria USB, lápices de carbón 2B, borrador, papel bond A4 de 80 gramos, cámara fotográfica.

3.6.5. Equipos

- Agitador electromagnético AGIMATIC-E. Selecta®.
- Estufa marca Ecocell, modelo LISIS-B2V / EC 5.
- Baño maría marca Memmert, modelo WB 14
- Balanza analítica AND A&D Company, Limited. Modelo HR-250AZ.
- Colorímetro Konica Minolta modelo CR-400.
- Incubadora marca Incucell, modelo LSIS-B2V/IC 55.
- Texturometro marca Brookfield, modelo CT3 25K.
- Brixómetro marca Atago, modelo PAL-BX I ACID F5.
- Micrómetro marca Baxlo, modelo 4000 digital.
- Medidor de acidez marca Atago, modelo PAL-BX I ACID F5.
- pH-metro digital marca Metrohm, modelo 827 pH lab. Alemana.
- Espectroscopia Raman marca Horiba, modelo Xplora Plus.

3.6.6. Reactivos

- Ácido clorhídrico al 0.01 N (HCL).

3.7. Conducción de la investigación

El trabajo de investigación fue enfocado a la obtención de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro y evaluar su efecto en la conservación del tomate durante su almacenamiento. La Figura 3, muestra el esquema experimental de la investigación.

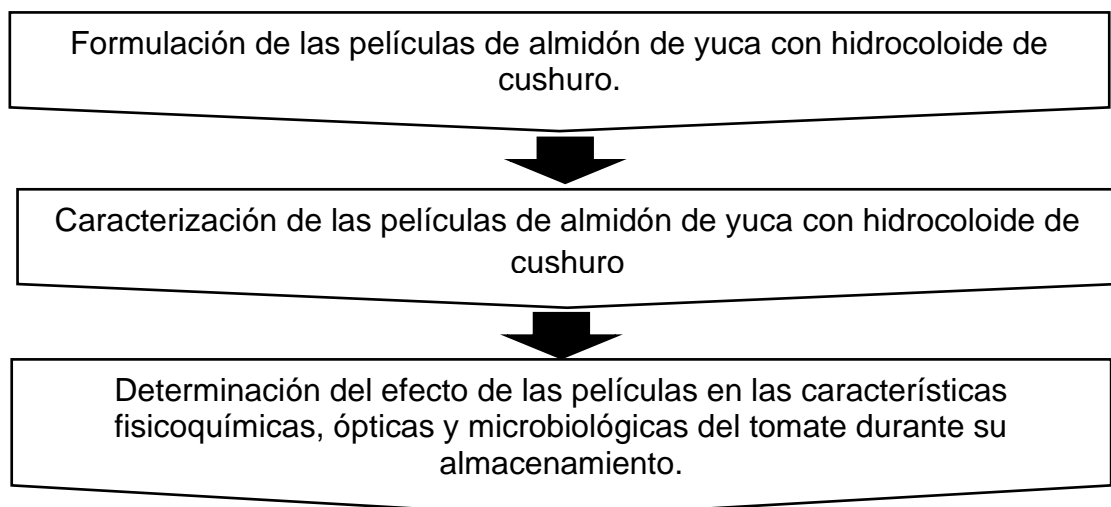


Figura 3. Esquema experimental del trabajo de investigación

3.7.1. Formulación de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.

3.7.1.1. Proceso de obtención de almidón de yuca

La obtención del almidón de yuca se realizó mediante el método de extracción por vía húmeda descrito en la Figura 4, operaciones que comprenden:

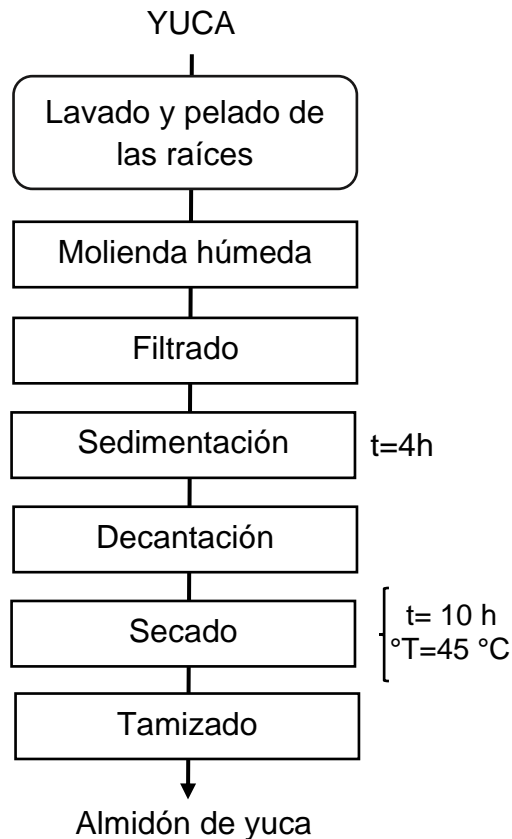


Figura 4. Flujograma de obtención de almidón de yuca

Descripción del proceso de obtención de almidón de yuca

- **Lavado y pelado de las raíces.** - Se realizó el lavado con abundante agua y posteriormente el pelado manual de las raíces.
- **Molienda húmeda.** - Reducción del tamaño con la ayuda de una licuadora.
- **Filtrado.** - Se filtró con tela organza.
- **Sedimentación.** - Se dejó reposar un promedio de 4 horas para la sedimentación.
- **Decantación.** - Esta etapa consistió en separar la parte sólida del líquido.

- **Secado.** - Se realizó a una temperatura de 45 °C por un tiempo aproximado de 10 horas. Se mantuvo la materia prima hasta obtener peso constante, luego se dejó enfriar y se procedió a pesarlo.
- **Tamizado.** - Se tamizó el producto seco para obtener partículas uniformes de almidón de yuca. Finalmente se envasó en frascos estériles y se almacenaron a temperatura ambiente.

3.7.1.2. Proceso de obtención del hidrocoloide de cushuro.

La obtención del hidrocoloide del cushuro se realizó con la metodología planteada por Whistler y Be Miller (1993) con modificaciones en cuanto a los parámetros, utilizando como reactivo alcohol comercial de 96° de pureza, según la Figura 5, operaciones que comprendieron:

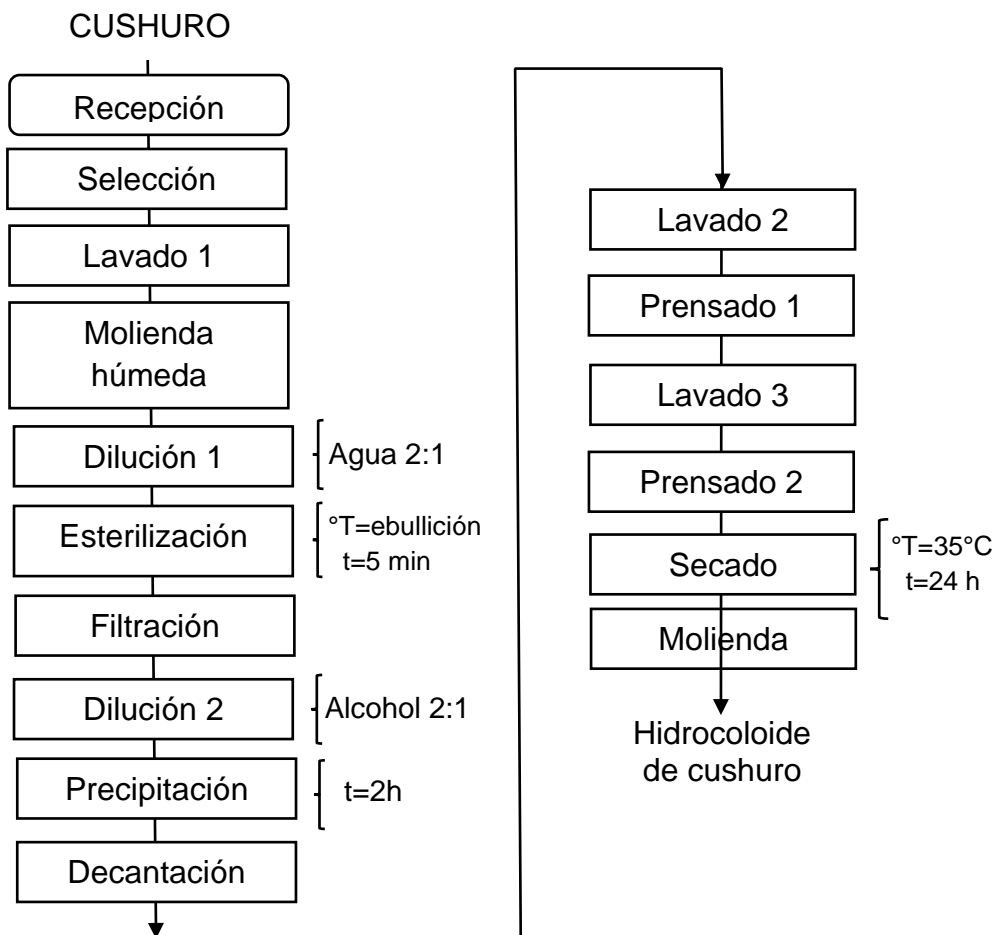


Figura 5. Flujograma de obtención de hidrocoloide de cushuro

Descripción del proceso de obtención de hidrocoloide de cushuro

- **Recepción.** - Se recibió el cushuro lavado en un ambiente adecuado para su manipulación.
- **Selección.** - Se seleccionó la materia prima de acuerdo con sus características físicas.
- **Lavado 1.** - Se realizó el lavado del cushuro con abundante agua.
- **Molienda húmeda.** - Se realizó la reducción de tamaño en una licuadora industrial.
- **Dilución 1.** - Se realizó la dilución con una relación de dos litros agua por cada kilogramo de cushuro (2:1).
- **Esterilización.** - Se realizó el proceso térmico para reducir y eliminar carga microbiana a una temperatura de ebullición por 5 minutos.
- **Filtración.** - Se realizó el filtrado con tela organza, este proceso debe realizarse en caliente para optimizar el rendimiento del cushuro.
- **Dilución 2.** - Se realizó la dilución con alcohol con una relación de dos litros de alcohol por cada litro de cushuro filtrado (2:1).
- **Precipitación.** - Para la precipitación se dejó reposar por un espacio de 2 horas.
- **Decantación.** - Consistió en separar el líquido de la parte sólida.
- **Lavado 2.** - Se realizó un lavado simple con alcohol al producto obtenido.
- **Prensado 1.** - Se realizó un prensado manual del producto para liberarlo del líquido.
- **Lavado 3.** - Se realizó el tercer lavado con alcohol del producto obtenido.
- **Prensado 2.** - Se realizó el segundo prensado manual.
- **Secado.** - El secado se realizó a una temperatura de 35 °C por un tiempo de 24 horas. Se mantuvo la materia prima hasta obtener un peso constante, luego se dejó enfriar.
- **Molienda.** - Luego de haber obtenido el hidrocoloide seco, se realizó la molienda para reducir el tamaño y posteriormente se procedió al pesado. El hidrocoloide obtenido se almacenó en un envase hermético.

3.7.1.3. Elaboración de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.

La formación de las películas se realizó por el método húmedo según Bertuzzi *et al.*, (2016), de acuerdo con la Figura 6, operaciones que comprenden:

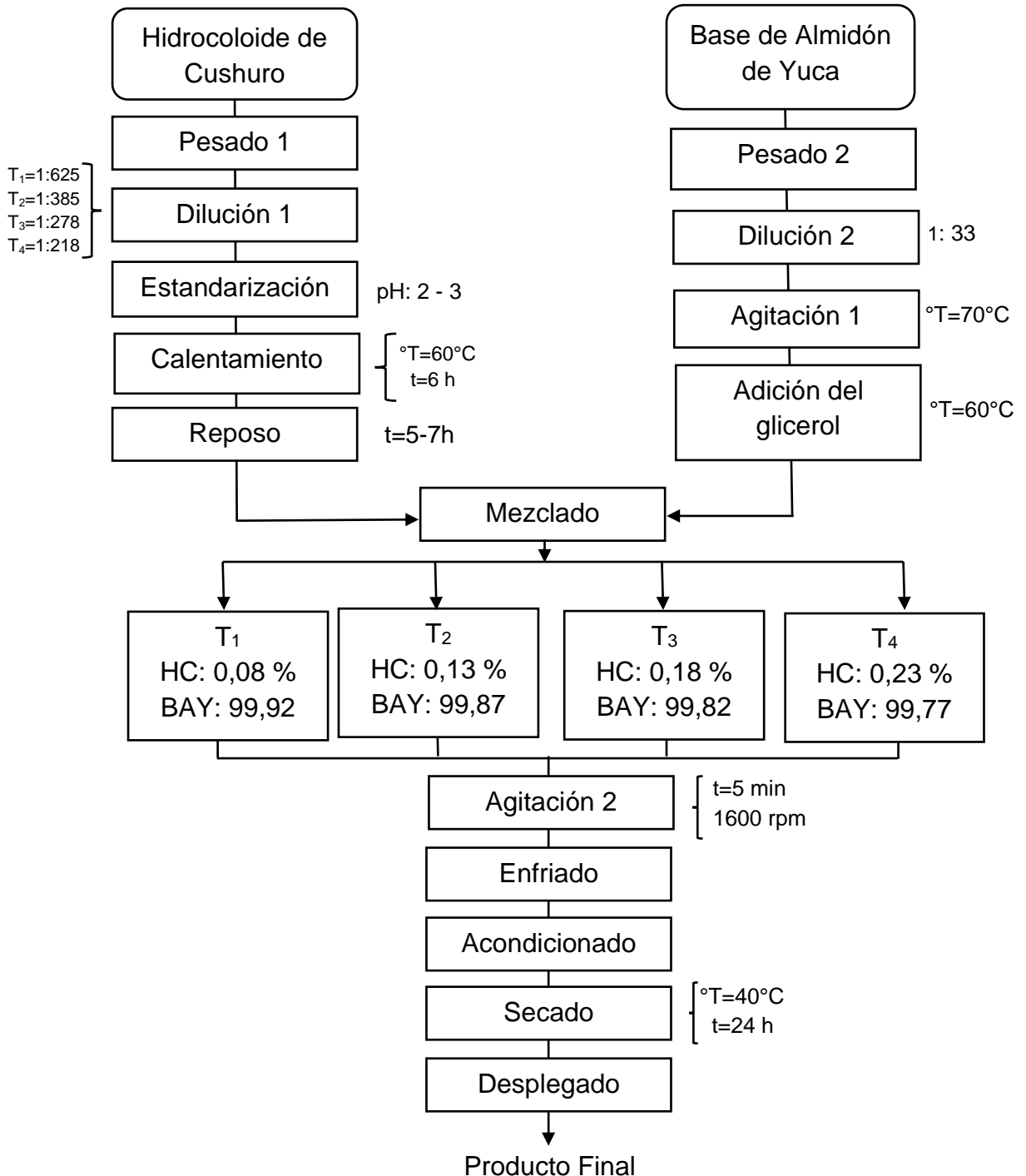


Figura 6. Flujograma de elaboración de películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro

Descripción del proceso de elaboración de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro:

a) Acondicionamiento del hidrocoloide de cushuro

- **Pesado 1.** - Se realizó el pesado del hidrocoloide de acuerdo con los tratamientos.
- **Dilución 1.** - Se realizó la dilución del hidrocoloide de cushuro en agua destilada de acuerdo con cada tratamiento en tubos Falcón.
- **Estandarización.** - Se realizó la estandarización de pH de 2 a 3.
- **Calentamiento.** - Se procedió a realizar el calentamiento a baño maría a 60 °C por un tiempo de 6 horas.
- **Reposo.** - Se dejó reposar al ambiente por un tiempo de 5 a 7 horas para que pueda diluir y homogenizarse.

b) Base de almidón de yuca

- **Pesado 2.** - Se pesó el almidón de yuca para la formulación de acuerdo con cada tratamiento.
- **Dilución 2.** - Se diluyó el almidón con agua destilada en la relación de 1:33.
- **Agitación 1.** - En esta operación se agitó constantemente en la cocina con magneto a una temperatura de 70 °C hasta formar una consistencia densa.
- **Adición del glicerol.** - Cuando el almidón se va tomando una consistencia densa, se baja la temperatura a 60 °C para adicionar el glicerol. En relación de 0.25 gramos de glicerol por cada gramo de almidón de yuca.

c) Formulación de la película

- **Mezclado.** - Se realizó el mezclado de la base de almidón de yuca con el hidrocoloide de cushuro.
- **Agitación 2.** - Se realizó la agitación por un tiempo de 5 min a 1600 rpm, para lograr la homogenización de la mezcla.
- **Enfriado.** - Terminando la agitación, se dejó enfriar a temperatura ambiente.

- **Acondicionado.** - La solución filmogénica final a base de almidón con hidrocoloide de cushuro, se extendió sobre superficies de silicona de 21x21 cm. El volumen añadido fue de 150 mL por molde en los distintos tratamientos.
- **Secado.** - Seguidamente se colocó las bandejas en la estufa a una temperatura de 40 °C por un tiempo de 24 horas.
- **Desplegado.** - Terminado el tiempo de secado se deja enfriar al ambiente para poder despegar de las bandejas y obtener finalmente las películas que fueron almacenados a temperatura ambiente.

3.7.2. Caracterización de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro

3.7.2.1. Propiedades Físicas

- a) El espesor fue medido con micrómetro digital (mm) en cinco ubicaciones aleatorias de cada formulación (AOAC, 1997).
- b) Densidad (AOAC, 1997).
- c) Capacidad de retención de agua (AOAC, 1997).
- d) Humedad, se determinó en la base seca de acuerdo con por el método gravimétrico en un horno a 100 ° C durante 24 h (AOAC, 1990).
- e) Solubilidad (AOAC, 1997).

3.7.2.2. Propiedades ópticas

La opacidad se midió con un colorímetro Minolta CR-400. Se usó como fondo una placa estándar blanco y otro negro para las mediciones de color de la película (AOAC, 1997).

3.7.2.3. Propiedades de barrera

Permeabilidad al vapor de agua (ASTM E96 / E96M, 2015). Las películas se cortaron y pesaron discos de las películas obtenidas, luego se colocaron como tapas de los envases de plásticos que contenían silica gel y estas a su vez se colocaron en campanas desecadoras con agua. Se realizó el control de los pesos cada 24 horas por 5 días.

3.7.2.4. Caracterización de grupos funcionales

Caracterización de grupos funcionales por Espectrometría Raman, realizado con el equipo Raman de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.7.3. Determinación del efecto de las películas en las características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento

Los tomates fueron cubiertos por el método de inmersión (Pérez *et al.*, 2003), durante 3 minutos en la solución formadora de película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro a 25 °C, luego se dejó secar por un tiempo de 8 horas a temperatura ambiente para evaluar su efecto en las características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas de los tomates durante su almacenamiento (°T=24,8 °C y HR=51 %) de acuerdo con las siguientes determinaciones:

3.7.3.1. Propiedades fisicoquímicas del tomate

- a) Sólidos solubles. - Se determinó mediante un refractómetro manual (AOAC, 1997).
- b) pH. - Se determinó mediante un potenciómetro previamente calibrado (AOAC, 1997).
- c) Acidez total: se determinó con el medidor de acidez por el método (AOAC, 1997).
- d) Índice de madurez: Se expresaron como sólidos solubles / acidez (AOAC, 1997).
- e) Pérdida de peso: Se determinó influencia de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro en la pérdida de peso de los tomates durante su almacenamiento y fueron expresados en porcentaje (AOAC, 1997).
- f) Firmeza: Se determinó la firmeza de los tomates con un texturómetro (AOAC, 1997).

3.7.3.2. Propiedades ópticas del tomate

La influencia de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro en el color de los tomates se determinó mediante el colorímetro Minolta CR - 400.

Los cuales se reportaron en los días 5, 10, 15 y 20 durante la evaluación de los tomates en almacenamiento.

3.7.3.3. Análisis microbiológicos: Hongos (Mohos y levaduras), Bacterias mesófilas aerobias (BMA) y *E. coli*

- a) Hongos (Mohos y levaduras), se determinó según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-111-SSA1-1994.
- b) Bacterias mesófilas aerobias (BMA), se determinó según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-092-SSA1-1994.
- c) *E. coli*, se determinó según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-112-SSA1-1994.

IV. RESULTADOS

4.1. Formulación de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro

Existen diferentes formulaciones de películas según el tipo de componentes poliméricos empleados en su formulación. En el presente trabajo de investigación se trabajó con proporciones de almidón de yuca e hidrocoloide de cushuro visualizados en la Tabla 10, que permitieron la formulación de la película. Previamente a ello se realizó obtención del almidón de yuca por el método de extracción por vía húmeda de acuerdo con la Figura 4 y la obtención de hidrocoloide de cushuro de acuerdo con la Figura 5, obteniendo los rendimientos reportados en la Tabla 11.

Tabla 11. *Rendimiento de la materia prima*

Materia prima	Rendimiento (%)
Almidón de yuca	9,80
Hidrocoloide de cushuro	0,20

La obtención de las películas se realizó de acuerdo con el procedimiento descrito en la Figura 6 para cada tratamiento, que posteriormente fueron almacenamos a temperatura ambiente. Para evaluar el efecto de los tratamientos en la formación de las películas, se procedió a realizar la caracterización de las mismas de acuerdo a sus propiedades físicas, ópticas y de barrera, cabe mencionar que aún no existe una norma que indique los estándares de calidad para películas alimentarias.

4.2. Caracterización de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.

4.2.1. Propiedades físicas, ópticas y de barrera de la película

Las películas formuladas fueron seleccionadas libre de daños para ser analizados de acuerdo con la Tabla 12, donde se muestra los valores de las propiedades físicas, ópticas y de barrera de las películas de los distintos tratamientos.

Tabla 12. Caracterización de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro

Característica	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Espesor (mm)	0,092±0,003 ^a	0,112±0,003 ^b	0,126±0,002 ^c	0,155±0,006 ^d
Densidad (g/cm ³)	1.82±0,00 ^d	0.98±0,00 ^b	1.05±0,00 ^c	0.66±0,00 ^a
Capacidad de retención de agua* (%)	145,59±3.81 ^b	146,12±0.92 ^b	120,44±0.99 ^a	205,08±4,43 ^c
Humedad (%)	12,70±0,58 ^b	10,00±2,88 ^{ab}	11,91±1,09 ^b	8,44±0,52 ^a
Solubilidad en agua (%)	10.51±1.50 ^a	28.52±2.99 ^c	17.15±1.85 ^b	36.33±3.74 ^d
Opacidad (%)	41,81±0,74 ^a	42,27±3,58 ^a	42,56±1,28 ^a	46,55±3,94 ^b
Permeabilidad (g mm kPa- 1 m ⁻² dia ⁻¹)	0,0003±0,0001 ^a	0,0015±0,0003 ^b	0,0022±0,0001 ^b	0,0051±0,0008 ^c

T₀: Testigo, T₁: 99,92 % Base de almidón de yuca – 0,08 % Hidrocoloide de cushuro, T₂: 99,87 % Base de almidón de yuca – 0,13 % Hidrocoloide de cushuro, T₃: 99,82 % Base de almidón de yuca – 0,18 % Hidrocoloide de cushuro, T₄: 99,77 % Base de almidón de yuca – 0,23 % Hidrocoloide de cushuro.

Los resultados son expresados como promedio ±SD, n=3. El análisis de varianza en vertical (columnas) están representados con letras alfabéticas, siendo el siguiente orden respectivamente: a > b > c > d (tratamientos).

*Base líquida (Formulaciones).

4.2.2. Caracterización de grupos funcionales de las películas por espectrometría Raman

Se realizó la caracterización de los grupos funcionales mediante la intensidad de dispersión por espectrometría Raman. Las Figuras del 7 al 10 muestran los resultados de las propiedades funcionales predominantes de cada tratamiento de estudio de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro (ver anexo 04).

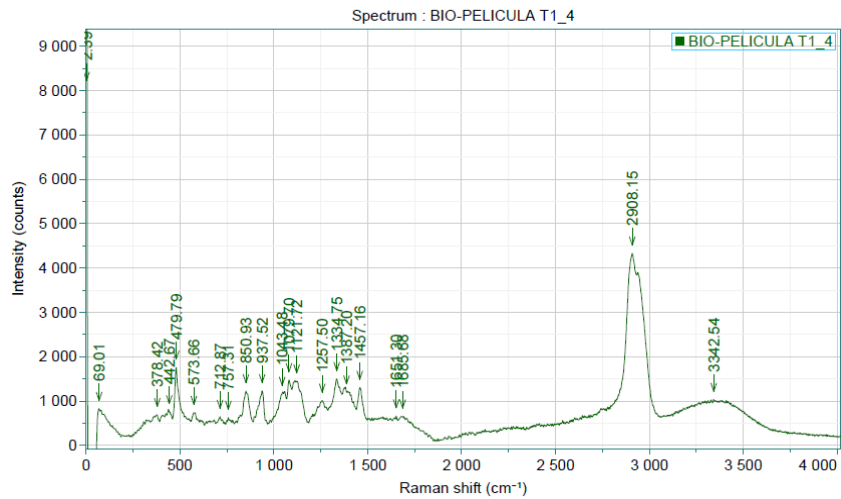


Figura 7. Grupos funcionales del tratamiento 1

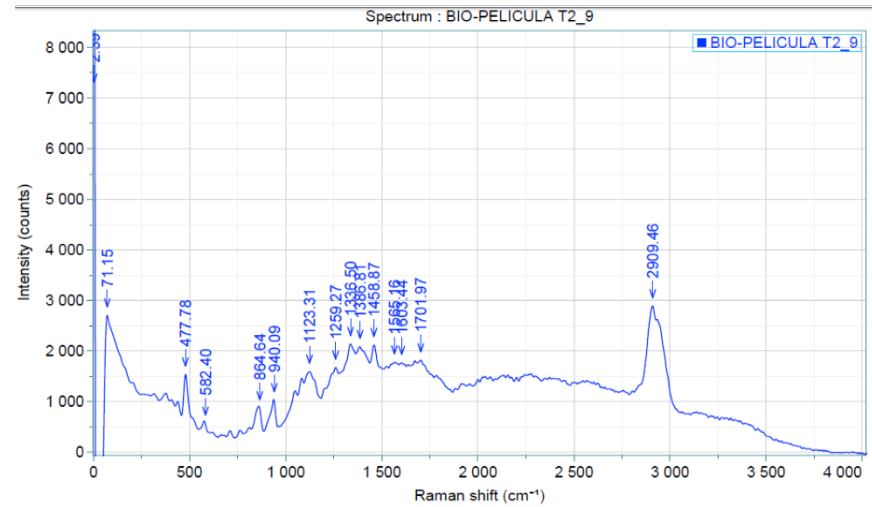


Figura 8. Grupos funcionales del tratamiento 2

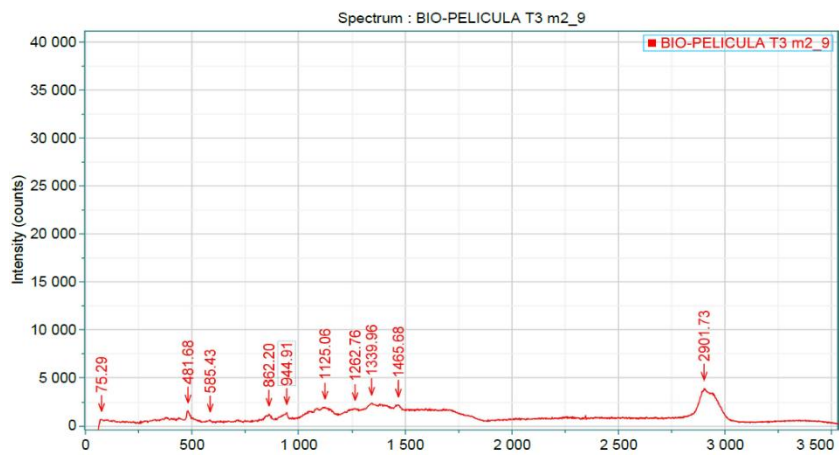


Figura 9. Grupos funcionales del tratamiento 3

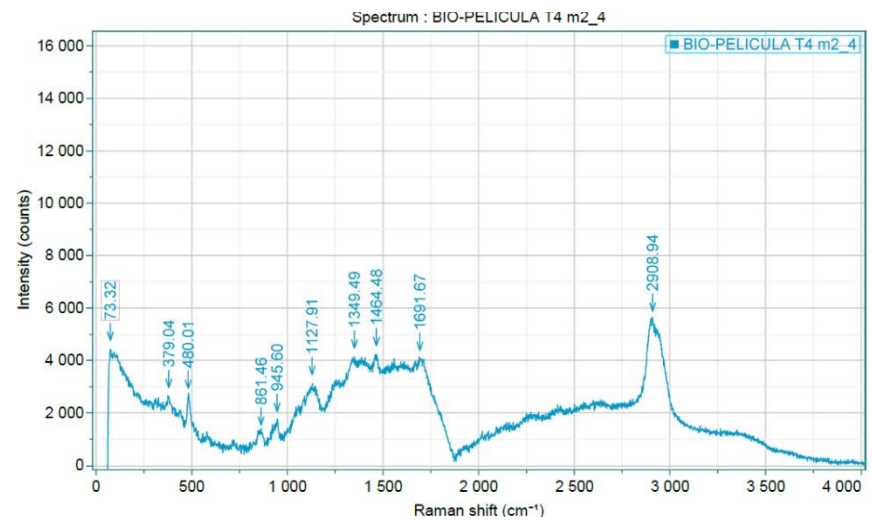


Figura 10. Grupos funcionales del tratamiento 4

4.3. Determinación del efecto de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro en las características fisicoquímicas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento.

4.3.1. Caracterización fisicoquímica del tomate

En la Tabla 13 se visualiza los resultados de la caracterización fisicoquímica de tomate antes de recubrirlos con la solución formadora de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.

Tabla 13. *Caracterización fisicoquímica del tomate*

Característica	Tomate
pH	4,39
Sólidos Solubles (%)	5,23
Acidez (%)	0,89
Índice de madurez (Sólidos solubles/acidez)	5,88

4.3.2. Características fisicoquímicas y ópticas del tomate durante su almacenamiento

Durante la investigación se realizó el seguimiento de las características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas de los tomates durante su almacenamiento. Los días de evaluación de las características fisicoquímicas y ópticas fueron los días 5, 10, 15 y 20. La Tabla 14 presenta los resultados del efecto de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro en las características fisicoquímicas del tomate durante su almacenamiento.

Tabla 14. Caracterización fisicoquímica de los tomates durante su almacenamiento

Días	Características	Tratamientos				
		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
5	pH	4,41±0,01 ^{a, ¥φ}	4,43±0,02 ^{a, φ}	4,39±0,03 ^{a, ¥}	4,46±0,02 ^{a, ¥φ}	4,55±0,02 ^{a, ¥φ}
10		4,30±0,02 ^{ab, ¥φ}	4,53±0,02 ^{ab, φ}	4,47±0,0 ^{ab, ¥}	4,32±0,02 ^{ab, ¥φ}	4,75±0,04 ^{ab, ¥φ}
15		4,55±0,02 ^{ab, ¥φ}	4,59±0,01 ^{ab, φ}	4,44±0,01 ^{ab, ¥}	4,48±0,05 ^{ab, ¥φ}	4,35±0,01 ^{ab, ¥φ}
20		4,58±0,03 ^{b, ¥φ}	4,60±0,00 ^{b, φ}	4,50±0,05 ^{b, ¥}	4,58±0,03 ^{b, ¥φ}	4,44±0,03 ^{b, ¥φ}
5	Sólidos Solubles (%)	5,20±0,35 ^{a, ¥}	3,70±0,00 ^{a, φ}	3,43±0,12 ^{a, φ}	4,37±0,06 ^{a, ω}	4,07±0,06 ^{a, ω}
10		4,60±0,00 ^{b, ¥}	5,63±0,32 ^{b, φ}	4,93±0,15 ^{b, φ}	6,10±0,10 ^{b, ω}	6,13±0,12 ^{b, ω}
15		4,77±0,38 ^{bc, ¥}	5,23±0,06 ^{bc, φ}	5,03±0,23 ^{bc, φ}	4,80±0,26 ^{bc, ω}	5,17±0,64 ^{bc, ω}
20		4,50±0,10 ^{c, ¥}	5,37±0,15 ^{c, φ}	5,37±0,06 ^{c, φ}	4,97±0,15 ^{c, ω}	5,67±0,06 ^{c, ω}
5	Acidez (%)	0,69±0,01 ^{a, ¥}	0,61±0,01 ^{a, φ}	0,51±0,02 ^{a, ω}	0,63±0,01 ^{a, φ}	0,54±0,10 ^{a, ω}
10		0,92±0,06 ^{a, ¥}	0,61±0,00 ^{a, φ}	0,54±0,01 ^{a, ω}	1,05±0,01 ^{a, φ}	0,72±0,01 ^{a, ω}
15		0,59±0,01 ^{a, ¥}	0,44±0,00 ^{a, φ}	0,57±0,05 ^{a, ω}	0,53±0,01 ^{a, φ}	0,63±0,01 ^{a, ω}
20		0,58±0,02 ^{b, ¥}	0,52±0,08 ^{b, φ}	0,55±0,01 ^{b, ω}	0,56±0,02 ^{b, φ}	0,61±0,03 ^{b, ω}

T₀: Testigo, T₁: 99,92 % Base de almidón de yuca – 0,08 % Hidrocoloide de cushuro, T₂: 99,87 % Base de almidón de yuca – 0,13 % Hidrocoloide de cushuro, T₃: 99,82 % Base de almidón de yuca – 0,18 % Hidrocoloide de cushuro, T₄: 99,77 % Base de almidón de yuca– 0,23 % Hidrocoloide de cushuro.

Los resultados son expresados como promedio ±SD, n=3. El análisis de varianza en horizontal (filas) están representados con letras alfabéticas y en forma vertical (columnas) están representados con símbolos, , siendo el siguiente orden respectivamente: a > b > c > d (días) y ¥ > φ > ω (tratamientos).

Continuación de la **Tabla 14. Caracterización fisicoquímica de los tomates durante su almacenamiento**

Días	Características	Tratamientos				
		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
5	Índice de madurez	7,57±0,47 ^{ab,¥}	6,07±0,10 ^{ab,ω}	6,70±0,41 ^{ab,φω}	6,89±0,08 ^{ab,¥φ}	7,72±1,58 ^{ab,φω}
10		5,02±0,34 ^{a,¥}	9,23±0,53 ^{a,ω}	9,08±0,18 ^{a,φω}	5,18±0,13 ^{a,¥φ}	8,52±0,20 ^{a,φω}
15		8,03±0,59 ^{ab,¥}	11,99±0,15 ^{ab,ω}	8,87±0,72 ^{ab,φω}	9,00±0,44 ^{ab,¥φ}	8,19±0,89 ^{ab,φω}
20		7,77±0,38 ^{b,¥}	10,47±1,63 ^{b,ω}	9,70±0,20 ^{b,φω}	8,82±0,26 ^{b,¥φ}	9,26±0,56 ^{b,φω}
5	Pérdida de peso (%)	11,64±0,57 ^{a,φ}	8,82±0,93 ^{a,φ}	5,97±1,98 ^{a,¥}	13,28±0,67 ^{a,φ}	4,17±1,11 ^{a,¥}
10		15,48±0,20 ^{b,φ}	13,88±0,12 ^{b,φ}	8,68±0,59 ^{b,¥}	17,96±0,20 ^{b,φ}	8,70±0,25 ^{b,¥}
15		19,90±0,40 ^{c,φ}	18,16±0,00 ^{c,φ}	9,87±0,10 ^{c,¥}	21,16±0,10 ^{c,φ}	11,31±0,21 ^{c,¥}
20		26,24±0,36 ^{d,φ}	20,36±0,10 ^{d,φ}	13,88±0,17 ^{d,¥}	22,88±0,20 ^{d,φ}	14,93±0,15 ^{d,¥}
5	Firmeza (N)	16,51±1,82 ^{a,φ}	13,36±1,17 ^{a,φ}	7,73±0,88 ^{a,¥φ}	9,68±2,00 ^{a,φ}	8,05±0,77 ^{a,¥}
10		12,57±3,95 ^{ab,φ}	10,71±0,83 ^{ab,φ}	12,60±1,20 ^{ab,¥φ}	16,43±1,13 ^{ab,φ}	13,17±3,80 ^{ab,¥}
15		9,79±1,56 ^{ab,φ}	16,77±1,47 ^{ab,φ}	14,30±1,07 ^{ab,¥φ}	16,39±1,81 ^{ab,φ}	6,10±0,56 ^{ab,¥}
20		13,57±1,06 ^{b,φ}	13,76±2,44 ^{b,φ}	14,11±2,29 ^{b,¥φ}	16,61±0,55 ^{b,φ}	12,83±2,51 ^{b,¥}

T₀: Testigo, T₁: 99,92 % Base de almidón de yuca – 0,08 % Hidrocoloide de cushuro, T₂: 99,87 % Base de almidón de yuca – 0,13 % Hidrocoloide de cushuro, T₃: 99,82 % Base de almidón de yuca – 0,18 % Hidrocoloide de cushuro, T₄: 99,77 % Base de almidón de yuca – 0,23 % Hidrocoloide de cushuro.

Los resultados son expresados como promedio ±SD, n=3. El análisis de varianza en horizontal (filas) están representados con letras alfabéticas y en forma vertical (columnas) están representados con símbolos, , siendo el siguiente orden respectivamente: a > b > c > d (días) y ¥ > φ > ω (tratamientos).

La Tabla 15 visualiza los resultados del efecto de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro en las características ópticas del tomate durante su almacenamiento.

Tabla 15. Caracterización óptica del tomate durante su almacenamiento

Días	Característica	Tratamientos				
		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
5	L	34,40±1,15 ^{a,¥}	36,00±3,36 ^{a,¥}	34,53±1,29 ^{a,¥}	36,67±2,08 ^{a,¥}	35,93±2,31 ^{a,¥}
	a	34,10±2,55 ^{a,¥}	32,03±2,90 ^{a,¥}	27,67±3,63 ^{a,¥}	24,47±5,69 ^{a,¥}	33,30±1,11 ^{a,¥}
	b	25,00±4,85 ^{a,¥}	27,80±2,10 ^{a,¥}	25,47±2,60 ^{a,¥}	22,63±1,76 ^{a,¥}	27,30±0,46 ^{a,¥}
	ΔE	5,4±0,75 ^{a,¥}	4,83±3,63 ^{a,¥}	7,20±4,07 ^{a,¥}	11,70±5,74 ^{a,¥}	6,53±3,10 ^{a,¥}
10	L	34,93±1,22 ^{ab,¥}	36,13±3,17 ^{ab,¥}	35,13±1,50 ^{ab,¥}	37,43±2,18 ^{ab,¥}	37,00±2,26 ^{ab,¥}
	a	34,97±2,31 ^{ab,¥}	32,30±2,82 ^{ab,¥}	28,20±3,32 ^{ab,¥}	25,47±6,03 ^{ab,¥}	34,70±2,29 ^{ab,¥}
	b	25,77±4,62 ^{ab,¥}	27,97±1,94 ^{ab,¥}	26,20±2,15 ^{ab,¥}	23,70±1,92 ^{ab,¥}	28,37±0,81 ^{ab,¥}
	ΔE	5,73±0,80 ^{ab,¥}	4,97±3,65 ^{ab,¥}	7,43±4,27 ^{ab,¥}	12,57±5,48 ^{ab,¥}	6,73±2,87 ^{ab,¥}
15	L	36,53±1,55 ^{ab,¥}	37,23±3,76 ^{ab,¥}	36,30±1,75 ^{ab,¥}	38,70±1,71 ^{ab,¥}	38,57±1,86 ^{ab,¥}
	a	36,23±2,14 ^{ab,¥}	33,00±2,72 ^{ab,¥}	29,10±3,73 ^{ab,¥}	27,13±5,86 ^{ab,¥}	34,87±3,61 ^{ab,¥}
	b	27,63±4,76 ^{ab,¥}	29,17±1,99 ^{ab,¥}	27,60±2,72 ^{ab,¥}	24,83±0,93 ^{ab,¥}	30,83±2,15 ^{ab,¥}
	ΔE	6,50±0,90 ^{ab,¥}	5,43±3,33 ^{ab,¥}	8,10±4,39 ^{ab,¥}	13,33±6,16 ^{ab,¥}	7,87±2,36 ^{ab,¥}
20	L	37,13±1,44 ^{b,¥}	38,10±4,65 ^{b,¥}	37,27±1,80 ^{b,¥}	40,43±0,58 ^{b,¥}	43,50±2,12 ^{b,¥}
	a	36,80±1,84 ^{b,¥}	33,20±2,62 ^{b,¥}	29,83±4,87 ^{b,¥}	30,67±6,48 ^{b,¥}	37,40±3,40 ^{b,¥}
	b	30,20±4,45 ^{b,¥}	30,03±1,97 ^{b,¥}	29,33±2,53 ^{b,¥}	27,43±0,95 ^{b,¥}	33,93±1,18 ^{b,¥}
	ΔE	6,97±0,90 ^{b,¥}	5,83±3,53 ^{b,¥}	8,73±3,99 ^{b,¥}	14,93±5,82 ^{b,¥}	9,53±2,74 ^{b,¥}

T₀: Testigo, T₁: 99,92 % Base de almidón de yuca – 0,08 % Hidrocoloide de cushuro, T₂: 99,87 % Base de almidón de yuca – 0,13 % Hidrocoloide de cushuro, T₃: 99,82 % Base de almidón de yuca – 0,18 % Hidrocoloide de cushuro, T₄: 99,77 % Base de almidón de yuca– 0,23 % Hidrocoloide de cushuro.

Los resultados están expresados como promedio ±SD, n=3. El análisis de varianza en horizontal (filas) están representados con letras alfabéticas y en forma vertical (columnas) están representados con símbolos, siendo el siguiente orden respectivamente: a > b > c > d (días) y ¥ > φ > ω (tratamientos).

4.3.3. Análisis microbiológico del tomate durante su almacenamiento

La Tabla 16 indica los resultados de la evaluación microbiológica de los tomates recubiertos por la solución formadora de película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro. Los análisis microbiológicos de los tomates almacenados se realizaron en los días 7, 14 y 20 de investigación.

Tabla 16. Caracterización microbiológica del tomate durante su almacenamiento

Días	Características	Tratamientos				
		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
7	(*) Mohos (ufc/g)	267 ^{b, ¥}	1850 ^{b, ¥}	74 ^{b, ¥}	1100 ^{b, φ}	767 ^{b, ¥}
14		1 ^{a, ¥}	200 ^{a, ¥}	167 ^{a, ¥}	13554 ^{a, φ}	1534 ^{a, ¥}
20		200 ^{ab, ¥}	3747 ^{ab, ¥}	334 ^{ab, ¥}	1667 ^{ab, φ}	44 ^{ab, ¥}
7	Levaduras (ufc/g)	1	<1Log	1	<1Log	<1Log
14		<1Log	<1Log	<1Log	<1Log	<1Log
20		<1Log	<1Log	<1Log	<1Log	<1Log
7	Bacterias Mesófilas Aerobias - BMA (ufc/g)	<1Log	<1Log	<1Log	<1Log	<1Log
14		<1Log	<1Log	<1Log	<1Log	<1Log
20		<1Log	<1Log	<1Log	<1Log	<1Log
7	E. Coli (ufc/g)	<1Log	<1Log	<1Log	<1Log	<1Log
14		<1Log	<1Log	<1Log	<1Log	<1Log
20		<1Log	<1Log	<1Log	<1Log	<1Log

T₀: Testigo, T₁: 99,92 % Base de almidón de yuca – 0,08 % Hidrocoloide de cushuro, T₂: 99,87 % Base de almidón de yuca – 0,13 % Hidrocoloide de cushuro, T₃: 99,82 % Base de almidón de yuca – 0,18 % Hidrocoloide de cushuro, T₄: 99,77 % Base de almidón de yuca – 0,23 % Hidrocoloide de cushuro.

El análisis de varianza en horizontal (filas) están representados con letras alfabéticas y en forma vertical (columnas) están representados con símbolos, siendo el siguiente orden respectivamente: a > b > c > d (días) y ¥ > φ > ω (tratamientos).

*<1Log: cantidades no detectadas.

V. DISCUSIÓN

5.1. De la formulación de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro

Previamente a la obtención de películas, se realizó la obtención del almidón de yuca e hidrocoloide de cushuro por procedimientos separados. En la obtención del almidón se trabajó con yuca de la variedad “señorita”, donde se obtuvo un rendimiento del 9,8 %, resultado inferior a lo descrito por Ruiz (2009), quien reportó un rendimiento de 12,8 en su investigación, esta diferencia probablemente esté relacionado a la procedencia de la yuca, con el tipo de suelo y condiciones climáticas. Asimismo, el porcentaje de rendimiento de hidrocoloide de cushuro fue de 0,20 %, superior a lo indicado por Roldan (2015), que estaría relacionado al método de extracción del hidrocoloide.

Se realizó la formación de la película de los distintos tratamientos por el proceso húmedo mencionado por Bertuzzi *et al.*, (2016), obteniendo películas con mayor resistencia con la adición de hidrocoloide de cushuro en la matriz polimérica (Kester *et al.*, 1986). De la misma forma, la adición de glicerol como plastificante penetró las cadenas de polímero debilitando la interacción entre los materiales de polímero como en los polisacáridos y aumentaron su flexibilidad y extensibilidad (Su *et al.*, 2010), mejoró los enlaces de la matriz polimérica, ya que estos interactúan con las unidades de glucosa en el almidón a través de enlaces de hidrógeno, lo que altera las fuertes interacciones entre las cadenas inter e intramoleculares formadas durante la formación de la película (Ivanič *et al.*, 2017).

5.2. De la caracterización de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro

5.2.1. De las propiedades físicas de las películas

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 12, el espesor de las películas varió de $0,092 \pm 0,003$ mm a $0,155 \pm 0,006$ mm, con diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las formulaciones. El aumento de la concentración de hidrocoloide de cushuro condujo a un mayor espesor de las películas, atribuido al mayor contenido de sólidos añadidos a la matriz polimérica y con ello se incrementa la resistencia a la transferencia de masa (Morales, 2011), considerado como un parámetro para determinar las propiedades físicas de los

biopolímeros (Delgado *et al.*, 2018), ya que la propiedad de permeabilidad al vapor de agua y opacidad estarían directamente relacionados al espesor. Por su parte, Ayquipa (2018), observó un efecto similar, donde la adición de mucílago de tuna aumentó el espesor de las películas de almidón de cascara de papa, que oscilan entre 0,170 mm y 0,280 mm, para la película de control y la película con mayor concentración de mucilago, respectivamente. Por otro lado, los resultados son superiores a lo reportado por Kripa *et al.*, (2019), al obtener valores de 0,043 a 0,063 mm de espesor para películas compuestas a base de nano almidón de frijol mungo. Estas variaciones estarían relacionado a los componentes empleados en la formulación de la película y la interacción molecular de las mismas.

Con relación a los valores de densidad (g/cm^3) de las películas fueron para el $T_1=1,82 \pm 0,00$, $T_2 =0,98 \pm 0,00$, $T_3=1,05 \pm 0,00$ y $T_4 =0,66 \pm 0,00$, evidencian diferencias entre tratamientos ($p < 0,05$) con tendencia a disminuir en función a la cantidad porcentual del hidrocoloide, resultados que discrepan de lo obtenido por Ayquipa (2018), al obtener valores de densidad relacionados directamente a la cantidad de mucilago de tuna en su formulación en el rango de 1,03 hasta 1,70 g/cm^3 , es probablemente que dicha deferencia esté relacionado a la variación de la masa de las películas formuladas, a mayor cantidad porcentual de hidrocoloide reduce la humedad y disminuyendo la masa. Igualmente, los resultados obtenidos estarían influenciados por la interacción molecular de los componentes en el homogenizado de la formulación y el método artesanal de la obtención la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.

En cuanto a los resultados de porcentaje capacidad de retención de agua de las películas fueron $T_1=145,59 \pm 3,81$, $T_2 =146,12 \pm 0,92$, $T_3=120,44 \pm 0,99$ y $T_4 =205,08 \pm 4,43$ donde se observa diferencias significativas ($p < 0,05$), superiores a lo reportado por Ayquipa (2018), valores de CRA entre el rango de 15,31 a 38,47 %. Los resultados obtenidos estarían directamente relacionados a la cantidad porcentual del hidrocoloide dado que el hidrocoloide es un producto altamente higroscópico, observándose mayor valor para el tratamiento T_4 , propiedad que predice la calidad del envase y almacenamiento de los productos (Srinivasa *et al.*, 2007). Asimismo, Valderrama *et al.*, (2016) indica que es un

parámetro fisicoquímico importante que está relacionada con la textura y firmeza de la película, probablemente debido a la capacidad de enlazarse de los compuestos. Por otro lado, en algunos casos esta propiedad en las películas es deseable para trabajar con alimentos con alto contenido de humedad, ya que absorben el exceso de agua de la superficie (Moradi M., *et al.*, 2012).

Con respecto a los resultados de porcentaje de humedad de las películas en estudio fueron en el orden $T_1 > T_3 > T_2 > T_4$ mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$). Al respecto Tharanathan *et al.*, (2002), indica que el porcentaje de humedad deseable en la película seca es de 5 a 8 % para su fácil desprendimiento del material base, ante esto es importante mencionar que en los tratamientos en estudio no se evidenció problemas de desprendimiento de la película del material base, que posiblemente esté relacionado con el tipo de material base empleado, ya que en la presente investigación se trabajó sobre superficies de silicona. Los resultados obtenidos son superiores a lo reportado por Kripa *et al.*, (2019) que en su investigación logró reducir la humedad de películas de almidón de $8,03 \pm 0,26$ % a $4,80 \pm 0,48$ % con la incorporación de nano almidón en su formulación. De acuerdo con los resultados, el porcentaje de humedad de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro probablemente se vieron influenciadas por el valor porcentual de hidrocoloide en su formulación, mostrando una tendencia a reducir, donde el tratamiento T_4 reportó mayor estabilidad de la película (Oregel-Zamudio *et al.*, 2016). Un efecto distinto reportó Ayquipa (2018), mostrando tendencia a incrementar, valores desde 20,28 % a 25,13 % en función directamente proporcional a la cantidad de mucilago de cáscara de tuna en su formulación. Finalmente, la determinación de la humedad de la película es importante para prevenir o reducir su deterioro microbiano durante su almacenamiento prolongado (Kader, 1989).

Por otra parte, el porcentaje de solubilidad en agua de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro fueron para el $T_1 = 10,51 \pm 1,50$; $T_2 = 28,52 \pm 2,99$; $T_3 = 17,15 \pm 1,85$ y $T_4 = 36,33 \pm 3,74$, donde el tratamiento T_4 presentó mayor porcentaje de solubilidad, relacionado con la menor resistencia al agua y que podrían afectar sus futuras aplicaciones (Roblejo, 2009), propiedad que indica su biodegradabilidad Nouri *et al.*, (2014). Asimismo, los resultados obtenidos

fueron inferiores a lo reportado por Kripa *et al.*, (2019), solubilidad en agua de $37,99 \pm 0,47$ a $34,11 \pm 0,40\%$ en películas con incorporación de nano almidón a una concentración de 0,5 a 10,0 %, lo mismo con lo reportado por Arredondo (2012), alcanzando una solubilidad de $96,73 \pm 0,46$ en películas comestibles activo a base de almidón modificado de maíz ceroso incorporado cera de abeja como agente hidrofóbico. Esta variación es probablemente a causa de la formación de los componentes de la matriz estructural de la película por lo que su tolerancia o afinidad por el agua depende directamente de su composición química. De los resultados reportados, los tratamientos presentan diferencias estadísticas ($p < 0,05$), mostrando una tendencia a incrementar en función a la cantidad porcentual de hidrocoloide en la película, al ser un biopolímero soluble en agua y de alto peso molecular (Muños, 2011). Sin embargo, el tratamiento T₃ reportó una disminución del porcentaje de solubilidad en agua, que probablemente estaría influenciado por la interacción molecular de los componentes en el homogenizado de la formulación y el método artesanal de la obtención la película a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro, así como también puede verse influenciada por el glicerol, empleado como plastificante en la formulación, debido a su naturaleza higroscópica (Sothornvit, 2014).

5.2.2. De las propiedades ópticas de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro

De los resultados reportados en la Tabla 12, se observa diferencias estadísticas ($p < 0,05$), los valores del porcentaje de opacidad van aumentando para cada tratamiento conforme aumenta el contenido porcentual de hidrocoloide, encontrándose el valor más alto al 0,23 % en el tratamiento T₄ = $46,55 \pm 3,94$, coincidiendo con lo reportado por Arredondo (2012), al incrementar la opacidad de las películas comestibles formuladas con la adición de cera de abeja con agente hidrofílico hasta $41,15 \pm 0,04$ UA*nm. Por otro lado, superior a lo mencionado por La Fuente *et al.*, (2019), donde reportaron valores de $16,12 \pm 3,97$ % en películas biodegradables a partir de almidón de yuca modificado con ozono por 15 minutos. Además, se observa que la densidad de las películas formuladas está directamente relacionada a su opacidad, que juega un papel en

el control de la incidencia de la luz sobre el producto, afectando directamente su calidad (Taqi, Mutihac y Stamatina, 2014).

5.2.3. De las propiedades de barrera de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide cushuro

Con respecto a las propiedades de barrera de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide cushuro, se evaluó la permeabilidad al vapor de agua (PVA), observando una variación directamente proporcional en función a la cantidad porcentual de hidrocoloide. Donhower *et al.*, (1994), indica que, al utilizar hidrocoloide como parte de la composición de una película, no favorece al control de la permeabilidad al vapor de agua debido a su carácter hidrofílico, razón por la cual el $T_4=0,0051 \pm 0,0008 \text{ g mm kPa}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ presentó mayor valor, lo mismo se observa en lo obtenido por Ayquipa (2018), al incrementar el valor de PVA con la incorporación de cera de abeja en la formulación de la película. Por el contrario, Qin *et al.*, (2019), logró reducir el valor de PVA con la incorporación de antocianinas de *lycium ruthenicum Murr* (LRA) en su formulación. Finalmente, los resultados visualizados en la Tabla 12, son inferiores a los reportado por La Fuente *et al.*, (2019), al obtener valor de PVA de $29,95 \pm 1,72$ en películas biodegradables a partir de almidón de yuca modificado por ozono.

De acuerdo con los resultados obtenidos, es conveniente afirmar que los valores de PVA fueron influenciados por la composición de la formulación, especialmente del hidrocoloide de cushuro, que al ser un polímero soluble en agua y de alto peso molecular incrementa su permeabilidad al vapor de agua, por lo que se recomienda su aplicación en películas para alimentos donde el control de la migración de vapor de agua no sea el objetivo (Muños, 2011). Igualmente, estarían inferidos por el espesor de la película y el contenido de glicerol como lo indica Basiak *et al.*, (2017). Para mantener la frescura de los alimentos, el valor de PVA debe mantenerse lo más bajo posible, esta propiedad se ve afectado por algunos factores como las propiedades estructurales y químicas del esqueleto polimérico, la interacción hidrofóbica en la película, la concentración y el tipo de aditivos (Aguirre-Loredo *et al.*, 2016).

5.2.4. De la caracterización de grupos funcionales de las películas de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro

La caracterización de los grupos funcionales presentes en las películas formuladas fue analizada por el método de Espectrometría Raman donde se identificaron grupos funcionales predominantes en los rangos de 2908,15 cm^{-1} a los 2917 cm^{-1} de la longitud de onda Stokes. Al respecto Moudache *et al.*, (2017), indica que sus picos de la longitud de onda Stokes varían de 2890 cm^{-1} a 1085 cm^{-1} , debido a la determinación de instauración total en sus muestras. Los grupos funcionales predominantes fueron el azufre probablemente debido al contenido de aminoácidos azufrados del cushuro; alcoholes arrastrados del proceso de extracción del hidrocoloide y polímeros por el empleo del almidón de yuca. La determinación de los grupos funcionales en las películas ayudaría a inferir en el posible funcionamiento de las películas.

5.3. De la determinación del efecto de las películas en las características fisicoquímicas y microbiológicas del tomate durante su almacenamiento

5.3.1. De la caracterización fisicoquímica del tomate

Los tomates en estado de madurez 6 se encontraron dentro del rango de pH de 4 a 5 (Arana *et al.*, 2007), sólidos solubles en el rango de 4 a 6 °Brix (Ramírez *et al.*, 2004) y de 3,5 a 7,0 °Brix (Cantwell, 2004), pero superior al rango de 3,8 a 4,5 °Brix (Lamúa, 2000), probablemente debido al estrés de recolección donde se activan las enzimas responsables de la hidrólisis del almidón (α - y β -amilasas), el contenido de almidón decrece y el de los azúcares solubles aumenta durante la maduración (Hernández, 2013). Con respecto a lo reportado en cuanto al porcentaje de acidez es superior a lo descrito por (Cantwell, 2004; Lamúa, 2000), posiblemente estaría relacionado a la degradación de la pared de la fruta, ocasionando mayor liberación de ácidos orgánicos a consecuencia de un mal manejo post cosecha.

5.3.2. De la caracterización fisicoquímica y óptica del tomate durante su almacenamiento

De la evaluación de pH, los valores reportados en la Tabla 14 presentan diferencias estadísticas ($p < 0,05$), manteniéndose en el intervalo de 4 a 5 (Arana

et al., 2007), mostrando tendencia a incrementar transcurridos los días de almacenamiento, debido a que los ácidos orgánicos de reserva presentes en las vacuolas de las células son transformados a azúcares, utilizados para la respiración, ocasionando la disminución de la acidez del medio y con ello un aumento del pH (Berbesí *et al.*, 2006). Los tratamientos T₀, T₂, T₃ y T₄ mostraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) respecto al tratamiento T₁. En cuanto a los días 5, 10 y 15 no presentaron diferencias estadísticas ($p > 0,05$), es decir el pH se mantuvo constante hasta el día 15, sin embargo, presentó cambios en el día 20.

En la investigación no se evidenció retardo en el desarrollo de los SST frente a la muestra testigo, discrepando de los resultados obtenidos por Barco (2011), comportamiento que posiblemente este influenciado por el índice de madurez de los tomates en la evaluación, continuando con su proceso metabólico propio de los productos climatéricos. En el transcurso de los días, los resultados de la evaluación de sólidos solubles mostraron fluctuaciones, manteniéndose dentro del rango de 3,5 a 7 (Cantwell, 2004). El tratamiento T₀ mostró diferencias significativas respecto a los otros tratamientos, los tratamientos T₁ y T₂ son iguales estadísticamente, lo mismo ocurre con los tratamientos T₃ y T₄. Referente a los días de almacenamiento, el día 5 reportó diferencia estadística frente a los demás. Mientras que en los días 10 y 15 no tienen diferencias estadísticas, a diferencia del día 20 ($D_5 > D_{10} = D_{15} > D_{20}$).

De la evaluación del porcentaje de acidez de los tomates, los datos reportados mostraron fluctuaciones con tendencia a disminuir (Reina, 1998). Es importante mencionar que dichas fluctuaciones estarían influenciadas por las características fisicoquímicas de los tomates en estudio (estado de madurez y el porcentaje de acidez) y las condiciones de almacenamiento. En cuanto a los tratamientos, el tratamiento T₀ presenta diferencia estadística frente a los otros tratamientos, siendo los tratamientos T₁ y T₃ cercanos al tratamiento T₀, variación que estaría influenciada por el índice de madurez de los tomates, al no presentar uniformidad en la madurez fisiológica al inicio de la evaluación, otro factor a considerar sería la variedad del tomate. Respecto a los días 5, 10 y 15 no mostraron diferencias estadísticas, a diferencia del día 20 ($D_5 = D_{10} = D_{15} > D_{20}$).

Con relación a la evaluación de índice de madurez de los tomates, los resultados oscilaron de 5 a 12, evidenciando una tendencia a incrementar durante el almacenamiento. Asimismo, no se reportó un retraso del índice de madurez frente a la muestra testigo, diferenciándose con lo que mencionan Andrade *et al.*, (2013), comportamiento que estarían afectados por la madurez fisiológica de los tomates en evaluación. En cuanto a los tratamientos T_0 y T_3 no tienen diferencias estadísticas, lo mismo ocurrió con los tratamientos T_2 y T_4 , mientras que el tratamiento T_1 presentó diferencia estadística con los otros tratamientos ($T_0=T_3>T_2=T_4>T_1$). En relación a los días 5, 10 y 15 no mostraron diferencias estadísticas, a diferencia del día 20 de evaluación ($D_5 = D_{10} = D_{15} > D_{20}$).

Con respecto a la evaluación del porcentaje de pérdida de peso de los tomates durante su almacenamiento, se observó una reducción de pérdida de peso con la aplicación de la solución formadora de película sobre los tomates frente a la muestra testigo, resultados similares a lo reportado por Barco (2011), en su investigación sobre la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón modificado de yuca sobre tomates de variedad larga vida bajo condiciones ambientales. Por otro lado, en el presente trabajo de investigación se logró una reducción de pérdida de peso de 12,36 % con el tratamiento T_2 referente a la muestra testigo, porcentaje inferior a lo mencionado por Andrade *et al.*(2013), quien menciona que los recubrimientos de almidón en tomates reducen hasta en un 30 % la pérdida de peso. Los resultados obtenidos en el estudio son debido principalmente al fenómeno de la transpiración de los tomates. Igualmente, otro factor a considerar sería las condiciones de almacenamiento ($^{\circ}T=24,8$ °C y HR=51 %), al respecto INTA (2013) señala que la humedad relativa de 85 – 95 % durante el almacenamiento es importante para evitar la deshidratación y por ende la pérdida de peso. Estadísticamente, el tratamiento T_2 y T_4 reportaron menor pérdida de peso comparado con los tratamientos T_0 , T_1 y T_2 . En cuanto a los días de evaluación, se observó diferencias estadísticas.

De la evaluación de firmeza durante el almacenamiento se evidenció que la firmeza varía de 6,10 a 14,30 N, resultados que están dentro de lo reportado por Barco (2011), de 2,54 a 18,81 N en la aplicación de recubrimientos de almidón

modificado de yuca sobre tomates. Es necesario indicar que la aplicación de la solución formadora de película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro influyó benéficamente en la conservación de la textura de los tomates, obteniendo mejores resultados para el tratamiento T₄ con mayor cantidad porcentual de hidrocoloide de cushuro. De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación, los tomates se mantienen dentro de lo recomendado como calidad blandos (Cantwell, 2004). El tratamiento T₄ y T₂ no presentaron diferencia estadística, ofreciendo mayor firmeza a los tomates, similar ocurre con los tratamientos T₀, T₁ y T₃, pero muestran diferencias estadísticas con los otros tratamientos (T₄=T₂>T₀=T₁=T₃). Respecto a los días 5, 10 y 15 no obtuvieron diferencias estadísticas, a diferencia del día 20 de evaluación (D₅ = D₁₀ = D₁₅ < D₂₀).

De la evaluación de color, los resultados de la luminosidad fueron desde 34,40 a 43,50, encontrándose los tomates evaluados en el rango de Roja a Rojo oscuro Kader (2002). Los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas, es decir no influyeron en el desarrollo del color de los tomates, ya que es propio del metabolismo de la fruta, debido a que es un fruto climatérico (FAO, 2011). No hubo diferencias estadísticas en los días 5, 10 y 15, sin embargo, las hubo en el día 20 de evaluación (D₅ = D₁₀ = D₁₅ > D₂₀).

5.3.3. Del análisis microbiológico del tomate durante el almacenamiento

De la evaluación del análisis microbiológico se evidenció presencia de hongos, posiblemente debido a una contaminación externa, que podrían ser las esporas que sobrevivieron a la desinfección. Basado en los resultados obtenidos, el tratamiento T₄ no permitió el desarrollo de mohos, ya que se visualiza una reducción de mohos en el día 20, que probablemente estaría influenciada por la cantidad porcentual de hidrocoloide de cushuro en cada tratamiento, siendo el hidrocoloide conocido por presentar propiedades de barreras al oxígeno (Marzo, 2010), probablemente esto haya influenciado en la reducción de mohos, ya que estas son aerobias. El valor de pH de los tomates durante el almacenamiento oscilo de 4 a 5, evidenciando presencia de hongos (mohos y levaduras), esto difiere con lo mencionado por Andorrá *et al.*, (2010) quien indica que los hongos filamentosos crecen en pH entre 3,5 y 4,0 y las bacterias, en valores de pH entre

6 y 8, valores de pH superiores a los reportados durante la investigación, lo que se sustenta con la ausencia de bacterias en los tomates.

Los tratamientos T_0 , T_1 , T_2 y T_4 no obtuvieron diferencias estadísticas, mientras que el tratamiento T_3 mostro diferencias estadística de los otros tratamientos ($T_0=T_1=T_2=T_4>T_3$). Realizando una comparación, los tratamientos T_1 , T_2 y T_4 son estadísticamente igual a lo óptimo, siendo nuestro tratamiento testigo (T_0), el referente. Respecto a los días 14 y 20 no mostraron diferencias estadísticas, a diferencia del día 7 ($D_{20} = D_{14} > D_7$).

VI. CONCLUSIONES

- Se logró formular la película a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro (T₀: Testigo; T₁: 99,92 % BAY– 0,08 % HC; T₂: 99,87 % BAY – 0,13 % HC; T₃: 99,82 % BAY – 0,18 % HC; T₄: 99,77 % BAY– 0,23 % HC) mejorando las propiedades fisicoquímicas, ópticas y de barrera de las películas y las características microbiológicas en los tomates en función al aumento de la concentración de hidrocoloide en los tratamientos.
- Las propiedades físicas, ópticas y grupos funcionales mejoraron en función a la concentración de hidrocoloide de cushuro en la formulación de la película a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro, ello se reflejó en la solubilidad, opacidad, espesor, humedad y capacidad de retención de agua.
- La película a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro influyó de forma benéfica, ya que prolongó la vida útil en el tomate durante el almacenamiento (°T=24,8 °C y HR=51 %) hasta 20 días, conservando sus características fisicoquímicas, ópticas y microbiológicas, los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos (T₃) y (T₄).

VII. RECOMENDACIONES

1. Diseñar prototipos para la fabricación de películas a nivel de laboratorio e industrial.
2. Evaluar las propiedades mecánicas y morfológica de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.
3. Evaluar el efecto de la película de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro en el tomate durante su almacenamiento bajo condiciones de refrigeración.
4. Evaluar la aplicación de este tipo de películas en otros alimentos que contengan bajo contenido de actividad de agua.
5. Utilizar agentes antimicrobianos en la aplicación de películas como aceites u otros elementos que no sean perjudiciales para la salud.
6. Realizar evaluaciones de migración de las películas a los alimentos y viceversa.
7. Realizar investigaciones sobre formulación de películas a base de residuos agroindustriales.
8. Identificar la finca para realizar trabajos de postcosecha de los tomates en otros estados de madurez.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abraján, M., (2008) “Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia ficus indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible”. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Aguilar, M., (2005). Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate. Tesis de posgrado. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional. México.
- Aguirre-Loredo R. Y., Rodríguez-Hernández A. I., Morales-Sánchez E., Gómez-Aldapa C. A., Velazquez G., (2016) Efecto del contenido de humedad de equilibrio sobre las propiedades barrera, mecánica y térmica de las películas de quitosano. *Food Chemistry* , 196, págs. 560 – 566.
- Alarcón, A. (2013). Calidad Postcosecha del tomate (*Solanum Lycopersicum* L) cultivado en sistemas ecológicos de fertilización. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- Allende, M., Salinas, L., Rodríguez, F., Olivares, N., Riquelme, J., Antúñez, A., Felmer, S. (2017). Manual de cultivo del tomate bajo invernadero. Boletín INIA, (12), 112. Retrieved from [http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/12 Manual de Tomate Invernadero.pdf](http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/12_Manual_de_Tomate_Invernadero.pdf)
- Alvares (2012). “Formulación de un recubrimiento comestible para frutas cítricas, estudio de su impacto mediante aproximación metabolómica y evaluación de la calidad postcosecha”.
- Andorrá, I., Landi, S., Mas, A., Esteve, B., Guillamón, J., (2010). Effect of fermentation temperature on microbial population evolution using culture-independent and dependent techniques. *Food Research International* 43,773-779.
- Andrade J.; Acosta D.; Bucheli M.; Luna G. (2013) Elaboración y evaluación de un recubrimiento comestible para la conservación postcosecha del tomate de árbol. *Cyphomandra betacea* Cav. *Sendt*, Revista de Ciencias Agrícolas 30(2): 60 - 72. Colombia.

- Angioloni A., (2013). Los hidrocoloides, aditivos de alta funcionalidad. Tecnifood. La revista de la tecnología alimentaria Valencia, España.
- AOAC (Official Association of Agricultural Chemists), 1997.
- Arana, I., Jarén, C., Arazuri, S., García-Gembe, M.J., Ursua, A., Riga, P. (2007). Calidad del tomate fresco: técnica de cultivo y variedad. Disponible: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/67/359/67359.pdf>.
- Aranceta, J., (2006). Frutas, Verduras y Salud. Elsevier, Zaragoza, España.
- Arredondo Ochoa, T., (2012) "Diseño de empaques comestibles activos a base de almidón modificado para su posible aplicación en alimentos en fresco" Centro Universitario Querétaro, Qro. Noviembre, México.
- Arrieta, A., Baquero, U., Barrera, J., (2006). Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano "Papocho" (Musa ABB Simmonds). Agronomía Colombiana 24, 48-53.
- Artés, F., Artés, F., (2007). Tratamientos Postrecolección del Tomate Fresco. Tendencias e Innovaciones. Grupo de Postrecolección y Refrigeración. Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España.
- Ayquipa Cuellar, E., (2018) "Caracterización física de películas comestibles obtenidas de mucílago de cáscara de tuna (*Opuntia spp*) y almidón de cáscara de papa (*Solanum tuberosum*)". Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Facultad De Ingeniería. Abancay- Perú.
- Baldwin y col., (1995). Conservación mediante recubrimientos comestibles. En: Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. G González-Aguilar, A Gardea, F Cuamea-Navarro (eds.). pp. 341-356. México: CIAD.
- Barco Hernández, Paola Liceth; Burbano Delgado, Andrea Catalina; Mosquera Sánchez, Silvio Andrés; Villada Castillo, Héctor Samuel; Navia Porras, Diana Paola , (2011). Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate Revista Lasallista de Investigación, vol. 8, núm. 2, pp. 96-103 Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia.
- Barreiro, J., Sandoval, A., (2006). Operaciones de Conservación de Alimentos por Bajas Temperaturas. Equinoccio, Valle de Sartenejas, Baruta, Venezuela.

- Basiak, E., Lenart, A., Debeaufort F., (2017). Efecto del tipo de almidón sobre las propiedades fisicoquímicas de las películas comestibles En t. J. Biol. Macromol , 98, págs. 348 – 356.
- Berbesí, M., Díaz, R., Guevara, L., Tapia, M., (2006). Calidad higiénica y patógenos asociados con melones mínimamente procesados expendidos en supermercados. Desarrollo de tecnologías para la conservación de vegetales frescos cortados. I Simposio Ibero-Americano de Vegetales Frescos Cortados. San Pedro, Brazil. Abril.
- Bertuzzi, M. A., Slavutsky, A. M. (2016). Standard and New Processing Techniques Used in the Preparation of Films and Coatings at the Lab Level and Scale-Up. En Edible Films and Coatings (Vols. 1–0, pp. 1–23). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315373713-2>.
- Betancur-Ancona, D., (2001) Caracterización Molecular, Nutricia y Funcional de Almidones de *Phaseolus unatus* y *Mucuna pruriens*. México. Tesis (Doctorado en Ciencias, Alimentos), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.
- Biji, K. B., Ravishankar, C. N., Mohan, C. O., & Srinivasa Gopal, T. K. (2015). Smart packaging systems for food applications: a review. Journal of Food Science and Technology, 52(10), 6125–6135. doi:10.1007/s13197-015-1766-7.
- Bourtoom T., Chinnan MS., (2008) Preparación y propiedades de la película biodegradable de la mezcla de almidón y quitosano de arroz LWT Food Sci. Technol. , 41, pp. 1633 - 1641 , 10.1016 / j.lwt.2007.10.014.
- Bourtoom, 2008. Factor Affecting the Properties of Edible Film Prepared from Mung Bean Proteins, International Food Research Journal.
- Briones, J. (2011). Obtención de harinas de cereales leguminosas precocidad y su aplicación en alimentos para adulto mayor. Tesis. Instituto Politécnico Nacional, Ciencias Biológicas. México
- Cantwell, M., (2004). Fresh Market Tomato. Statewide Uniform Variety Trial Report Field and Postharvest Evaluations. Universidad de California. South San Joaquin Valley, EE.UU.
- Ceballos H.; De la Cruz, G.A. (2002) Taxonomía y morfología de la yuca. En: La yuca en el tercer milenio. Cap 2, pag 16-32. Cali, Colombia. Publicación CIAT N° 327.

- Chen, H., (1995). Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v.78, n.11, p.2563–2583.
- Ciacco, C. F.; Cruz, Y.K., (1986). *Como fazer massas*. Sao Paulo: Ícone, 127p.
- Cock, J. H., (1989). *Cassava. New potential for a neglected crop*. Westview Press, Boulder, CO.
- Cornejo, C. (2009). Evaluación de la respuesta agronómica bajo cubierta de dos híbridos de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*), de crecimiento indeterminado Dominique y Michaella, en la parroquia San José de Alluriquín. Santo Domingo, Ecuador.
- Delgado J. F., Peltzer M. A., Wagner J. R., Salvay A. G., (2018), Propiedades de hidratación y transporte de vapor de agua en películas basadas en biomasa de levadura: un estudio del contenido de plastificante y los efectos de espesor, *European Journal Polymer* , 99, pp. 9 – 17.
- Departamento de tecnología de alimentos. Instituto universitario de ingeniería de alimentos para el desarrollo (2011). Universidad politécnica de Valencia. “Aplicación de recubrimientos comestibles a base de hidrocoloides en fresones”. Valencia – España.
- Donhower I. G., Fennema O., (1994). Edible films and coatings: characteristics, formation, definitions, and testing methods. In: Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo NO editors. *Edible coatings and films to improve food quality*. Lancaster, Pa: Technomic Pub Co. pp 1-24.
- Durán, F., (2006). *Manual del Ingeniero de Alimentos*. Grupo Latino Ltda., Cartagena, Colombia
- Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 292–303. doi:10.1016/j.tifs.2011.02.004
- FAO. 2000. *Manual de Manejo Postcosecha de Frutas Tropicales*. Disponible: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s01.htm#l>.
- FAO. 2011. *Manual Técnico para las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la Producción de Tomate bajo Condiciones Protegidas*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Mejoramiento Alimentario y

- Nutricional de Antioquia. Gobernación de Antioquía.
- Fleet, G., (2003). Yeast interactions and wine flavour. *International Journal of Food Microbiology* 86, 11-22
- Gantar, M. (2008). Microalgae and Cyanobacteria: Food for Thought. *Phycol.* 44: 260-268 *Phycological Society of America*. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2008.00469
- García Angel H., (2009). “Efectos de películas de quitosano sobre la vida de anaquel del queso panela.” Tesis de licenciatura. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Gontard, N., Duchez, C., Cuq, J.L., Guilbert, S. (1994). Edible composite films of
Gontard, N., Marchesseau, S., Cuq, J. L., Guilbert, S., (1995). Water vapour permeability of edible bilayer films of wheat gluten and lipids. *International Journal of Food Science and Technology*, 30: 49-56.
- Gontard, N., Thibault, R., Cuq, B., Guilbert, S., (1996). Influence of relative humidity and film composition on oxygen and carbon dioxide permeabilities of edible films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44: 1064-1069.
- Gontard, N.; Guilbert, S.; CUQ, J. L., (1993). Water and Glycerol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film.
- Gonzales, J. (2015). Empleo de un recubrimiento comestible natural utilizando la sábila (Aloe vera) para mitigar en deterioro de la guayaba (*Psidium guajava* L.). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador.
- González, M. P. (2006). Cushuro Alga – Alto andino peruano. Artículo Científico. Lima-Perú.
- Guilbert, S., (1986). Food packaging and preservation. In: Mathlouthi, M. (ed). *Theory and Practice in Technology and Application of Edible Protective Films*. Elsevier Applied Science Publishing Co., London, England. pp: 371-394
- Hernández, N. (2013). “Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (*Lycopersicon esculentum* var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente”. Universidad de Córdoba.

- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria); Post Cosecha del Tomate N° 4, 2013.
- International Journal of Food Science and Technology. 29: 39-50.
- Ivanič F., Jocheč-Mošková, D., Janigová I., Chodák I., (2017) Physical properties of starch plasticized by a mixture of plasticizers Eur. Polym. J., 93, pp. 843-849.
- Janjarasskul T., Krochta JM., (2010) Materiales de embalaje comestibles Informe Anual de Ciencia y Tecnología de Alimentos, págs. 415 – 448.
- Jay, J., (2002). Microbiología Moderna de los Alimentos. 4ª edición. Acribia, Zaragoza, España.
- Kader, A. 2002. Tecnologías de productos hortofrutícolas. 3ª Edición. Publicación 3311. Universidad de California. 580 p.
- Kader, A. A., (1989) Atmósfera modificada envasado de frutas y verduras, Critical Reviews in Food Science and Nutrition , 28 , págs. 1 – 30.
- Kantola, M., Helén, H. 2001. Quality changes in organic tomatoes packaged in biodegradable plastic films. Journal of Food Quality 24, 167-176.
- Kapetanakou, A., Manios, S., & Skandamis, P. (2014). Application of Edible Films and Coatings on Food. Novel Food Preservation and Microbial Assessment Techniques, 237–273. doi:10.1201/b16758-11
- Kaur, C., Walia, S., Nagal, S., Walia, S., Singh, Jashbir., Singh, B., Saha, S., Singh, B., Kalia, P., Jaggi, S., (2013). Functional quality and antioxidant composition of selected tomato (*Solanum lycopersicon* L) cultivars grown in Northern India. Food Science and Technology, 50(1), 139-145.
- Kester, J. J., Fennema, O. R., (1986). Edible Films and Coatings. A Review. Food Technol. 40: 47-59.
- Kripa Roy, Rahul Thory, Archana Sinhmar, Ashok Kumar Pathera, Vikash Nai (2019) Development and characterization of nano starch-based composite films from mung bean (*Vigna radiata*), International Journal of Biological Macromolecules, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.113>.
- Krochta, J. M., Baldwin, E. A., Nisperos - Carriedo, M. (eds).1994. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Technomic Publishing,Co. Basilea, Suiza.
- La Fuente, C. I. A., de Souza, A. T., Tadini, C. C., & Augusto, P. E. D. (2019).

- Ozonation of cassava starch to produce biodegradable films. *International Journal of Biological Macromolecules*. doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.09.028
- Lamúa, M., (2000). *Aplicación del Frío a los Alimentos*. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Li, J. H., Miao, J., Wu, J.L., Chen S. F., Zhang, Q. Q., (2014). Preparación y caracterización de películas activas basadas en gelatina incorporadas con antioxidantes naturales, *Food Hydrocolloids* , 37, pp. 166 – 173.
- López de Lacey, A. (2012). *Diseño, desarrollo y aplicación de envases comestibles potencialmente bioactivos*. Universidad Complutense de Madrid (Doctoral thesis). Recuperado a partir de <http://eprints.ucm.es/17857/1/T34125.pdf>
- Maniglia, B. C., Laroque, D. A., de Andrade, L. M., Carciofi, B. A. M., Tenório, J. A. S., & de Andrade, C. J. (2019). Production of active cassava starch films; effect of adding a biosurfactant or synthetic surfactant. *Reactive and Functional Polymers*, 104368. doi:10.1016/j.reactfunctpolym.2019.104368
- Marzo, I. (2010). "El tipo y contenido de aceites esenciales sobre las propiedades mecánicas y barrera de películas comestibles basadas en la zeína". Tesis. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra, España.
- Matas, E., (2008). El pH en la conservación de alimentos. Disponible: <http://www.aulachocovic.es>. [Consulta: 11-01-10].
- McHught, T. H., Krochta, J. M., (1994). Sorbitol vs glycerol plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation.
- Melgarejo, L.M., Hernández, M.S., Barrera, J.A., Barradales, X., (2004). *Caracterización y Usos Potenciales del Banco de Germoplasma de Ají Amazónico*. Instituto Amazónico de Investigación Científica Sinchi, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Milani, J.; Maleki, G., (2012). *Hidrocoloides en la industria de alimentos*. Categoría: Tecnología de alimentos Subcategoría: Aditivos para alimentos. Editor: InTech. Iran.
- Moradi, M., Tajik, H. y Rohani, S.M.R., Oromiehie, A.R., Malekinejad, H.,

- Aliakbarlu, J. y Hadian M. (2012). Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with Zataria multiflora Boiss essential oil and grape seed extract. *Lwt-Food Science and Technology*, 46(2):477-484.
- Morales, M. (2011). Generalidades y aplicación de películas y recubrimientos comestibles en la cadena hortofrutícola. Tesis. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo Coahuila. México.
- Moudache M., Nerín C., Colon M., Zaidi F., (2017) Antioxidant effect of an innovative active plastic film containing olive leaves extract on fresh pork meat and its evaluation by Raman Spectroscopy.
- Muños, (2011). Recubrimientos comestibles para frutas y hortalizas. Recubrimientos comestibles para frutas y hortalizas.
- NCBI (2014). National Center for Biotechnology Information (NCBI): NCBI Taxonomy. Accessed via <http://www.gbif.org/species/105948654> on 2014-01-31.
- Norajit K., Kim K.M., Ryu G. H., (2010). Estudios comparativos sobre la caracterización y las propiedades antioxidantes de las películas de alginato biodegradables que contienen extracto de ginseng, *Journal of Food Engineering* , 98, págs. 377 – 384.
- Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método Para La Cuenta De Bacterias Aerobias En Placa.
- Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método Para La Cuenta De Mohos Y Levaduras En Alimentos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes Y Servicios. Determinación De Bacterias Coliformes. Técnica Del Número Más Probable.
- Nouri L., Nafchi AM., (2014). Propiedades antibacterianas, mecánicas y de barrera de la película de almidón de sagú incorporada con extracto de hojas de betel *Revista Internacional de macromoléculas biológicas* , 66, pp. 254 – 259.
- NTP 399.163-1 (Norma Técnica Peruana,) 2017. Envases Y Accesorios Plásticos En Contacto con Alimentos. Parte 1: Disposiciones generales y requisitos.
- NTP/ET-ISO/TS 22002-3 (Norma Técnica Peruana), 2016. Programas prerrequisitos para inocuidad alimentaria. Parte 3: Actividades

agropecuarias.

- Oregel-Zamudio, E., Aguilar C. N., Oyoque-Salcedo G., Angoa-Pérez M. V., Mena-Violante H. G. E., (2016). Caracterización fisicoquímica de películas comestibles a base de cera de candelilla. *Rev. Iber Tecnología Postcosecha* 17(1):1-7.
- Pagno, C. H., de Farias, Y. B., Costa, T. M. H., Rios, A. de O., & Flôres, S. H. (2016). Synthesis of biodegradable films with antioxidant properties based on cassava starch containing bixin nanocapsules. *Journal of Food Science and Technology*, 53(8), 3197–3205. doi:10.1007/s13197-016-2294-9
- Pastor, C., Vargas, M., y González-Martínez, C. (2005). Recubrimientos comestibles: Aplicación a frutas y hortalizas. *Alimentación, equipos y Tecnología*, 130-135.
- Pavlath A.E., Orts W., (2009). Edible films and coatings: Why, what, and how? *Edible films and coatings for food applications*, Springer, pp. 1-23.
- Pérez, B.; Baez, R., (2003). Utilizacion de ceras comestibles en la conservacin de frutas. *Alimentaria*, julio-agosto.
- Peroni, F.H.G. 2003. Características estruturais e físico-químicas de amidas obtidos de deferentes fontes botánicas. Sao José do Rio Preto, 2003. Dissertacio (Mestrado em Engenharia e Ciencia de Alimentos). Universidade Estadual Paulista "Julio de MesquitaFilho".Pp 1 – 137.
- Ponce, E. (2014). *Nostoc: un alimento diferente y su presencia en la cordillera Árica*. Chile: IDESIA
- Qin, Y., Liu, Y., Yong, H., Liu, J., Zhang, X., & Liu, J. (2019). Preparation and characterization of active and intelligent packaging films based on cassava starch and anthocyanins from *Lycium ruthenicum* Murr. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134, 80–90. doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.05.029
- Quintero Cerón J.; Falguera Pascual V., Muñoz Hernández J., (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga* , 5, 93-118. Disponible en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/TUMBAGAV/article/viewFile/459/366>.
- Ramírez, H., Encina, L., Benavides, A., Robledo, V., Hernández, J., Alonso,

- S., (2004). Influencia de la temperatura sobre procesos fisiológicos en postcosecha de tomate (*Solanum lycopersicum L.*).
- Rao MS., Kanatt SR., Chawla SP., Sharma A., (2010) Chitosan y películas compuestas de goma guar: preparación, propiedades físicas, mecánicas y antimicrobianas Carbohydrate Polymers , 82 (4), pp. 1,243 mil - 1,247.
- Reina, C., (1998). Manejo postcosecha y evaluación de la calidad del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*) que se comercializa en la ciudad de Neiva.
- Rhim, J.W., Ng, P. K. W. (2007). Natural Biopolymer-Based Nanocomposite Films for Packaging Applications. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47(4), 411–433. doi:10.1080/10408390600846366
- Robledo, J. (2009). “Evaluación de la aplicación de coberturas de quitosana en la conservación de tomates”. Tesis de Pregrado, Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de la Habana, La Habana Cuba.
- Rojas-Graü, M.A., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O., (2006). Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: A review. Trends in Food Science & Technology, 20, 438-447.
- Roldan Carbajal, W. V., (2015). “Caracterización y cuantificación del comportamiento reológico del hidrocoloide proveniente del Nostoc (*Nostoc sphaericum V.*)”. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Posgrado Maestría en Tecnología de Alimentos. Lima – Perú.
- Rosales, M., (2008). Combination effect of chitosan and methyl jasmonate on controlling *Alternaria alternata*. Universidad de Granada, Facultad de Ciencias, Departamento de Fisiología Vegetal.
- Ruiz Padilla, C. (2009), “Estudio de la variedad optima de Almidón de Yuca (*Manihot esculenta*) para la Producción de Etanol por Hidrolisis y Fermentación”. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos-Perú.
- Ruiz, J., Vicente, A., Montañez, J., Rodriguez, R., Aguilar, C., (2012). El tomate, tecnologías para prolongar su vida de anaquel. Universidad Autónoma de Aguas Calientes, Investigación y Ciencia. 54, (57-63).
- Saavedra y Algecira (2010), “Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas”.
- SEMARNAT (2006), “Norma oficial mexicana para la medición de la

opacidad”.

- Silva Otavio A.; Pellá Michelly G.; Pellá Matheus G.; Caetano, Josiane; Simões Márcia R.; Bittencourt, Paulo R.S.; Dragunski Douglas C., (2019) Synthesis and characterization of a low solubility edible film based on native cassava starch, *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 128, Pages 290-296, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.01.132>.
- Siracusa V., Rocculi P., Romani S., Rosa MD., (2008) Polímeros biodegradables para el envasado de alimentos: una revisión *Tendencias en la ciencia y tecnología de los alimentos*, 19 (12), págs. 634 – 643
- Sothornvit, R., (2014) Películas y recubrimientos comestibles para aplicaciones de embalaje. *Polímeros para aplicaciones de embalaje*, p. 173.
- Sothornvit, R; Reid, D. S., Krochta, J. M., (2002). Plasticizer effect on the glass transition temperature of beta-lactoglobulin ((β -Lg) films. *Transactions the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 45(5):1479-1484. Doi: 10.13031/2013.11038
- Srinivasa, P.C., Ramesh, M.N., Tharanathan, R.N. (2007) "Effect of plasticizers and fatty acids on mechanical and permeability characteristics of chitosan films", *Food Hydrocolloids*, 21(7);1113-1122.
- Stinco, C., Rodriguez, F., Escudero, M., Gordillo, B., Vicario, I., Meléndez, A., (2013). Lycopene isomers in fresh and processed tomato products: Correlations with instrumental color measurements by digital image analysis and spectroradiometry. *Food Research International*, 50(1), 111–120.
- Su, J.F.; Huang, Z.; Yuan, X.Y.; Wang, X. Y.; Li, M., (2010). Estructura y propiedades de las películas comestibles de mezcla de aislado de proteína de carboximetilcelulosa / sojas reticuladas por reacciones de Maillard *Los polímeros de hidratos de carbono*, 79 (1), pp. 145 – 153.
- Sugumaran K.R., Jothi P., Ponnusami V., (2014) Bioconversion of industrial solid waste-cassava bagasse for pullulan production in solid state fermentation *Carbohydr. Polym.*, 99, pp. 22-30
- Taqi, L., Mutihac, I., Stamatini (2014). Physical and barrier properties of apple pectin/cassava starch composite films incorporating *Laurus nobilis* L. Oil,

- and oleic acid *Journal of Food Processing, and Preservation*, 38 (4), pp. 1982-1993
- Tharanathan R. N., (2002) Carbohidratos derivados de los alimentos: complejidad estructural y diversidad funcional *Critical Reviews in Biotechnology* , 22, págs. 65 – 84.
- Tharanathan R. N., (2003), Películas biodegradables y recubrimientos compuestos: pasado, presente y futuro *Tendencias en la Ciencia de los Alimentos y Tecnología* , 14 (3) , pp. 71 – 78.
- Tharanathan, R. N., Srinivasa, P. C. y Ramesh, M. N., (2002). Un proceso para la producción de películas biodegradables a partir de polisacáridos. Patente india 0085 / DEL / 02.
- Toivonen P.M.A., (2007). Fruit maturation and ripening and their relationship to quality. *Stewart Postharvest Reviews*, 3:1-5.
- USAID, (2010) Paraguay Vende Promoviendo Crecimiento Económico. “Mandioca Una Opción Industrial” Esta publicación ha sido preparada para la Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), por el Ing. Francisco Fretes del programa Paraguay Vende.
- USDA. 1991. U.S. Standards for Grades of Fresh Tomatoes. USDA, Agr. Mktg. Serv., Washington, D.C, EE.UU.
- USDA. 2010. U.S. Standards for Grades of Fresh Tomatoes. USDA, Agr. Mktg. Serv., Washington, D.C, EE.UU.
- Valderrama, B. N., Algecira E. N .A, Albarcacin H. W. (2016) “Efecto del almacenamiento sobre las propiedades físicas de las películas de quitosano con inclusión de aceites esenciales de tomillo y romero”. *Revista Materia* 21(1):141-156.
- Vanin, F.M.; Sobral P.J.A.; Menegalli, F.C.; Carvalho, R.A., AMQB Habitante Efectos de los plastificantes y sus concentraciones en las propiedades térmicas y funcionales de las películas a base de gelatina. *Alimentación Los hidrocoloides*, 19 (5) (2005) , pp. 899 – 907.
- Vieira M.G.A., Da Silva, M.A., Dos Santos, L.O., Beppu, M.M., (2011). Plastificantes de base natural y películas biopoliméricas: una revisión, *European Polymer Journal* , 47(3), págs. 254 – 263.
- wheat gluten and lipids: Water vapour permeability and other physical properties.

- Whistler, R. y Be Miller, J. 1993. *Industrials Gums: Polysacharides and their derivates*. 3a edition. Academic Press. San Diego. EE.UU.
- Wills, R., Mc Glasson, B., Graham, D., Joyce, D., (1999). *Introducción a la Fisiología Postcosecha de Frutas, Hortalizas y Plantas Ornamentales*. 2ª edición. Acribia, Zaragoza, España.
- Yaseen, E; Aramouni, H; Alavi, S., (2005). Rheological properties of selected gum solutions. En: *Food Research International*. 38, p. 111–119.
- Young, H. (1984). Fractionation of Starch. In: Whistler, R. L.; Bemiller, J. N.; Paschall, E. F. (Ed) *Starch chemistry and technology*. 2. ed. Orlando: Academic Press. p.249-283.

IX. ANEXOS
ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO

a) Obtención de almidón de yuca.



Figura 11. Se recibió la materia prima, se seccionó y lavo



Figura 12. Luego se retiró la cascara



Figura 13. Se realizó la reducción del tamaño con la ayuda de la licuadora y rayador, seguidamente se diluyo y se dejó reposar



Figura 14. El almidón fresco se colocó en placas.



Figura 15. Posteriormente se llevó a la estufa para el proceso de secado



Figura 16. Finalmente, se obtuvo el almidón de yuca

b) Obtención de hidrocoloide de cushuro.



Figura 17. Se recibió el cushuro en baldes de plástico para su lavado



Figura 18. Luego se diluyó y se licó



Figura 19. En esta figura se observa el proceso de esterilización



Figura 20. Seguidamente se filtra y se diluye con alcohol, y se observa la precipitación del hidrocoloide



Figura 21. Dejamos reposar hasta que precipite todo el hidrocoloide



Figura 22. Luego se retira todo lo que se pueda del agua

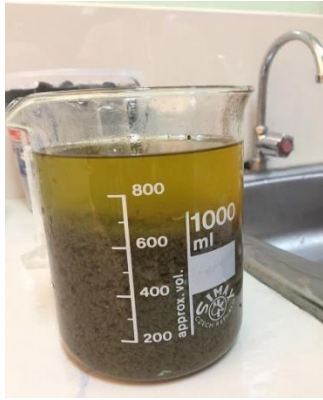


Figura 23. Se procedió a un segundo lavado con alcohol



Figura 24. Se colocó en la estufa para dejarlo secar



Figura 25. Una vez seco, se realizó el proceso de molienda



Figura 26. Finalmente se obtuvo el hidrocoloide de cushuro con un rendimiento de 0.20% por kilogramo de cushuro fresco

c) Obtención de la película a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro.



Figura 27. Se recepcionó las muestras en estudio (tomates)

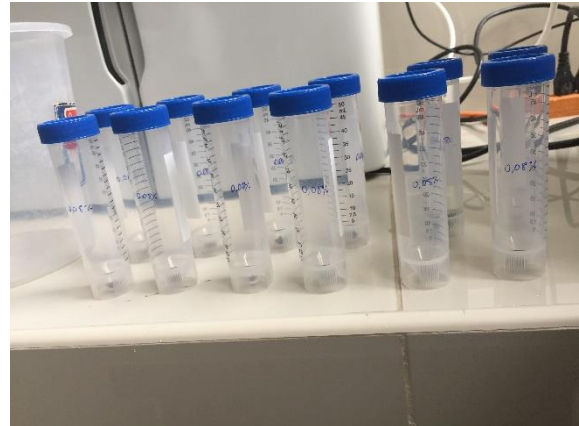


Figura 28. El hidrocoloide de cushuro se pesa de acuerdo al tratamiento y se prepara para la dilución



Figura 29. Luego se estandariza el pH y se colocó a baño maría

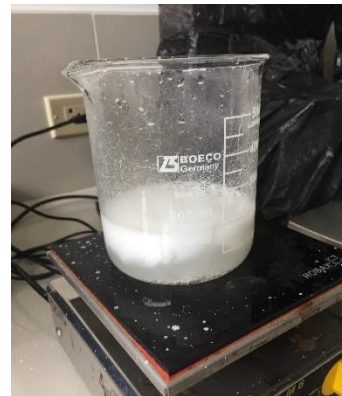


Figura 30. A la par se diluyo el almidón de yuca

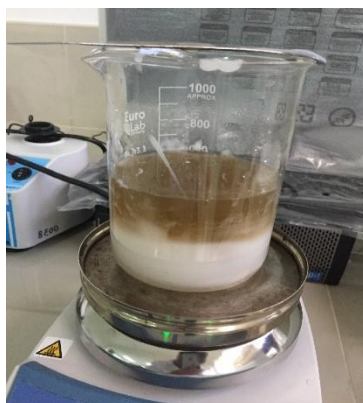


Figura 31. Seguidamente se realiza la homogenización con el hidrocoloide y el glicerol



Figura 32. Una vez completo la homogenización, una parte de la mezcla sirvió para el recubrimiento



Figura 33. En esta imagen se observa a los tomates recubiertos



Figura 34. Los tomates recubiertos separados por tratamientos para las evaluaciones

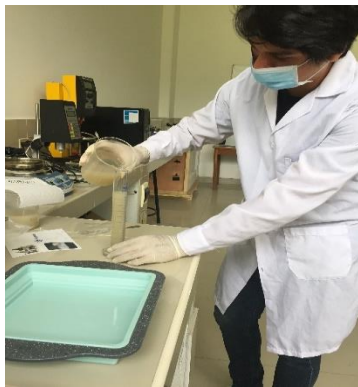


Figura 35. La otra parte de la mezcla se utilizó para formar las películas vertiendo en bandejas

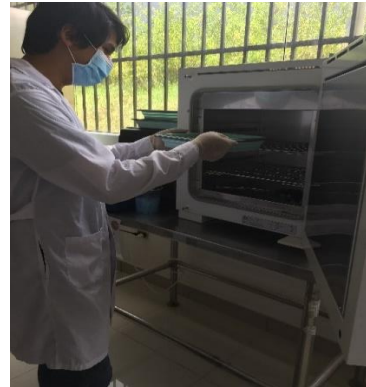


Figura 36. Luego se colocó a la estufa a 40 °C por 24 horas



Figura 37. Pasado el tiempo mencionado, se retiró las bandejas de la estufa para poder desplegar las películas



Figura 38. Finalmente se obtuvo la película a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro

d) Caracterización de las películas, evaluaciones fisicoquímicas y microbiológicas.



Figura 39. Evaluación de opacidad de la película



Figura 40. Evaluación de espesor de la película



Figura 41. Evaluación de permeabilidad al vapor de agua de la película.



Figura 42. Evaluación de densidad de la película.



Figura 43. Determinación de humedad y solubilidad en agua de la película



Figura 44. Evaluación de capacidad de retención de agua de la película

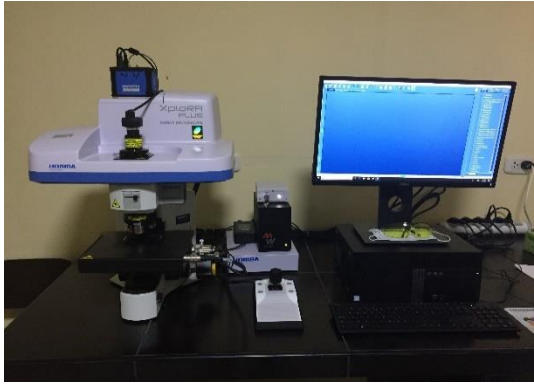


Figura 45. Evaluación de espectrofotometría Raman de la película



Figura 46. En la figura se muestra el laboratorio de la Universidad Agraria de la Selva



Figura 47. Determinación de pH de las muestras en estudio en conservación (tomates)



Figura 48. Determinación de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) y acidez titulable de las muestras en estudio en conservación (tomates)

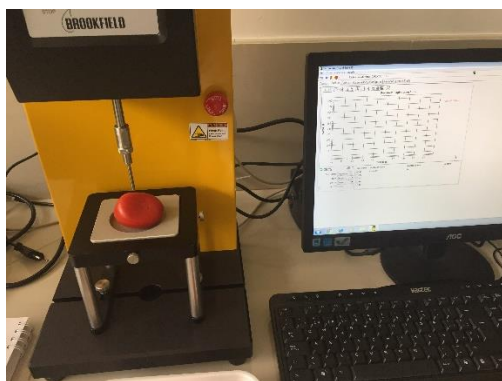


Figura 49. Evaluación de textura de las muestras en estudio en conservación (tomates)



Figura 50. Acondicionamiento de materiales y preparación de medios de cultivos para la evaluación microbiológica



Figura 51. Evaluación microbiológica de las muestras en estudio en conservación (tomates)



Figura 52. En la figura se muestra las placas debidamente selladas para la evaluación microbiológica

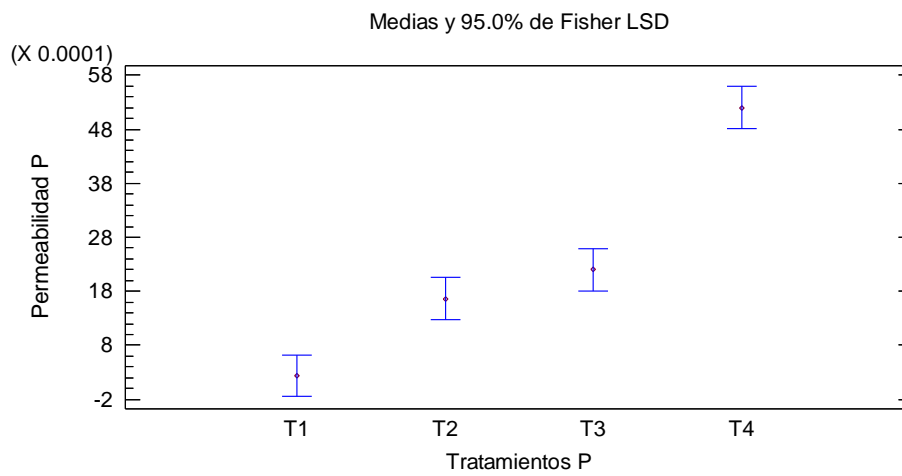
ANEXO 02: RESULTADOS ESTADÍSTICOS

ANOVA Simple - Permeabilidad por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Permeabilidad P por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamientos P</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	0.00023333 3	X
T2	3	0.00166667	X
T3	3	0.0022	X
T4	3	0.0052	X

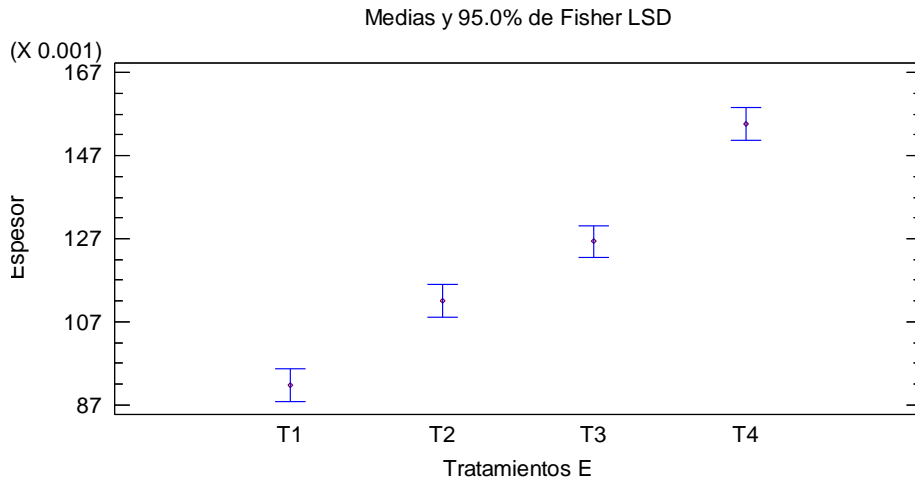


ANOVA Simple - Espesor por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Espesor por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamientos E</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	0.0916667	X
T2	3	0.112	X
T3	3	0.126333	X
T4	3	0.154667	X

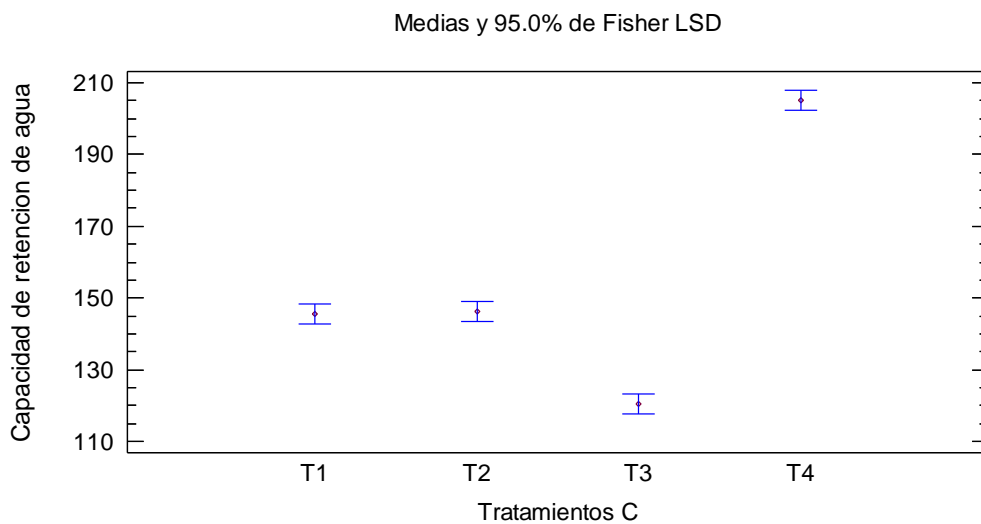


ANOVA Simple - Capacidad de retención de agua por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Capacidad de retención de agua por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

Tratamientos C	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	3	120.443	X
T1	3	145.587	X
T2	3	146.12	X
T4	3	205.083	X



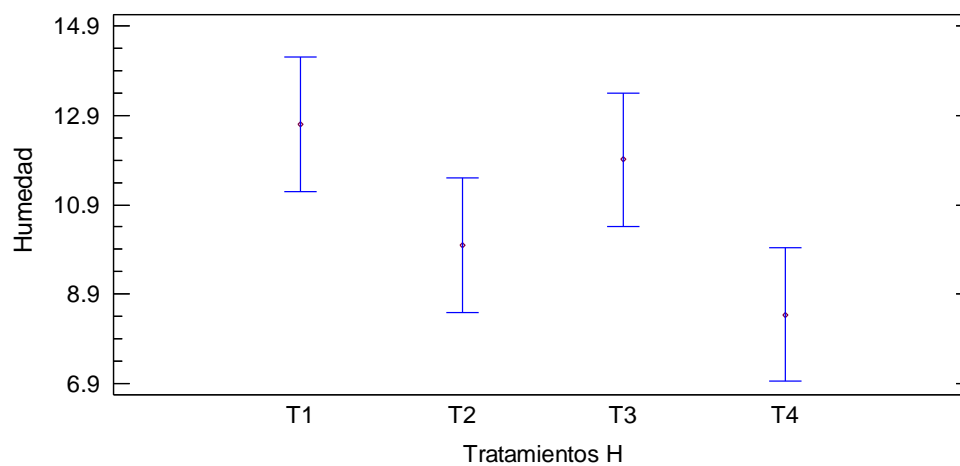
ANOVA Simple - Humedad por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamientos H</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T4	3	8.44	X
T2	3	9.99333	XX
T3	3	11.9067	X
T1	3	12.6967	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD



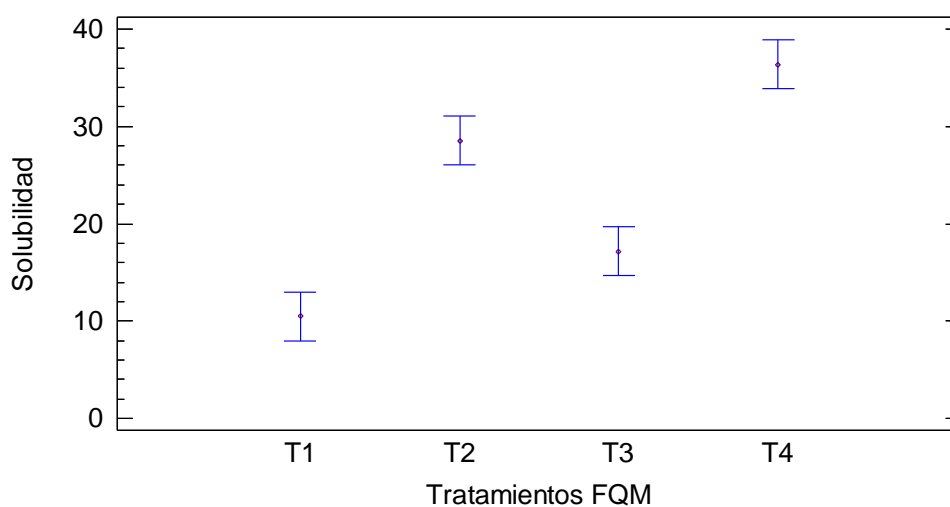
ANOVA Simple - Solubilidad por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Solubilidad por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	10.5133	X
T3	3	17.1533	X
T2	3	28.5233	X
T4	3	36.3333	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD

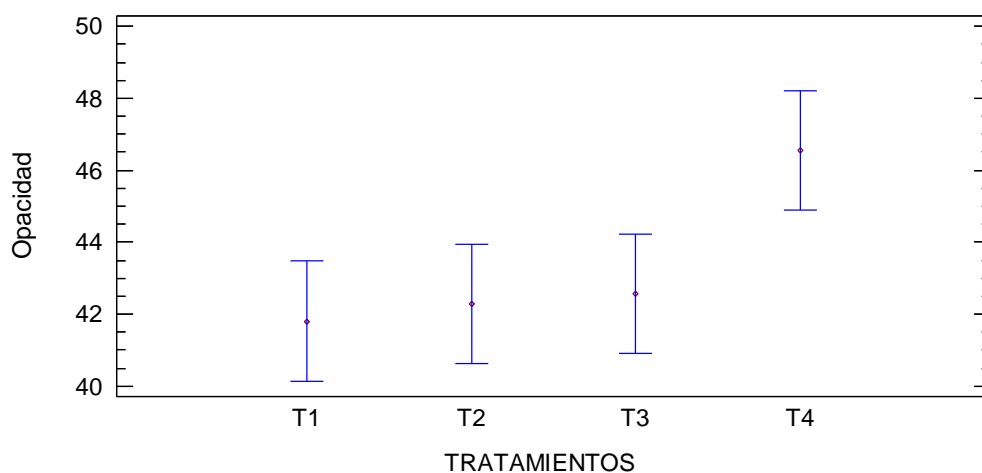


ANOVA Simple - Opacidad por Tratamientos
Pruebas de Múltiple Rangos para Opacidad por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamientos Op</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	6	41.805	X
T2	6	42.27	X
T3	6	42.5583	X
T4	6	46.55	X

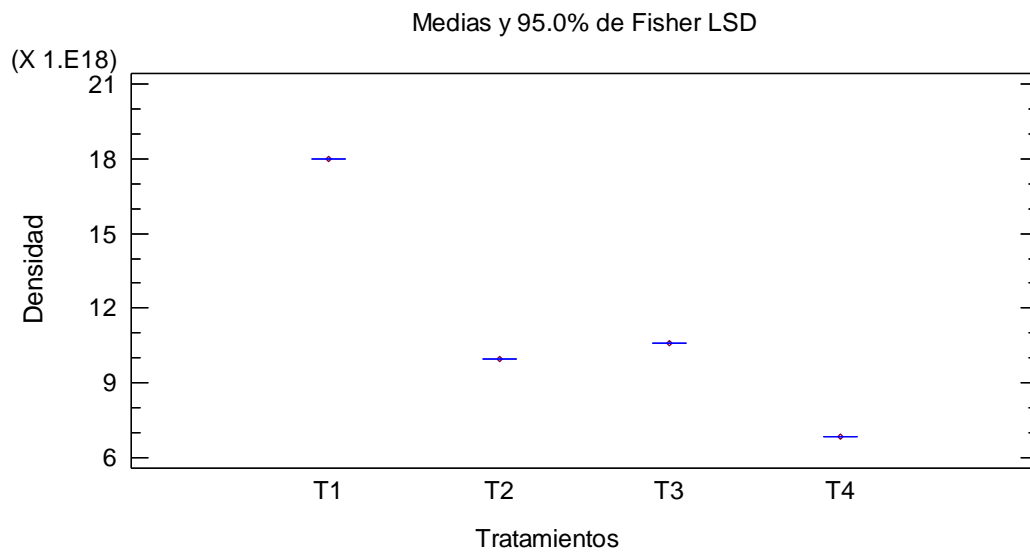
Medias y 95.0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - Densidad por Tratamientos
Pruebas de Múltiple Rangos para Densidad por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

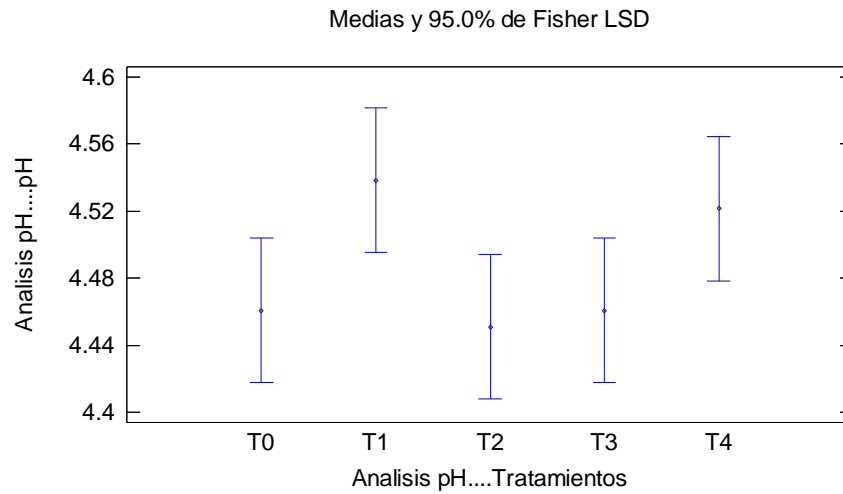
<i>Tratamientos D</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T4	3	6.82119E18	X
T2	3	9.95455E18	X
T3	3	1.05733E19	X
T1	3	1.80108E19	X



ANOVA Simple - pH por Tratamientos
Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	12	4.45083	X
T3	12	4.46083	XX
T0	12	4.46083	XX
T4	12	4.52167	XX
T1	12	4.53833	X

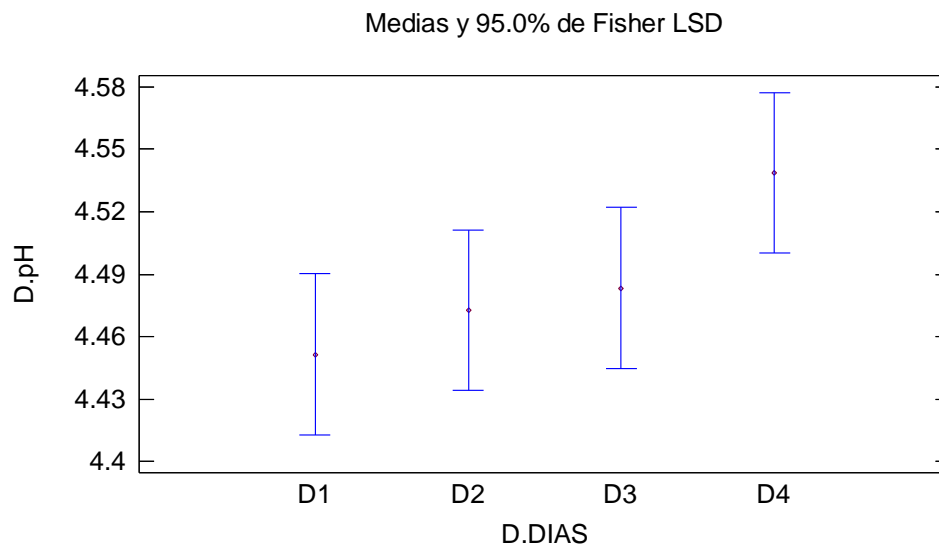


ANOVA Simple – pH por DIAS

Pruebas de Múltiple Rangos para pH por DIAS

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>D.DIAS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
D1	15	4.45133	X
D2	15	4.47267	XX
D3	15	4.48333	XX
D4	15	4.53867	X



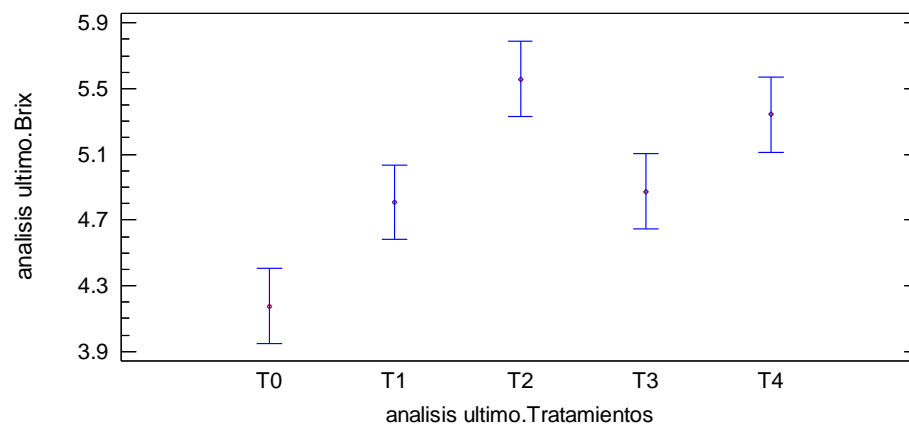
ANOVA Simple - Brix por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Brix por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T0	12	4.175	X
T1	12	4.80833	X
T3	12	4.875	X
T4	12	5.34167	X
T2	12	5.55833	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD



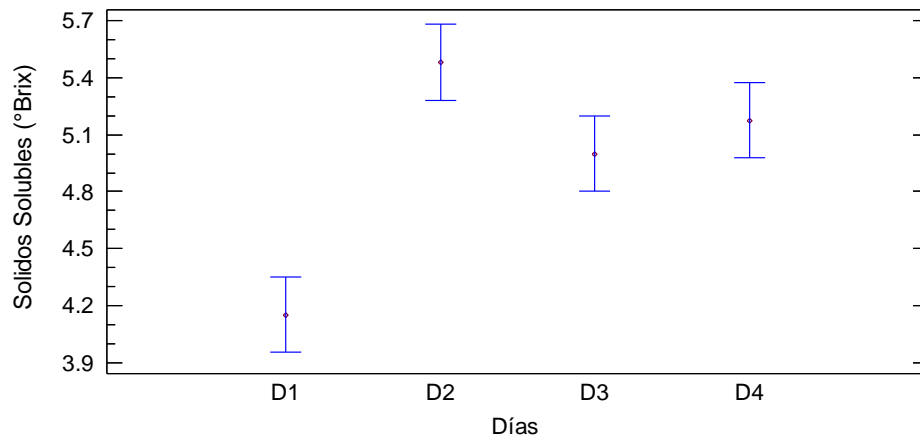
ANOVA Simple - Brix por Días

Pruebas de Múltiple Rangos para Brix por Días

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
D1	15	4.15333	X
D3	15	5.0	X
D4	15	5.17333	XX
D2	15	5.48	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD



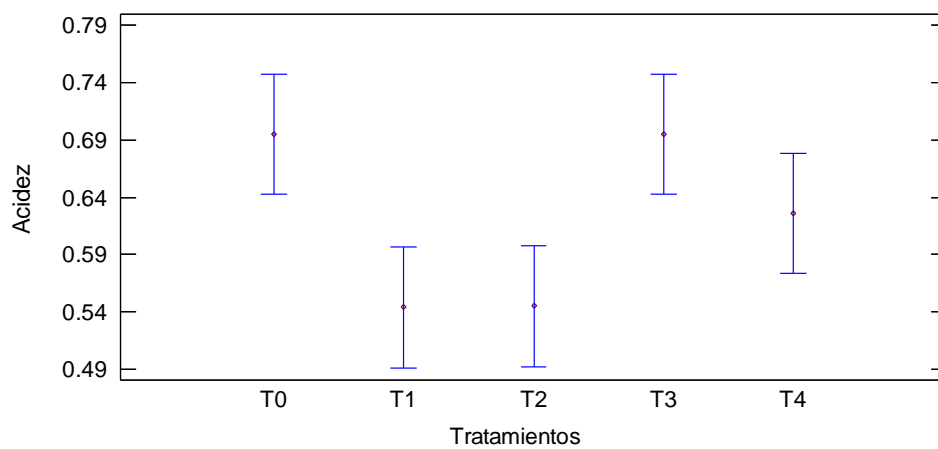
ANOVA Simple - Acidez por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	12	0.544167	X
T2	12	0.545	X
T4	12	0.625833	XX
T3	12	0.695	X
T0	12	0.695	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD



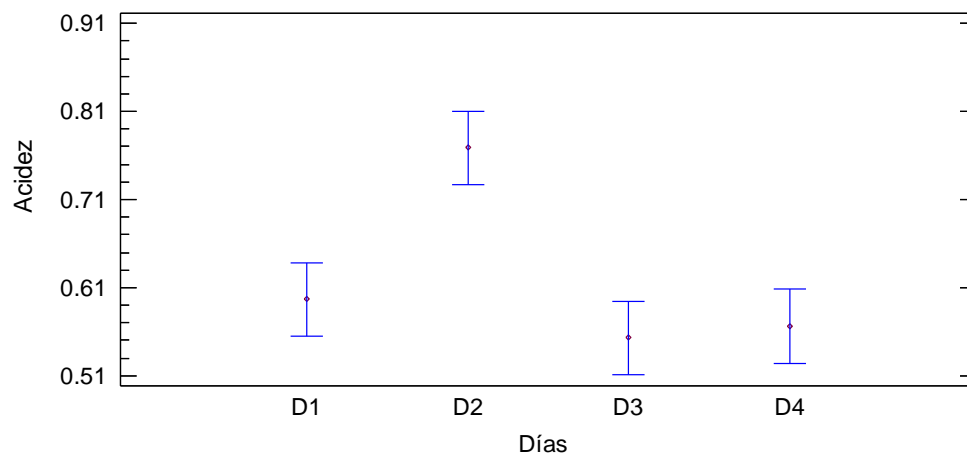
ANOVA Simple - Acidez por Días

Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez por Días

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
D3	15	0.552667	X
D4	15	0.566	X
D1	15	0.596667	X
D2	15	0.768667	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD

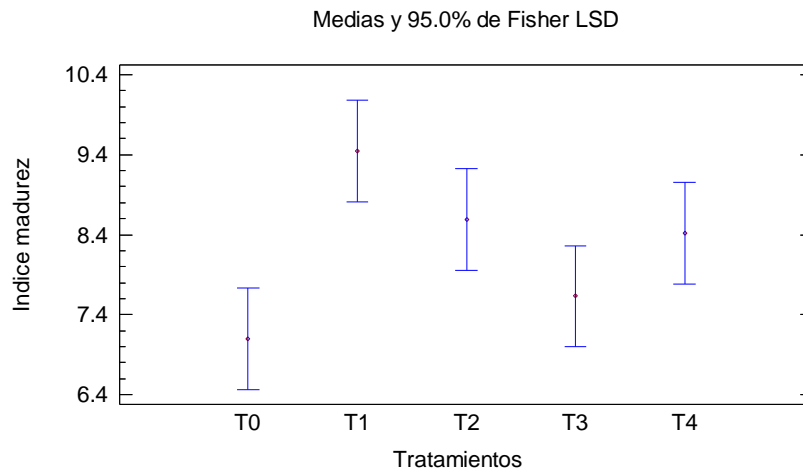


ANOVA Simple – Índice de madurez por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Índice madurez por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T0	12	7.09583	X
T3	12	7.63	XX
T4	12	8.42167	XX
T2	12	8.58667	XX
T1	12	9.44167	X

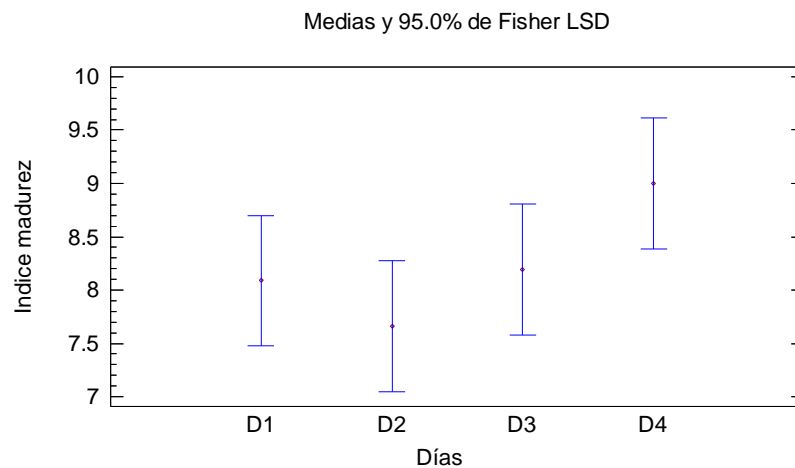


ANOVA Simple – Índice madurez por Días

Pruebas de Múltiple Rangos para Índice madurez por DIAS

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>D.DIAS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
D2	15	7.66	X
D1	15	8.088	XX
D3	15	8.19533	XX
D4	15	8.99733	X



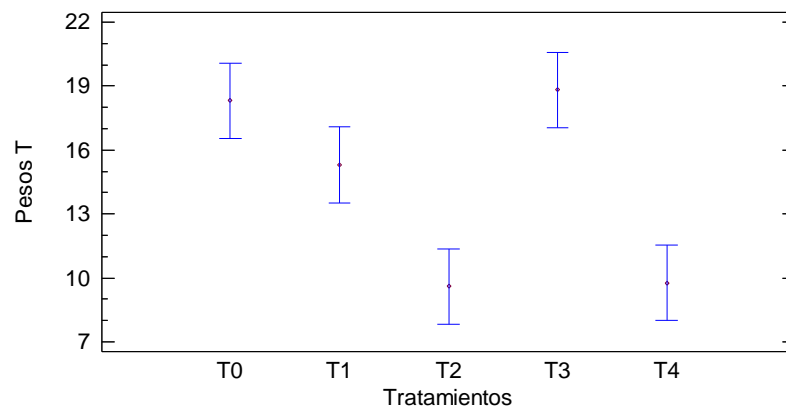
ANOVA Simple - Pesos por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Pesos por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	12	9.6	X
T4	12	9.7775	X
T1	12	15.305	X
T0	12	18.315	X
T3	12	18.82	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD

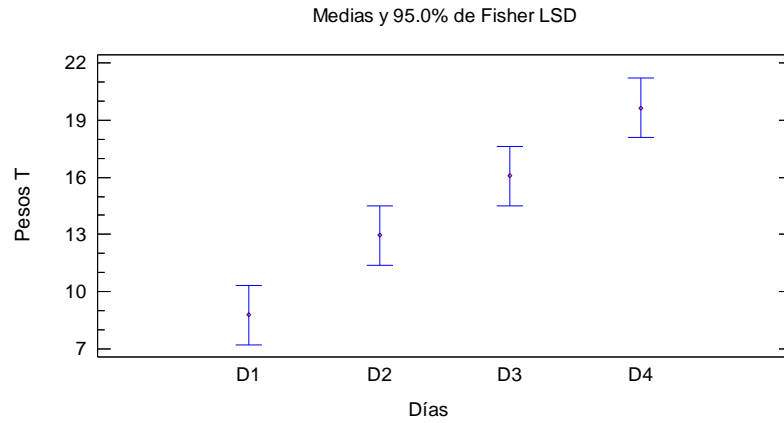


ANOVA Simple - Pesos por Días

Pruebas de Múltiple Rangos para Pesos por Días

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
D5	15	8.776	X
D10	15	12.94	X
D15	15	16.08	X
D20	15	19.658	X

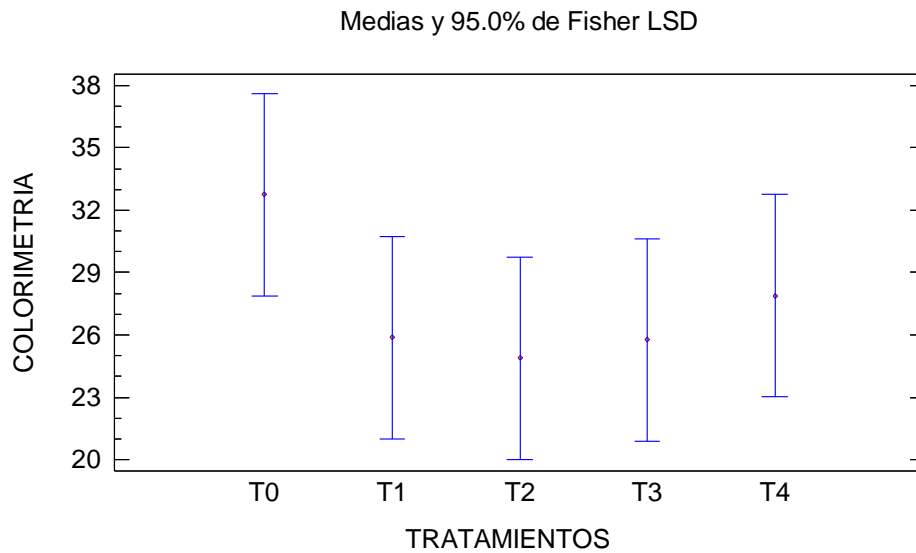


ANOVA Simple - COLORIMETRIA por TRATAMIENTOS

Pruebas de Múltiple Rangos para COLORIMETRIA por TRATAMIENTOS

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	48	24.8813	X
T3	48	25.7562	X
T1	48	25.8771	X
T4	48	27.8979	X
T0	48	32.7521	X



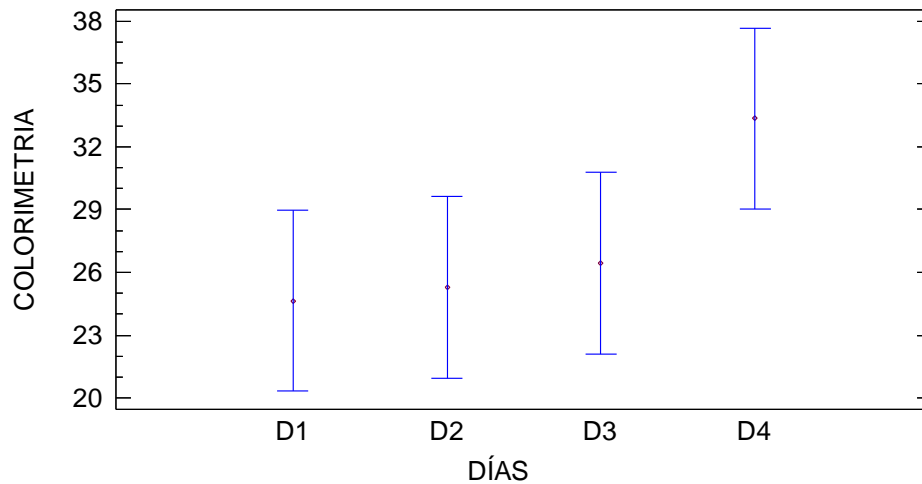
ANOVA Simple - COLORIMETRIA por DIAS

Pruebas de Múltiple Rangos para COLORIMETRIA por DIAS

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>DIAS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
D1	60	24.6483	X
D2	60	25.285	XX
D3	60	26.4483	XX
D4	60	33.35	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD



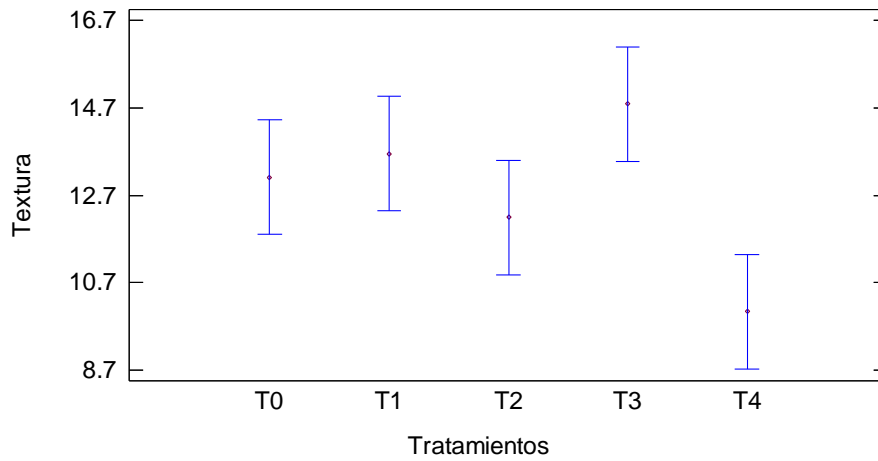
ANOVA Simple - Textura por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Textura por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T4	12	10.0375	X
T2	12	12.1867	XX
T0	12	13.11	X
T1	12	13.6492	X
T3	12	14.78	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD



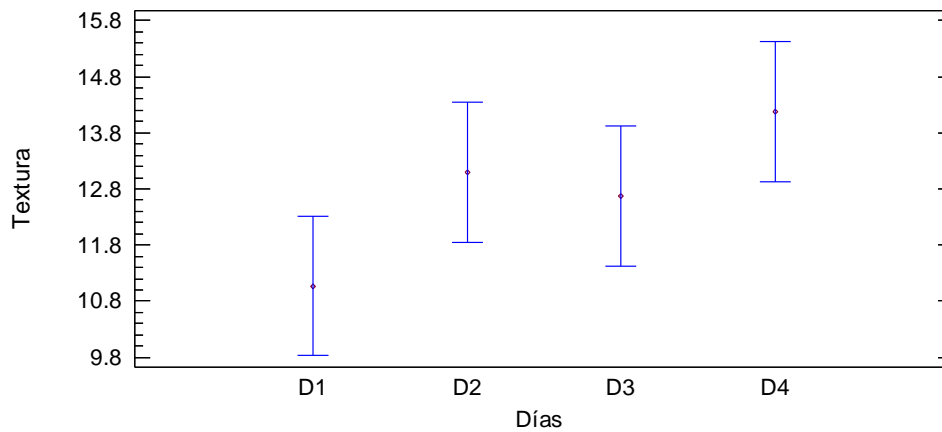
ANOVA Simple - Textura por Días

Pruebas de Múltiple Rangos para Textura por Días

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
D1	15	11.068	X
D3	15	12.6713	XX
D2	15	13.0967	XX
D4	15	14.1747	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD



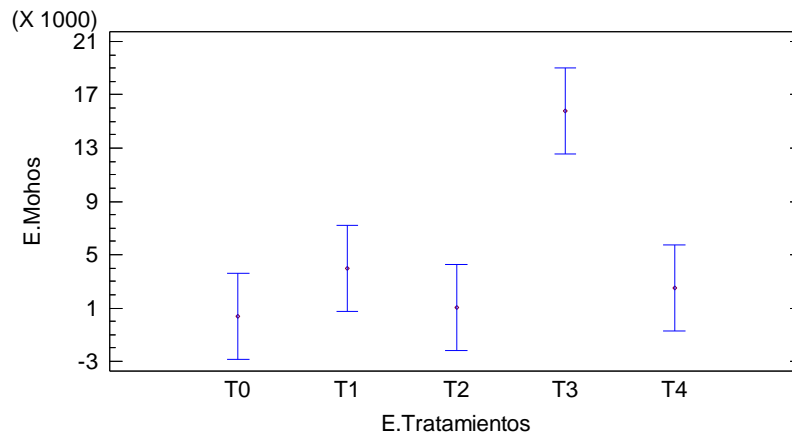
ANOVA Simple - Mohos por Tratamientos

Pruebas de Múltiple Rangos para Mohos por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

E.Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T0	36	405.861	X
T2	36	1033.17	X
T4	36	2501.78	X
T1	36	3946.11	X
T3	36	15770.6	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD



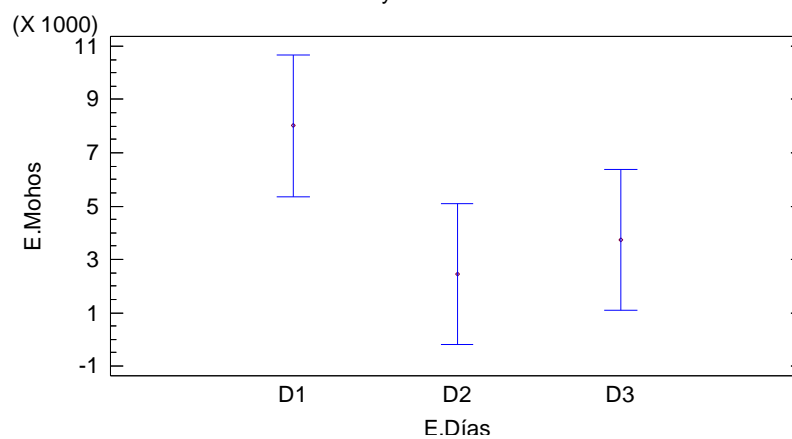
ANOVA Simple - Mohos por DÍAS

Pruebas de Múltiple Rangos para Mohos por Días

Método: 95.0 porcentaje LSD

E.Días	Casos	Media	Grupos Homogéneos
D2	60	2453.58	X
D3	60	3730.82	XX
D1	60	8010.13	X

Medias y 95.0% de Fisher LSD



ANEXO 03: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Las propiedades mecánicas de las películas fueron evaluadas con tres (3) repeticiones.

I. Caracterización de las películas a base de almidón de yuca con hidrocoloide de cushuro

1.1. Propiedades físicas de las películas

- Espesor

Fue medido con micrómetro digital (mm) en cinco ubicaciones aleatorias de cada formulación (AOAC, 1997).

- Densidad

La densidad se calculó de acuerdo la técnica AOAC (1997). Se recortó 10 cuadrados de 2 cm², con un micrómetro se determinó el largo, ancho y alto para determinar volúmen. Con una balanza analítica se obtuvo la masa de cada cuadro y luego se calculó la densidad con la siguiente ecuación:

$$Densidad = \frac{Masa}{Volumen}$$

- Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua se calculó de acuerdo con la metodología AOAC (1997). Las películas cortadas en círculos de 2 cm de diámetro se pesaron y posteriormente se sumergieron en agua durante 10 min. Luego se eliminó el exceso de agua en la superficie de las películas con papel tissue y se pesó cada muestra. La capacidad de retención de agua se calculó con la siguiente ecuación:

$$\%CRA = \frac{Peso\ final - peso\ inicial}{Peso\ inicial} \times 100$$

- Humedad:

Se determinó de acuerdo con la metodología AOAC (1997). El contenido de humedad de las películas (piezas de 2x2 cm) se determinó en base seca de acuerdo con por el método gravimétrico en una estufa a 100 ° C durante 24 h, hasta obtener peso constante.

$$\%Humedad = \frac{Peso\ inicial - peso\ final}{Peso\ inicial} \times 100$$

- Opacidad

Se midió con un colorímetro Minolta CR-400. Se usó como fondo una placa estándar blanco y otro negro para las mediciones de color de la película. Se realizaron diez medidas para cada film por triplicado y se reemplazó en la siguiente fórmula:

$$\%Opacidad = \frac{Y_b}{Y_n} \times 100$$

Donde:

Y_b: Muestras estándar en blanco.

Y_n: Muestras estándar en negro.

- Solubilidad

El porcentaje de solubilidad se determinó de acuerdo con la metodología AOAC (1997). Se usaron películas de tamaño 2x2 cm previamente secas libres de humedad. Se colocaron 80 mL de agua destilada en un matraz de Erlenmeyer de 250 mL con un cuadrado de película de 2x2 cm. Se mantuvo en agitación constante con agitador magnético durante 10 minutos. Finalmente se recuperó la película y se colocó en una estufa a 60 °C de temperatura por 24 horas, hasta obtener un peso constante. El porcentaje de solubilidad se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\%SOLUBILIDAD = \frac{Peso\ seco - peso\ final}{Peso\ seco} \times 100$$

1.2. Propiedades de barrera de las películas

- Permeabilidad al vapor de agua

La permeabilidad se determinó de acuerdo con el método estándar ASTM E96 / E96M (2015) con algunas modificaciones: Se cortaron y pesaron discos de las películas obtenidas. Luego se colocaron como tapa de los envases de plásticos que contenían 10 gramos de silica gel y estas a su

vez se colocaron en campanas desecadoras con agua. Se realizó el control de los pesos cada 24 horas por 5 días.

La permeabilidad al vapor de agua se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$VTVA = \frac{J}{t - A}$$

$$PVA = \frac{VTVA}{Pw1 - Pw2} \times L$$

Donde:

VTVA: Velocidad de transmisión de vapor de agua, g s⁻¹ m⁻²

J: Pendiente de la pérdida de peso en el tramo lineal, g s⁻¹

A: Área efectiva para la transmisión del vapor de agua, m²

Pw1: Presión parcial del vapor de agua en la superficie de la película (cara orientada hacia el interior de la celda), Pa.

Pw2: Presión parcial del vapor de agua en la superficie de la película (cara orientada hacia el exterior de la celda), Pa.

L: Espesor del film, m

El método ASTM establece que la resistencia al transporte de agua, a través del espacio de aire entre la superficie del agua y el film es despreciable (Pw0=Pw1). Sin embargo, para films hidrofílicos, esto no se cumple y puede inducir a importantes errores en la permeabilidad calculada.

Así para considerar el efecto de la capa estanca de aire en las medidas de PVA, los valores de Pw1 fueron calculados aplicando las siguientes ecuaciones:

$$Pw1 = Pt - (Pt - Pw0)e^{\left(\frac{Nwhl}{CD}\right)}$$

$$Nw = (6,43 \cdot 10^{-11}) \cdot VTVA$$

$$C = \frac{Pt}{R \cdot T}$$

$$D = 0,26 \cdot \left(\frac{T}{298}\right)^{1,8}$$

Dónde:

Pt: Presión total del sistema, Pa

Pw0: Presión de vapor saturado del agua a la temperatura de trabajo, Pa

Nw: Flujo de agua en la película, g·mol·cm⁻² s⁻¹

hi: Distancia entre el agua destilada y la película, m

C: Concentración molar total de aire y vapor de agua, g·mol·cm⁻³

D: Difusividad del vapor de agua en el aire, cm²·s⁻¹

T: Temperatura de trabajo, K

R: Constante universal de los gases, Pa·cm³ mol⁻¹·K⁻¹

II. Características microbiológicas: Mohos y levaduras (Hongos), Bacterias mesófilas aerobias (BMA) y E. coli.

2.1. Mohos y levaduras (Hongos)

Se determinó según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-111-SSA1-1994.

Se preparó diluciones logarítmicas a base 10 (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , 10^{-4}), usando el método de siembra superficial. Se rotuló el matraz como dilución 10^{-1} y se adicionaron 90ml de agua peptonada al 0.1%; seguidamente las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y se adicionó 9ml de agua peptonada al 0.1%.

Dilución 10^{-1} : pesar 10g del alimento (tomate), agregar al matraz rotulado como dilución 10^{-1} y agitar para homogenizar la mezcla.

Dilución 10^{-2} : se tomó 1ml de la dilución 10^{-1} y se agregó al tubo rotulado como 10^{-2} , agitar hasta homogenizar.

Dilución 10^{-3} : se tomó 1ml de la dilución anterior y se agregó al tubo rotulado como 10^{-3} .

Dilución 10^{-4} : se tomó 1ml de la dilución anterior y se colocó en esta última dilución.

Finalmente se realizó la siembra superficial en las placas Petri y se realizó la incubación a temperatura ambiente por 48 horas.

2.2. Bacterias mesófilas aerobias (BMA)

Se determinó según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-092-SSA1-1994.

Se preparó diluciones logarítmicas a base 10 (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , 10^{-4}), usando el método de siembra superficial. Se rotuló el matraz como dilución 10^{-1} y se

adicionaron 90ml de agua peptonada al 0.1%; seguidamente las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y se adicionó 9ml de agua peptonada al 0.1%.

Dilución 10^{-1} : pesar 10g del alimento (tomate), agregar al matraz rotulado como dilución 10^{-1} y agitar para homogenizar la mezcla.

Dilución 10^{-2} : se tomó 1ml de la dilución 10^{-1} y se agregó al tubo rotulado como 10^{-2} , agitar hasta homogenizar.

Dilución 10^{-3} : se tomó 1ml de la dilución anterior y se agregó al tubo rotulado como 10^{-3} .

Dilución 10^{-4} : se tomó 1ml de la dilución anterior y se colocó en esta última dilución.

Finalmente se realizó la siembra superficial en las placas Petri y se realizó la incubación a 35 °C de temperatura por 48 horas.

2.3. E. coli.

Se determinó según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-112-SSA1-1994

Se preparó diluciones logarítmicas a base 10 (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , 10^{-4}), usando el método de siembra superficial. Se rotuló el matraz como dilución 10^{-1} y se adicionaron 90ml de agua peptonada al 0.1%; seguidamente las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y se adicionó 9ml de agua peptonada al 0.1%.

Dilución 10^{-1} : pesar 10g del alimento (tomate), agregar al matraz rotulado como dilución 10^{-1} y agitar para homogenizar la mezcla.

Dilución 10^{-2} : se tomó 1ml de la dilución 10^{-1} y se agregó al tubo rotulado como 10^{-2} , agitar hasta homogenizar.

Dilución 10^{-3} : se tomó 1ml de la dilución anterior y se agregó al tubo rotulado como 10^{-3} .

Dilución 10^{-4} : se tomó 1ml de la dilución anterior y se colocó en esta última dilución.

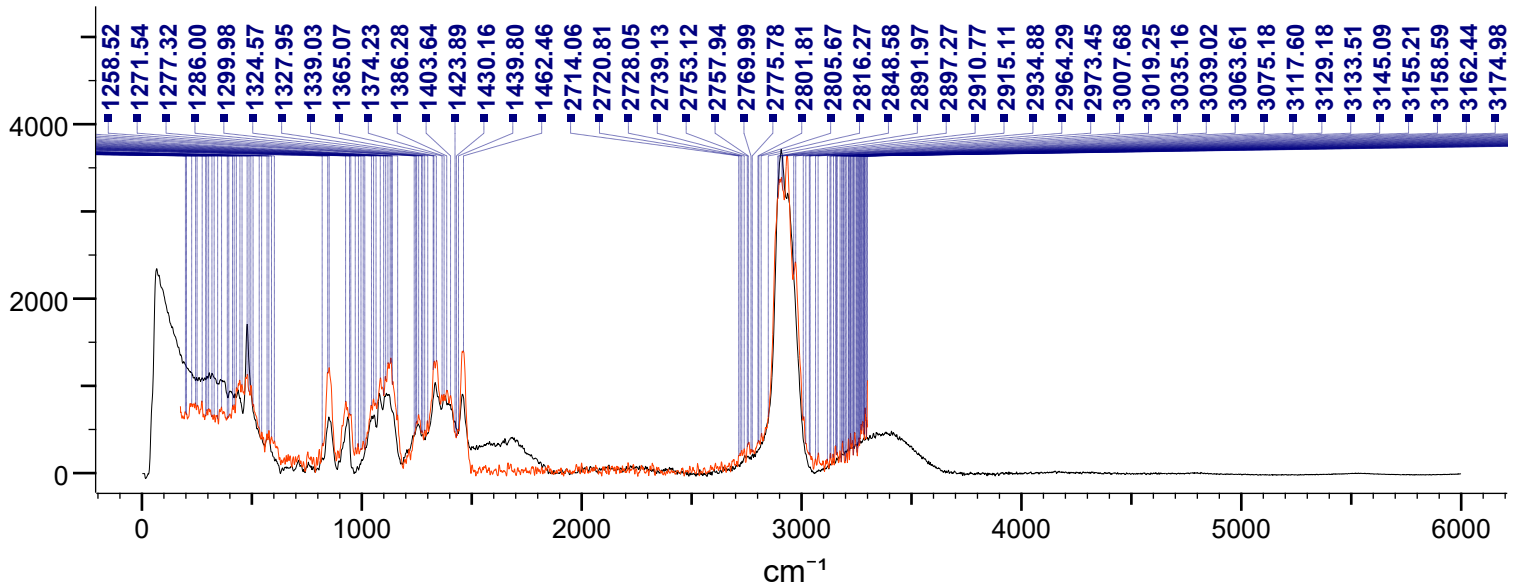
Finalmente se realizó la siembra superficial en las placas Petri y se realizó la incubación a de 35 °C temperatura por 48 horas.

ANEXO 04: RESULTADOS DE ESPECTROMETRÍA RAMAN

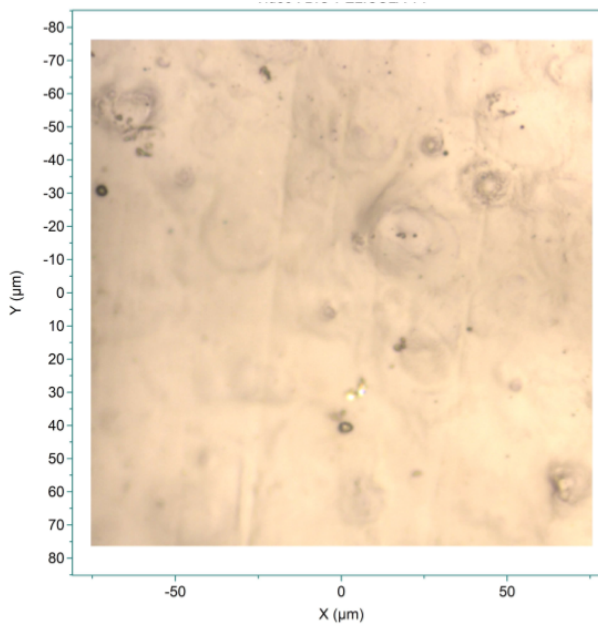
ANÁLISIS ESPECTRAL

MUESTRA: BIO-PELÍCULA T1

ESPECIALISTA: ING. JORGE ALEX RIVERO FONSECA



ESPECTRO CARACTERÍSTICO DE BIO-PELÍCULA T1 OBTENIDO POR ESPECTROMETRÍA RAMAN



50X



UNAS

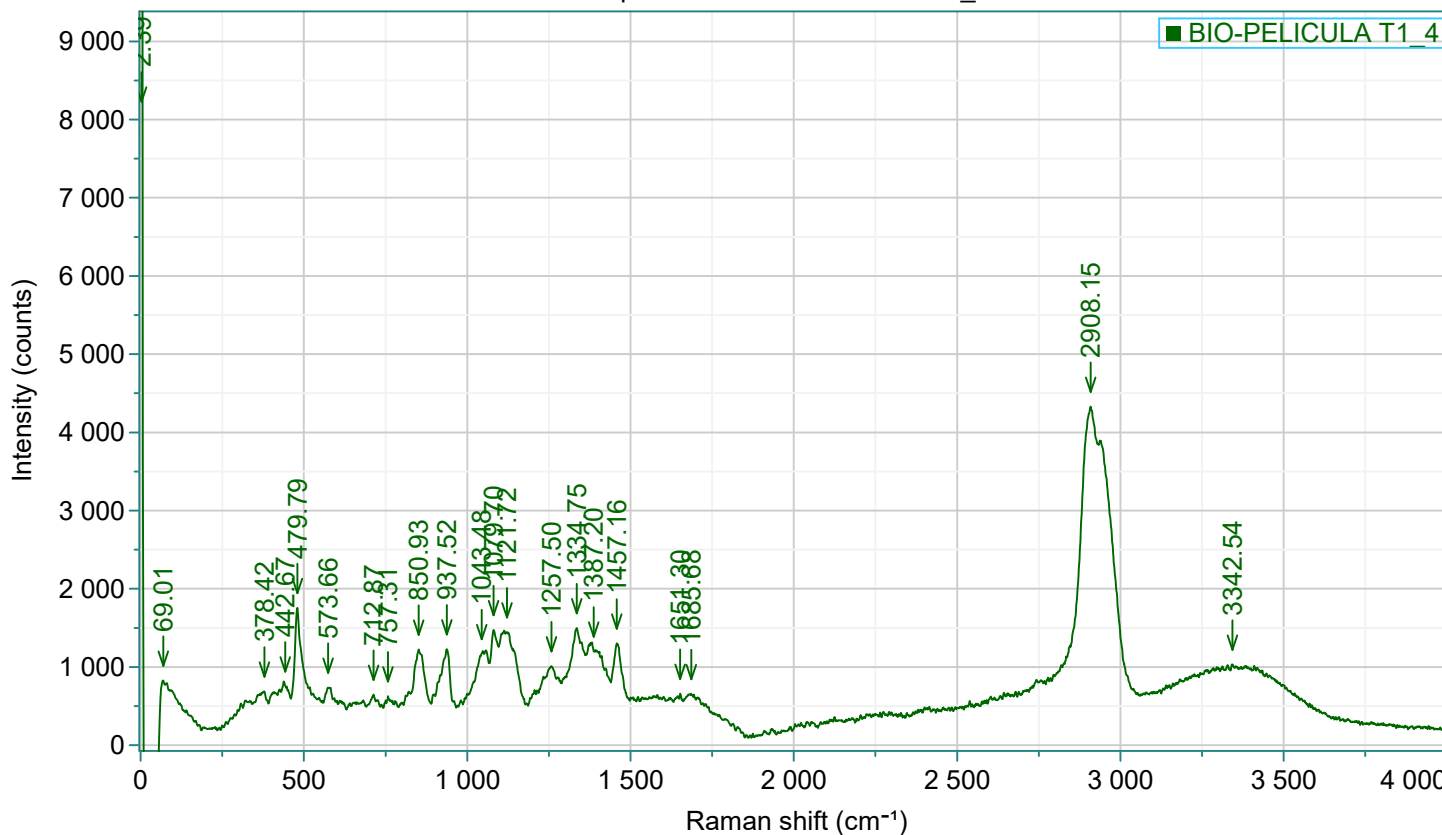
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARÍA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

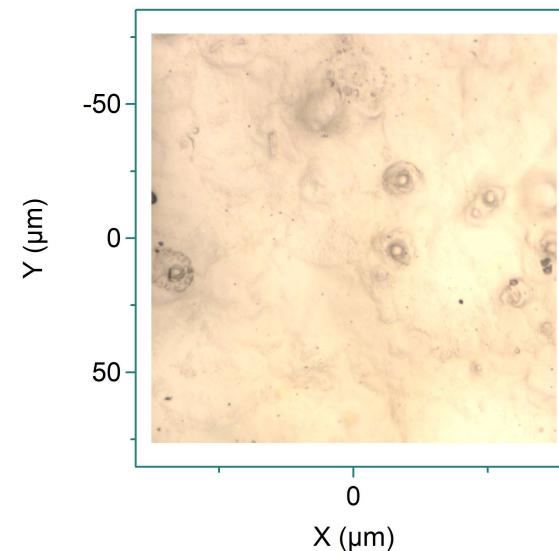
LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



Spectrum : BIO-PELICULA T1_4



Video : BIO-PELICULA T1



NOTA: MUESTRA DE BIOPELICULA A BASE DE CUSHURO T1

ESPECIALISTA: ING. JORGE ALEX RIVERO FONSECA
PRACTICANTE: GIAN MARLON CRUZ TORRES

PARAMETROS

Date	10.05.2019 1...	Acq. time (s)	5	Accumulations	2	Laser	638nm_Edge
Spectro (cm ⁻¹)		Hole (µm)	100	Slit (µm)	100	Grating	1200 (750nm)
Filter	100%	Objective	x50_VIS_LWD	ICS correction	Off	Range (cm ⁻¹)	

Powered by
LabSpec 6 from:

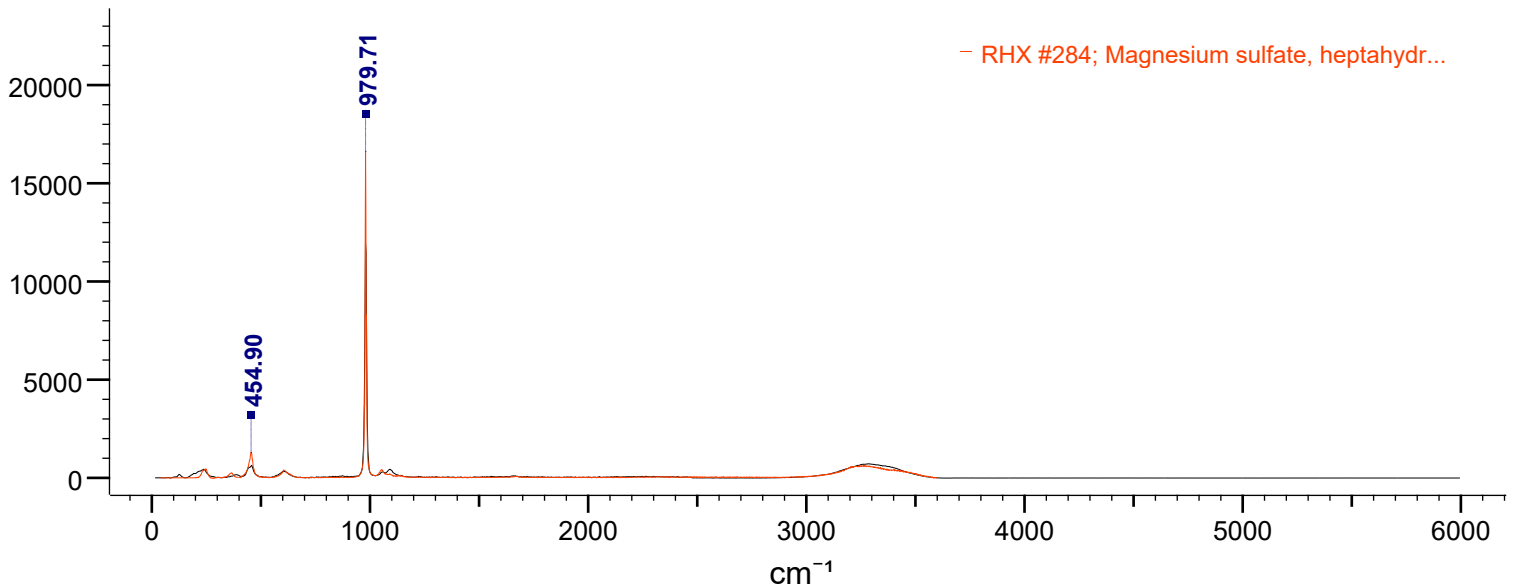
HORIBA

Scientific

IDENTIFICACIÓN DEL COMPUESTO

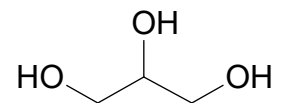
MUESTRA: BIO-PELÍCULA T1

ESPECIALISTA: ING. JORGE ALEX RIVERO FONSECA



ESPECTRO DE BIO-PELÍCULA T1 OBTENIDO POR ESPECTROMETRÍA RAMAN IDENTIFICADO AL 86.56%

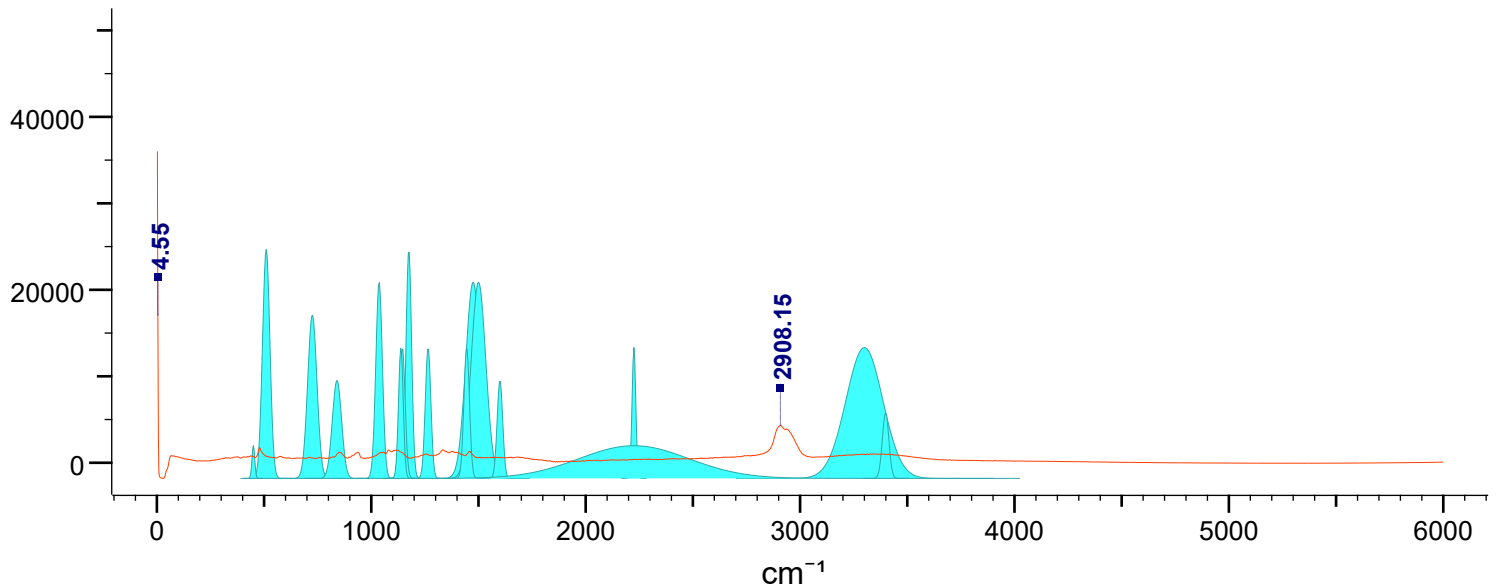
Name	Value
Resulting HQI	86.56
Database Abbreviation	RHX
Database Title	Raman - Forensic - HORIBA
Record ID	279
Name	Glycerin
CAS Registry Number	56-81-5
Classification	organic
Comments	OH-CH ₂ -CH(OH)-CH ₂ -OH
Formula	C ₃ H ₈ O ₃
Instrument Name	HORIBA LabRAM
Mol.Weight	92.09 g/mol
Raman Laser Power	514.5
Source of Sample	Jobin Yvon
Source of Spectrum	HORIBA Scientific
Substance Type	solvent



IDENTIFICACIÓN DE GRUPOS FUNCIONALES

MUESTRA: BIO-PELÍCULA T1

ESPECIALISTA: ING. JORGE ALEX RIVERO FONSECA



GRUPOS FUNCIONALES DE BIO-PELÍCULA T1 OBTENIDO POR ESPECTROMETRÍA RAMAN

Classification	Group	Bond	Range	Intensity	Mode
Alkynes	R-C≡C-R	C≡C	2260-2190	variable	stretching
Silicon Compoc	Si-Cl	Si-Cl	550-470	strong	stretching
Sulfur Compo	S-S	S-S	500-400	variable-weak	stretching
Sulfur Compo	R-N=S=O	N=S(1300-1230	variable	antisymmetric stretching
		N=S(1180-1110	variable	symmetric stretching
Alcohols	R-CH ₂ -OH	OH	3400-3200	variable	stretching
		OH	1480-1410	medium-weak	deformation
		C-O	1075-1000	strong	stretching
Peroxides	R-O-O-R	O-O	880-800	weak	stretching
Sulfur Compo	R-SO ₂ -H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁺	2800-1650	weak	stretching
		SO ₂	1230-1120	strong	stretching
Triazenes	C-N=N-NH-C	N=N	1550-1450	medium	stretching
Azo Compour	N=N	N=N	1550-1400	medium	stretching
Amines	CH ₂ -NH-CH ₂	NH	3500-3300	weak	stretching
		C-N	1146-1132	medium	stretching
		NH	750-700	strong	wagging
		NH	1650-1550	variable-weak	deformation



UNAS

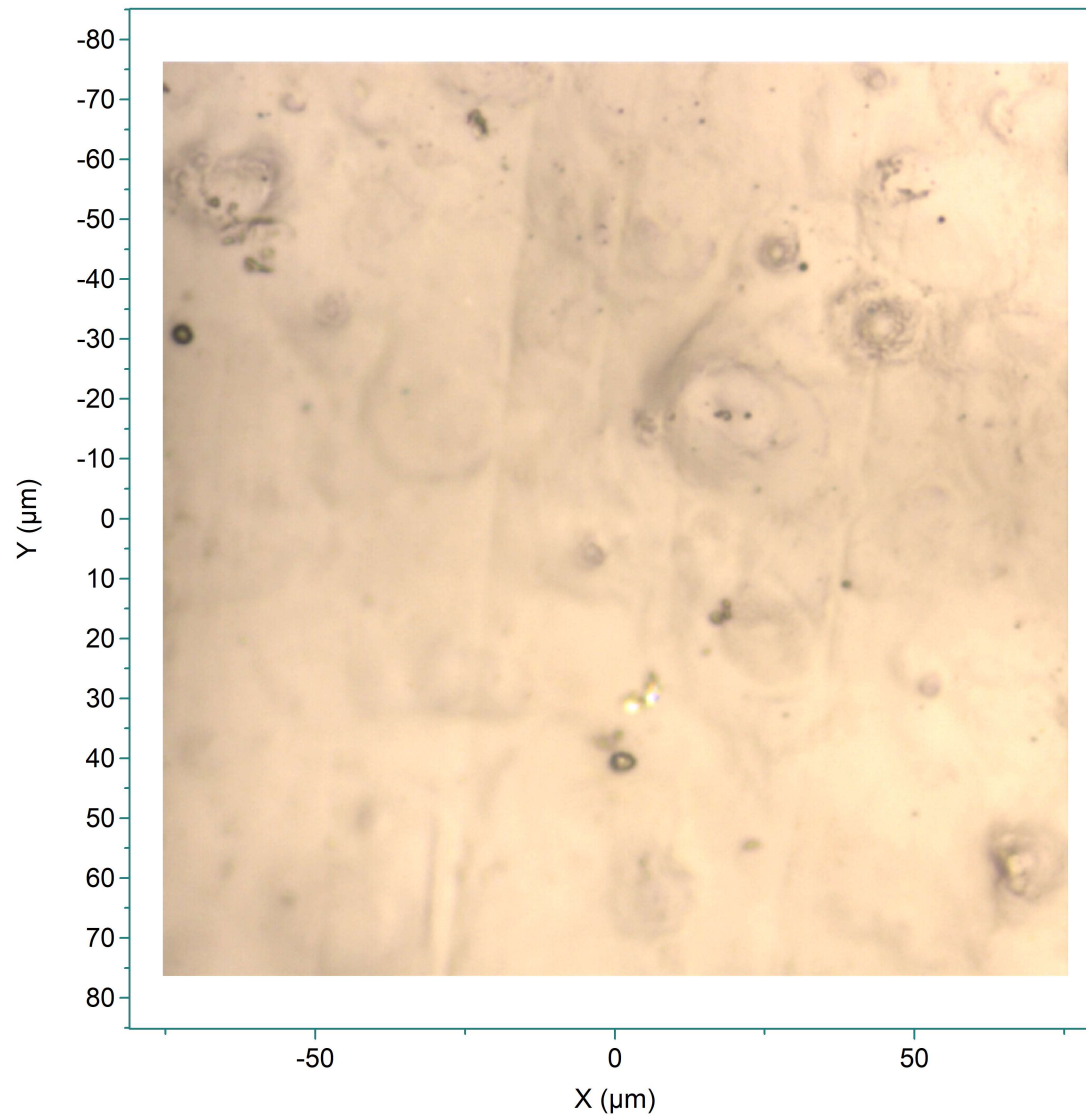
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARÍA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



Video : BIO-PELICULA T1



NOTA: IMAGEN DE BIO-PELICULA
(50X)

ESPECIALISTA: ING. JORGE ALEX
RIVERO FONSECA

PRACTICANTE: GIAN MARLON
CRUZ TORRES

Powered by
LabSpec 6 from:

HORIBA
Scientific



UNAS

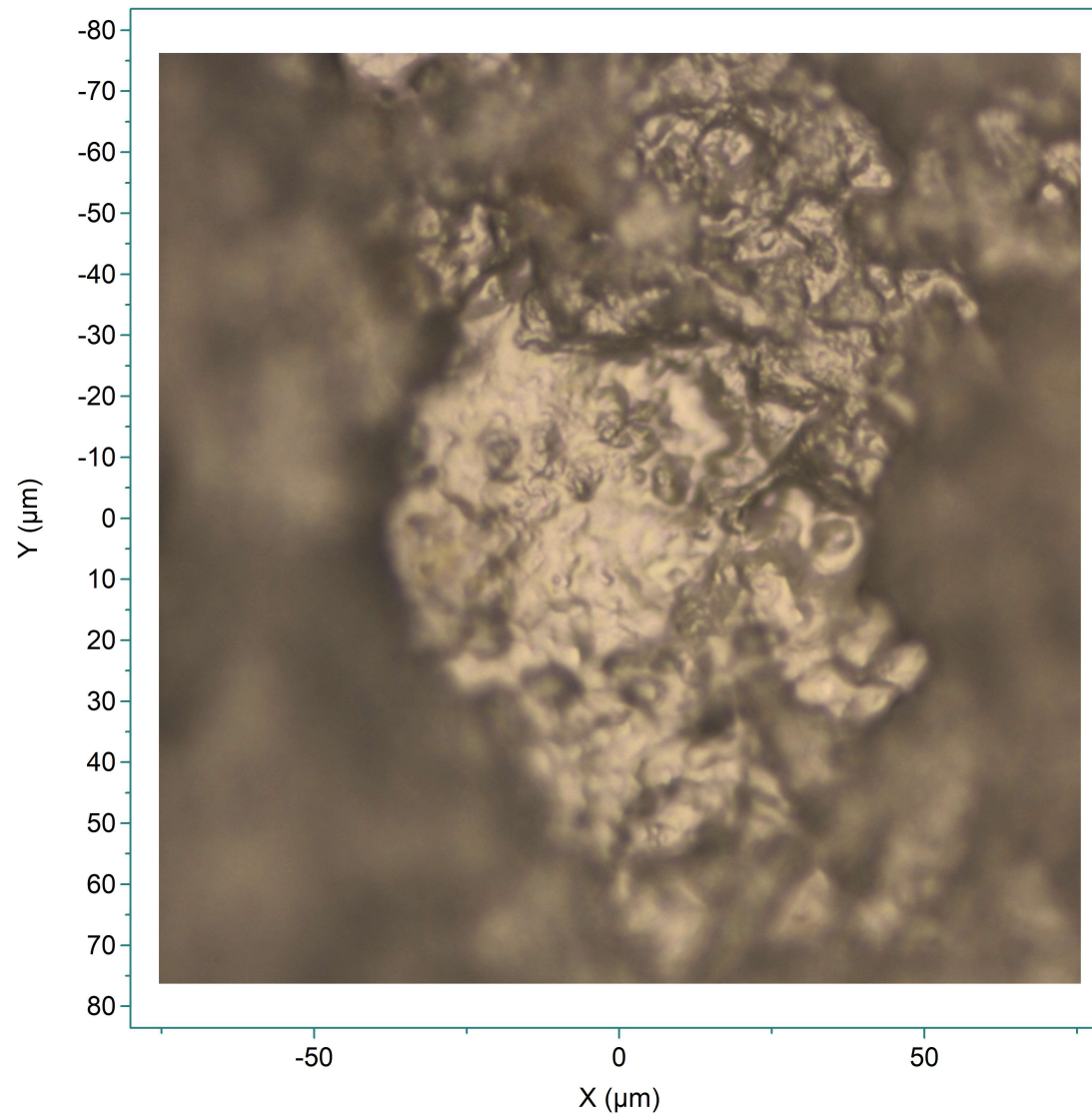
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARÍA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



Video : BIO-PELICULA T2



NOTA: IMAGEN DE BIO-PELÍCULA
(50X)

ESPECIALISTA:
ING. JORGE ALEX RIVERO
FONSECA

SOLICITANTE:
JUAN E. VILLANUEVA TIBURCIO
CARLOS ANTESANA MERCADO

Powered by
LabSpec 6 from:

HORIBA
Scientific



UNAS

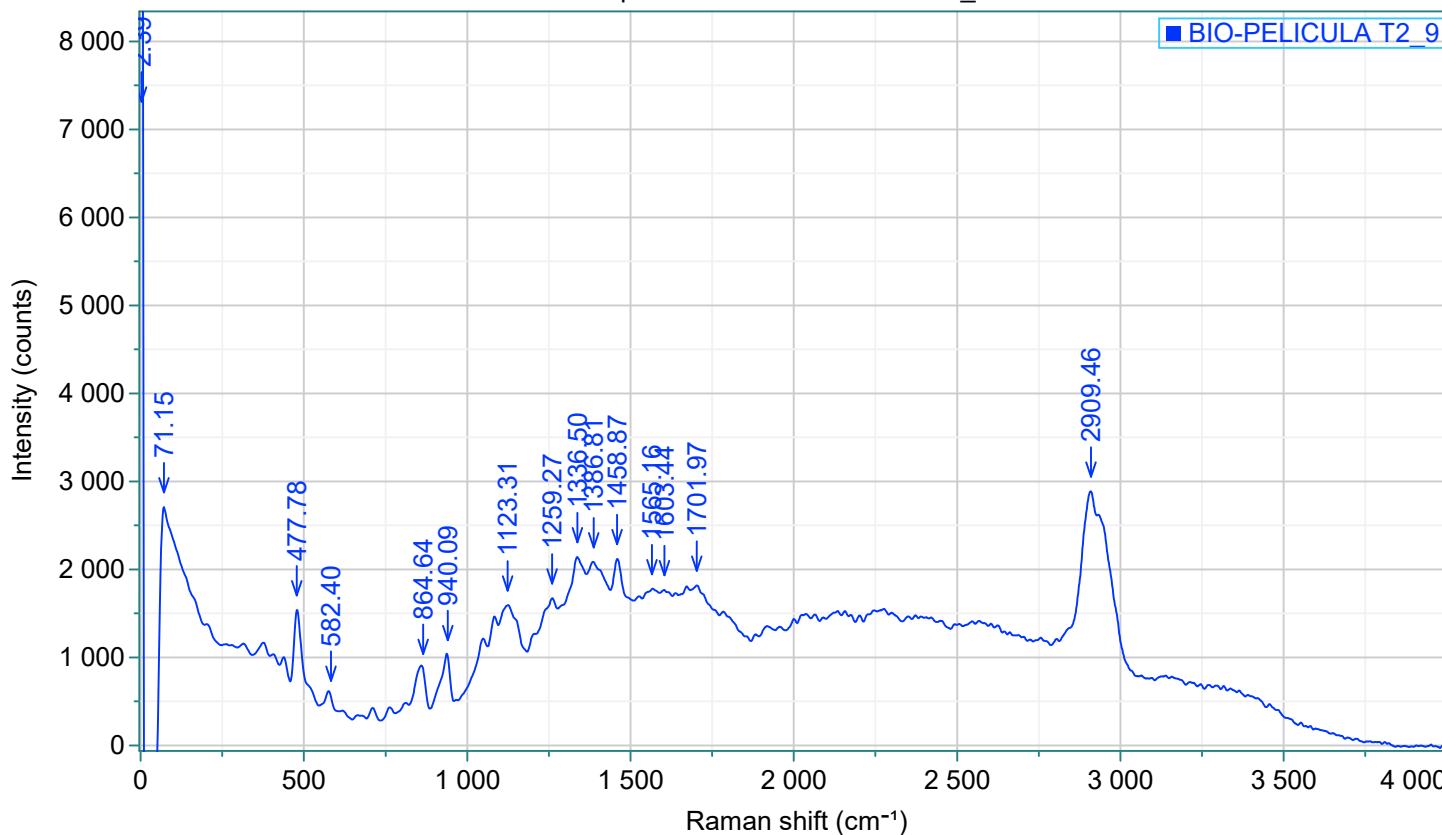
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARÍA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

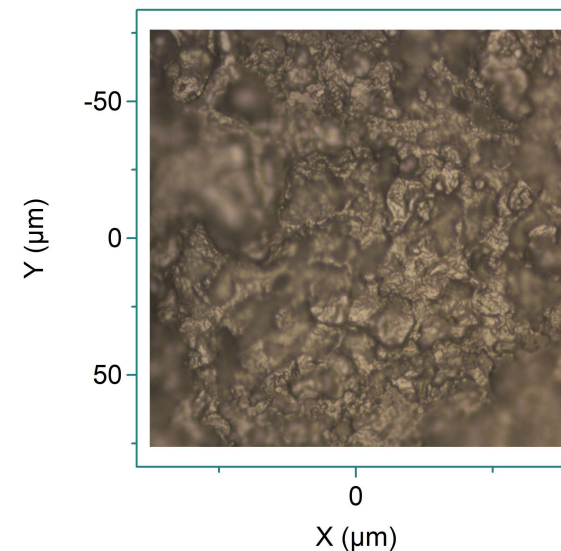
LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



Spectrum : BIO-PELICULA T2_9



Video : BIO-PELICULA T2



NOTA: MUESTRA DE BIOPELICULA A BASE DE CUSHURO T2

ESPECIALISTA: ING. JORGE A. RIVERO FONSECA
SOLICITANTE: JUAN E. VILLANUEVA TIBURCIO

CARLOS ANTEZANA MARCADO

PARAMETROS

Date	10.05.2019 1...	Acq. time (s)	5	Accumulations	2	Laser	638nm_Edge
Spectro (cm ⁻¹)		Hole (µm)	100	Slit (µm)	100	Grating	1200 (750nm)
Filter	100%	Objective	x50_VIS_LWD	ICS correction	Off	Range (cm ⁻¹)	

Powered by
LabSpec 6 from:

HORIBA

Scientific



UNAS

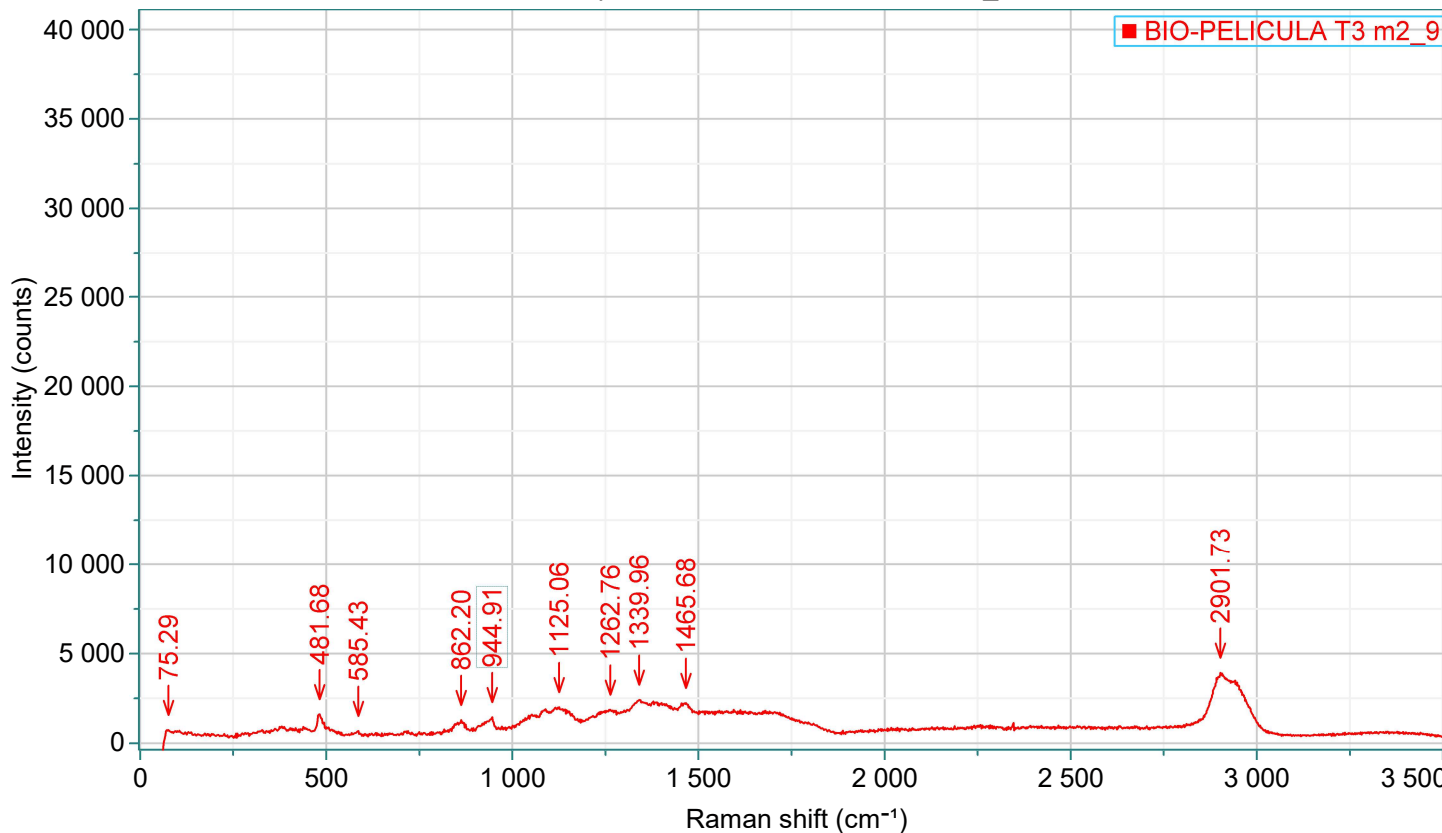
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARÍA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

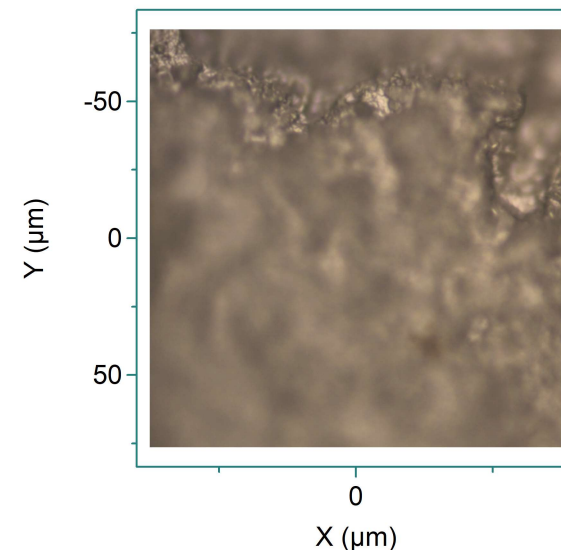
LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



Spectrum : BIO-PELICULA T3 m2_9



Video : BIO-PELICULA T3



NOTA: MUESTRA DE BIOPELICULA A BASE DE CUSHURO T2

ESPECIALISTA: ING. JORGE A. RIVERO FONSECA
SOLICITANTE: JUAN E. VILLANUEVA TIBURCIO

CARLOS ANTEZANA MARCADO

PARAMETROS

Date	10.05.2019 1...	Acq. time (s)	5	Accumulations	2	Laser	638nm_Edge
Spectro (cm ⁻¹)		Hole (µm)	100	Slit (µm)	100	Grating	1200 (750nm)
Filter	100%	Objective	x50_VIS_LWD	ICS correction	Off	Range (cm ⁻¹)	

Powered by
LabSpec 6 from:

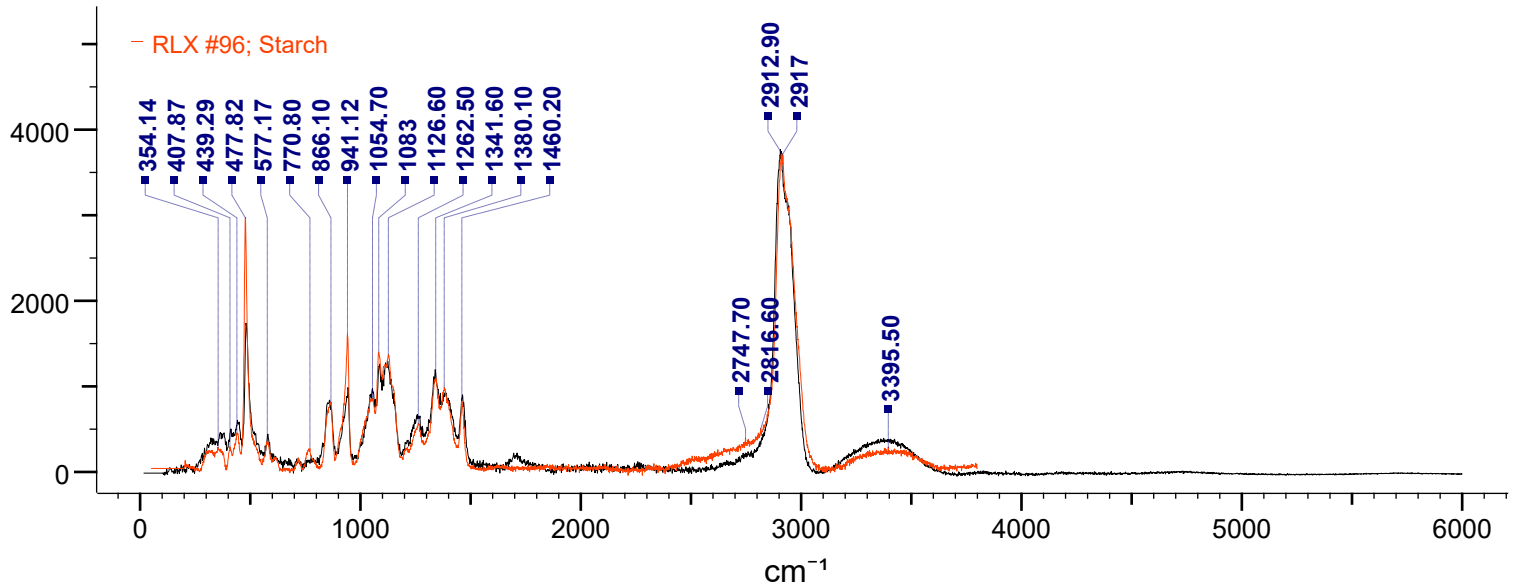
HORIBA

Scientific

IDENTIFICACIÓN DEL COMPUESTO

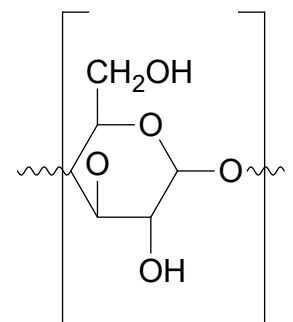
MUESTRA: BIO-PELÍCULA T3

ESPECIALISTA: ING. JORGE ALEX RIVERO FONSECA



ESPECTRO DE BIO-PELÍCULA T3 OBTENIDO POR ESPECTROMETRÍA RAMAN IDENTIFICADO AL 94.31%

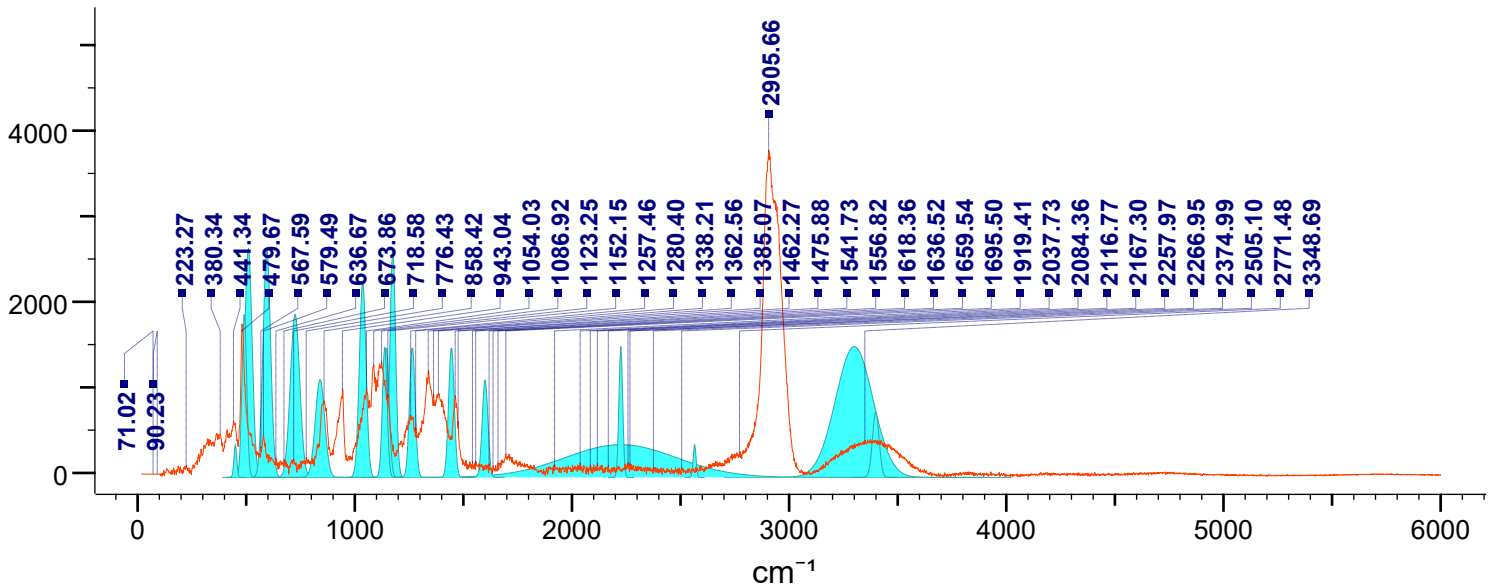
Name	Value
Resulting HQI	94.31
Database Abbreviation	RLX
Database Title	Raman - Biomaterials - HORIBA
Record ID	96
Name	Starch
Comments	synthetic polycarbohydrate
Formula	C ₈ H ₁₆ O ₅
Instrument Name	HORIBA
Mol.Weight	192.212 g/mol
Occurrence	artifact
Raman Laser Power	632.8
Source of Sample	Jobin Yvon
Source of Spectrum	HORIBA Scientific



IDENTIFICACIÓN DE GRUPOS FUNCIONALES

MUESTRA: BIO-PELÍCULA T3

ESPECIALISTA: ING. JORGE ALEX RIVERO FONSECA



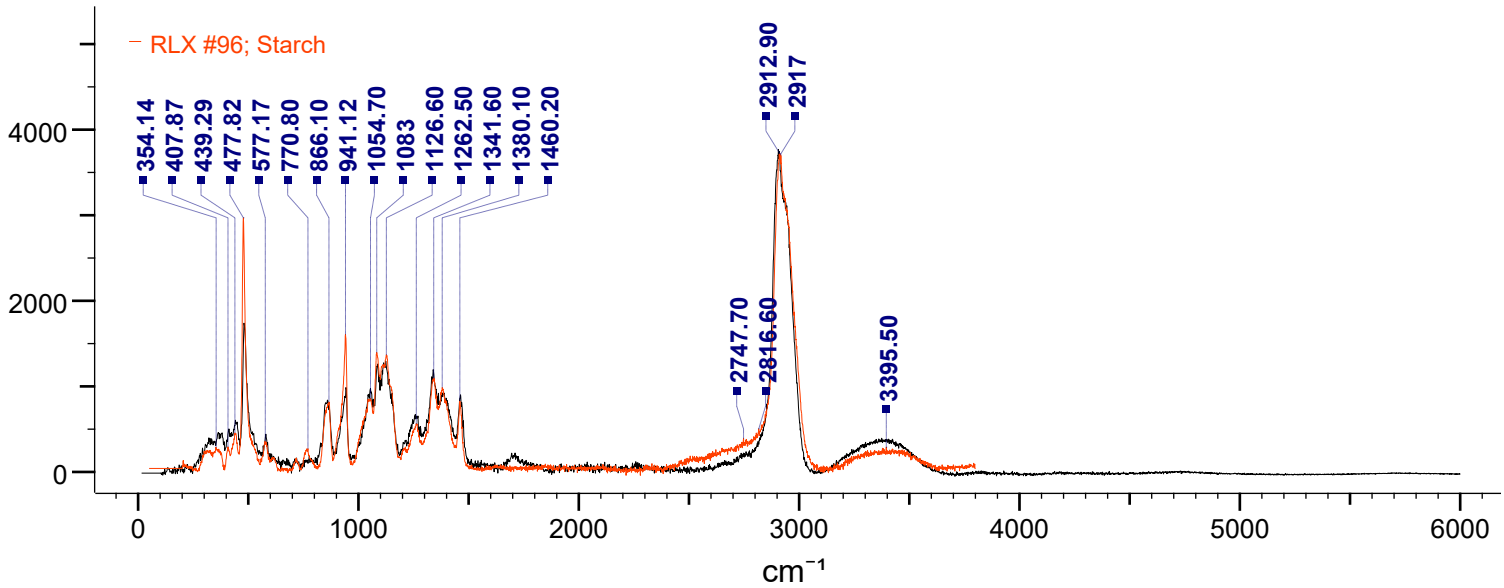
GRUPOS FUNCIONALES DE BIO-PELÍCULA T3 OBTENIDO POR ESPECTROMETRÍA RAMAN

Classification	Group	Bond	Range	Intensity	Mode
Amines	CH ₂ -NH-CH ₂	NH	3500-3300	weak	stretching
		C-N	1146-1132	medium	stretching
		NH	750-700	strong	wagging
		NH	1650-1550	variable-weak	deformation
Sulfur Compounds	S-H				
Alkynes	R-C≡C-R	S-H	2590-2540	variable-weak	stretching
		C≡C	2260-2190	variable	stretching
Sulfur Compounds	S-S				
Sulfur Compounds	R-N=S=O	S-S	500-400	variable-weak	stretching
		N=S=O	1300-1230	variable	antisymmetric stretching
		N=S=O	1180-1110	variable	symmetric stretching
Silicon Compounds	Si-Cl				
Alcohols	R-CH ₂ -OH	Si-Cl	550-470	strong	stretching
		OH	3400-3200	variable	stretching
		OH	1480-1410	medium-weak	deformation
Peroxides	R-O-O-R	C-O	1075-1000	strong	stretching
		O-O	880-800	weak	stretching
Sulfur Compounds	R-SO ₃ ⁻ H ₃ O ⁺				
		H ₃ O ⁺	2800-1650	weak	stretching
		SO ₃	1230-1120	strong	stretching
Silicon Compounds	SiCl ₃				
		Si-Cl	620-570	strong	antisymmetric stretching
		Si-Cl	535-450	medium	symmetric stretching

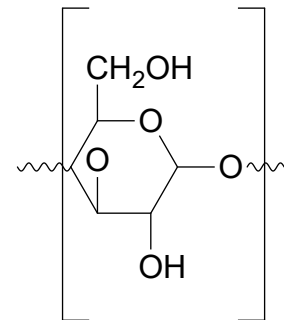
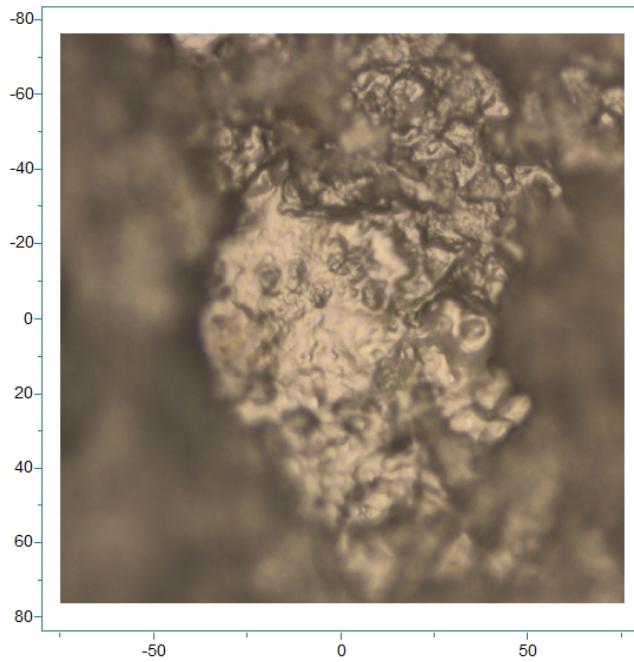
ANÁLISIS ESPECTRAL

MUESTRA: BIO-PELÍCULA T3

ESPECIALISTA: ING. JORGE ALEX RIVERO FONSECA



ESPECTRO CARACTERÍSTICO DE BIO-PELÍCULA T3 OBTENIDO POR ESPECTROMETRÍA RAMAN



50X



UNAS

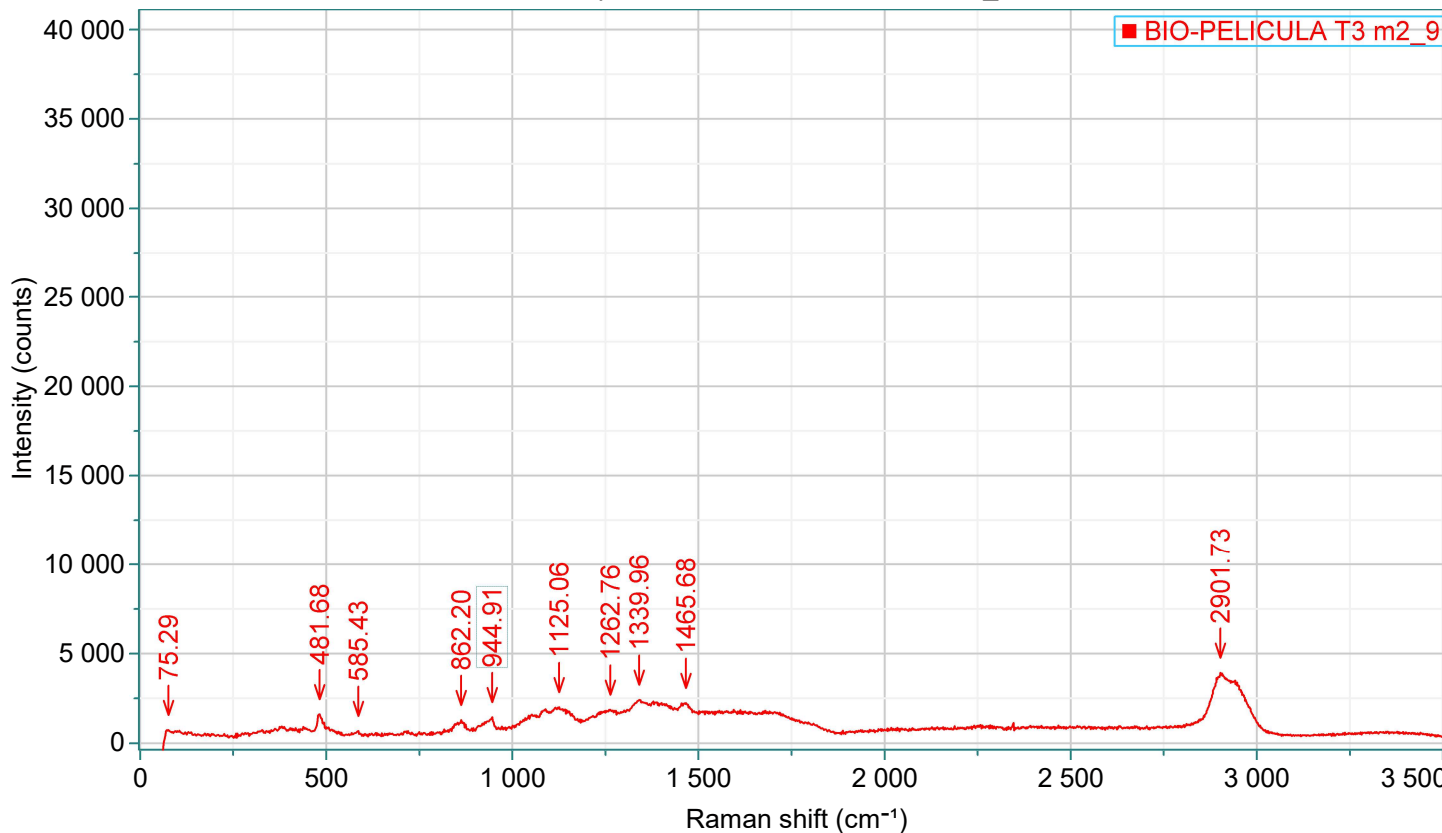
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARÍA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

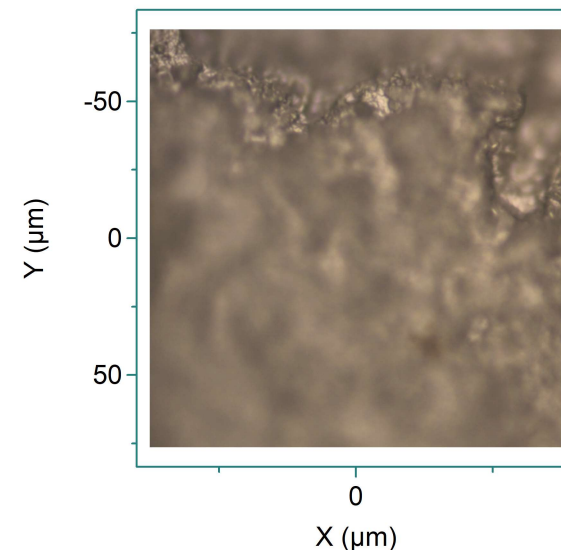
LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



Spectrum : BIO-PELICULA T3 m2_9



Video : BIO-PELICULA T3



NOTA: MUESTRA DE BIOPELICULA A BASE DE CUSHURO T2

ESPECIALISTA: ING. JORGE A. RIVERO FONSECA
SOLICITANTE: JUAN E. VILLANUEVA TIBURCIO

CARLOS ANTEZANA MARCADO

PARAMETROS

Date	10.05.2019 1...	Acq. time (s)	5	Accumulations	2	Laser	638nm_Edge
Spectro (cm ⁻¹)		Hole (μm)	100	Slit (μm)	100	Grating	1200 (750nm)
Filter	100%	Objective	x50_VIS_LWD	ICS correction	Off	Range (cm ⁻¹)	

Powered by
LabSpec 6 from:

HORIBA

Scientific



UNAS

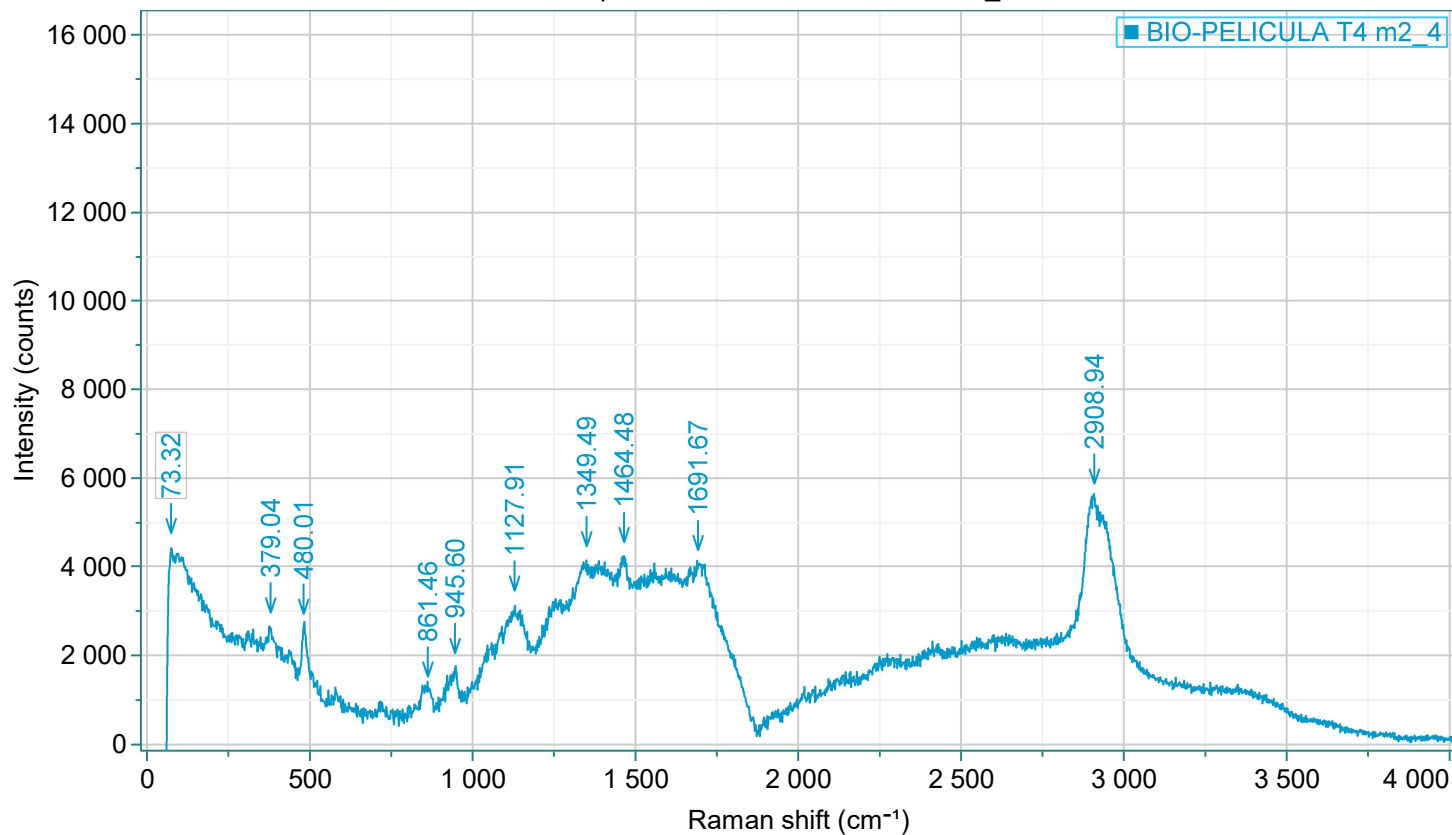
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARÍA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

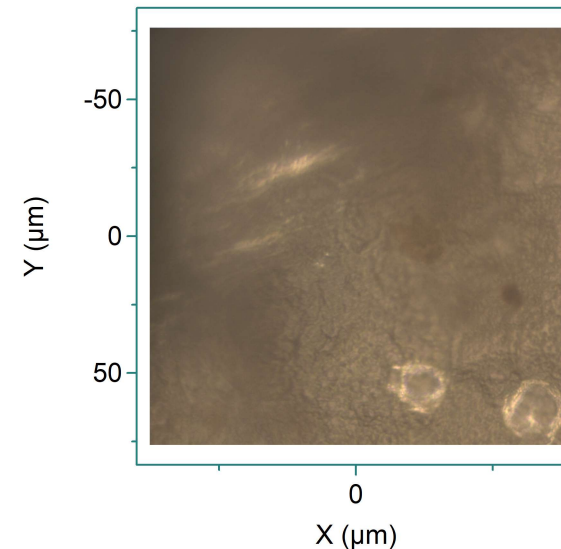
LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



Spectrum : BIO-PELICULA T4 m2_4



Video : BIO-PELICULA T4



NOTA: MUESTRA DE HIDROCOLOIDE DE CUSHURO EN POLVO

ESPECIALISTA: ING. JORGE A. RIVERO FONSECA
SOLICITANTE: JUAN E. VILLANUEVA TIBURCIO

CARLOS ANTEZANA MARCADO

PARAMETROS

Date	10.05.2019 1...	Acq. time (s)	5	Accumulations	2	Laser	638nm_Edge
Spectro (cm ⁻¹)		Hole (µm)	100	Slit (µm)	100	Grating	1200 (750nm)
Filter	100%	Objective	x50_VIS_LWD	ICS correction	Off	Range (cm ⁻¹)	

Powered by
LabSpec 6 from:

HORIBA

Scientific

ANEXO 05: NORMAS TÉCNICAS PERUANAS

Programas prerrequisitos para inocuidad alimentaria. Parte 3: Actividades agropecuarias

Prerequisite programmes on food safety. Part 3: Farming

(EQV. ISO/TC 22002-3:2011 Prerequisite programmes on Food safety – Part 3: Farming)

2016-12-29
1ª Edición

© ISO 2011

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el Internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL, único representante de la ISO en territorio peruano.

© INACAL 2016

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 815, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	ii
PREFACIO	iv
PRÓLOGO (ISO)	vi
INTRODUCCIÓN	viii
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2 REFERENCIAS NORMATIVAS	2
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES	3
4 REQUISITOS GENERALES	7
5 PROGRAMAS DE PRERREQUISITOS COMUNES	8
5.1 Generalidades	8
5.2 Ubicación	9
5.3 Construcción y distribución de las instalaciones	10
5.4 Idoneidad y mantenimiento de los equipos	12
5.5 Higiene del personal	13
5.6 Animales de trabajo	15
5.7 Gestión de compras	16
5.8 Almacenamiento y transporte en la unidad productiva	17
5.9 Limpieza	20
5.10 Gestión de residuos	23
5.11 Control de plagas en las instalaciones de la unidad productiva	24
5.12 Gestión de productos que se sospecha que no son inocuos	26
5.13 Actividades subcontratadas	26
6 PROGRAMAS DE PREREQUISITOS (PPR) ESPECÍFICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS	27
6.1 Generalidades	27
6.2 Riego	27
6.3 Fertilización	28
6.4 Productos fitosanitarios	29
6.5 Actividades de cosecha y postcosecha	30

7	PROGRAMAS DE PREREQUISITOS ESPECÍFICOS PARA PRODUCCIÓN ANIMAL	32
7.1	Generalidades	32
7.2	Pensos y agua para los animales	33
7.3	Gestión de la salud	35
7.4	Ordeño	42
7.5	Recolección de huevos	43
7.6	Preparación para el beneficio	43
7.7	Crecimiento, recolección y manejo de los animales acuáticos	45
	BIBLIOGRAFÍA	46

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Gestión de la calidad e inocuidad alimentaria, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de abril a setiembre de 2016, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Gestión de la calidad e inocuidad alimentaria presentó a la Dirección de Normalización –DN-, con fecha 2016-10-19, el PNT/ET–ISO/TS 22002-3:2016, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2016-10-28. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP/ET–ISO/TS 22002-3:2016 Programas prerequisites para inocuidad alimentaria. Parte 3: Actividades agropecuarias**, 1ª Edición, el 31 de diciembre de 2016.

A.3 La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Instituto para la Calidad de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)
Presidente	Claudia Solano Oré – PROMPERÚ
Secretaria	Santana Lidia León Alfaro

ENTIDAD	REPRESENTANTE
CERPER S. A.	Nelly Cornejo Luján
Control de Saneamiento Ambiental S.A.C.	Iván Jerí San Miguel
Environment & Quality Solutions S. A. C.	Kelly Rafael Isuiza
Frutarom Perú S. A.	Celia Monteagudo Espinoza Yohany Alvarez Ladrón de Guevara
Gesting	Oscar Valdizán Aste
Grupo Food Solutions S. A. C.	Rosa María Ocampo Pazos
KMR S. A. C.	Luis Guillermo Medina Figueroa
Pontificia Universidad Católica del Perú – Instituto para la Calidad	Maritza Nakandakari Huamán
PROMPERÚ	Angélica Yovera Aliaga
Sociedad Nacional de Pesquería	Jorge Vigil Mattos
Supermercados Peruanos	Ana Campos Cuadros
UCP Backus y Johnston S. A. A.	Gustavo Larrea Gálvez
Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de farmacia y Bioquímica	Eloísa Hernandez Fernández José Alfonso Apesteguía Infantes
Total Consulting Group S. A. C.	Antonio Gadea Guillén
Consultor independiente	Sayira Sato Ramos

PRÓLOGO (ISO)

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación internacional de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de elaborar normas internacionales es llevado a cabo normalmente a través de comités técnicos ISO. Cada organismo miembro interesado en un tema del cual se ha creado un comité, tiene el derecho de estar representado en ese comité. Organizaciones internacionales gubernamentales o no gubernamentales, en alianza con ISO, también forman parte del trabajo. ISO colabora de manera cercana con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todos los temas de normalización electrotécnica.

Las Normas Internacionales se han elaborado de acuerdo con las reglas dadas en las Directivas ISO/IEC, Parte 2.

El objetivo principal de los comités técnicos es preparar las Normas Internacionales. Los borradores de las Normas Internacionales adoptadas por los comités técnicos son distribuidos a los miembros para que voten. La publicación como una Norma Internacional requiere la aprobación de por lo menos el 75% de los miembros con derecho a voto.

En otras circunstancias, particularmente cuando hay una exigencia urgente del mercado, para tales documentos, un comité técnico puede decidir publicar otros tipos de documentos.

- Una ISO Especificación Disponible al Público (ISO / PAS) representa un acuerdo entre los expertos técnicos en un grupo de trabajo de ISO y es aceptada para su publicación cuando es aprobada por más del 50% de los miembros de los comités padres con derecho a voto.
- Una ISO Especificación Técnica (ISO/TS) representa un acuerdo entre los miembros de un comité técnico y es aceptada para su publicación si ésta es aprobada por 2/3 de los miembros de los comités con derecho a voto.

Una ISO/PAS o ISO/TS es revisada después de tres años para decidir si será confirmada para los próximos tres años, revisada para llegar a ser una Norma internacional, o retirada. Si una ISO/PAS o una ISO/TS es confirmada, ésta es revisada nuevamente después de tres años, tiempo en el cual debe ser transformada a una Norma Internacional o ser retirada.

Se pone atención en que algunos elementos de estos documentos pueden estar sujetos a derechos de patentes. ISO no se hace responsable por determinar alguno o todos estos derechos de patentes.

ISO/TS 22002-3 ha sido elaborada por el Comité Técnico ISO/TC 34, *Productos Alimenticios*, Subcomité SC17, *Sistemas de gestión para la inocuidad alimentaria*.

ISO/TS 22002 consiste de las siguientes partes, bajo el título general “*Programas prerrequisitos para Inocuidad Alimentaria*”

- Parte 1: Alimentos manufacturados
- Parte 3: Actividades agropecuarias

Las siguientes partes están bajo elaboración

- Parte 2: Catering

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

INTRODUCCIÓN

La inocuidad de los alimentos para humanos y los piensos para animales tiene que ser asegurada en todas las etapas de la cadena alimentaria. Los operadores tienen la responsabilidad de asegurar que la producción, procesamiento y distribución de productos alimenticios cumplan los requisitos de higiene.

De la misma forma, los encargados de las actividades agropecuarias (organizaciones) tienen que implementar medidas de control de inocuidad alimentaria, pertinentes a lo requerido para la inocuidad de sus productos finales. Esto aplica a todos los productos agropecuarios finales, sin embargo la inocuidad requerida puede depender del uso previsto, como por ejemplo si están destinados a ser procesados, y si los peligros pueden ser controlados más adelante en la cadena alimentaria. Los encargados de las actividades agropecuarias (organizaciones) serán capaces de justificar e implementar estas medidas de control, y cuando sea necesario llevar registros, asegurar la trazabilidad hacia arriba o hacia abajo, manteniendo documentos relacionados con los materiales entrantes e incluso algunas veces llevar a cabo muestreo para análisis.

Se requiere que los encargados de las actividades agropecuarias (organizaciones) cumplan con la reglamentación local, incluyendo las reglas generales y específicas de higiene que abarquen buenos programas de higiene. Cuando no existe tal reglamentación, con frecuencia se aplican las normas Codex o la regulación que aplique en el país de venta.

En la actualidad, las medidas de control de inocuidad alimentaria en las unidades productivas¹ se integran normalmente en buenas prácticas [por ejemplo, buenas prácticas agrícolas (BPA), las buenas prácticas pecuarias (BPP), las buenas prácticas veterinarias (BPV), buenas prácticas de higiene (BPH)]. Las BPA y BPP pueden abordar la sostenibilidad ambiental, económica y social de los procesos resultantes de la unidad productiva dando como resultado productos agropecuarios alimenticios y no alimenticios inocuos y de calidad. Las BHP abordan las condiciones y medidas necesarias para asegurar la inocuidad e idoneidad de los piensos o alimentos en todas las etapas de la cadena alimentaria. Las BPV abordan el uso adecuado de medicamentos veterinarios o aditivos para piensos, de acuerdo con el uso autorizado, en términos de dosificación, aplicaciones y los periodos de retención, para obtener un tratamiento adecuado de los animales mientras vivan, reduciendo al mínimo los residuos en los alimentos derivados de los animales. Estas prácticas están dirigidas a los contaminantes en general, tanto si afectan a la inocuidad, la idoneidad o ambas. Generalmente no están orientados hacia peligros específicos.

¹ Unidad productiva: finca o granja donde se producen alimentos vegetales o animales.

Los roles y responsabilidades de la Comisión del Codex Alimentarius (CAC) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) son establecer normas internacionales que son la base para el comercio internacional seguro bajo el Acuerdo de la Organización Mundial del Comercio para la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (Acuerdo MSF). La OIE establece las normas oficiales de sanidad animal (incluyendo medidas sobre inocuidad alimentaria para la unidad productiva) y la certificación de salud y la CAC establece las normas oficiales para la inocuidad y el etiquetado de los alimentos para humanos.

ISO 22000 especifica los requisitos de inocuidad alimentaria para las organizaciones en la cadena alimentaria que están dispuestas a cumplirlas. Uno de los requisitos es que las organizaciones establezcan, implementen y mantengan programas de prerequisites (PPR) para ayudar a controlar los peligros para la inocuidad alimentaria (ISO 22000: 2005, 7.2). Los PPR son las condiciones y actividades básicas necesarias para mantener un ambiente higiénico adecuado a lo largo de la cadena alimentaria para la producción, manejo y provisión de productos finales seguros y alimentos inocuos para el consumo humano.

Cuando una unidad productiva migra de un sistema basado en buenas prácticas de higiene (BPH) a un sistema basado en la norma ISO 22000, se requiere un análisis de peligros en caso de no tenerlo. Entonces, es probable que la mayor parte de las BPH continúen como PPR. Si el análisis de peligros concluye que hay peligros que necesitan controlarse con medidas específicas, éstos pueden ser categorizados como programas prerequisites operacionales (PPRO).

Esta parte de la ISO 22002 no duplica los requisitos de la Norma ISO 22000 y está prevista para ser usada cuando se establecen, implementan y mantienen los PPR específicos de la(s) organización(es) de acuerdo con la norma ISO 22000. Esta parte de la ISO 22002 no está destinada para fines de certificación.

En términos prácticos, las siguientes aplicaciones de esta parte de la norma ISO 22002, son posibles de acuerdo con la norma ISO 22000:

- a) Una organización que desarrolle PPR como parte de sus prácticas, o que verifique que sus prácticas existentes son consistentes con esta parte de la ISO 22002 .

- b) Un grupo de encargados de actividades agropecuarias (organizaciones) que establece un sistema común de gestión de inocuidad alimentaria con base en la norma ISO 22000 . Basado en el análisis de peligros, el grupo determina las medidas de control a ser implementadas por cada miembro. Se pretende que el grupo de encargados de actividades agropecuarias use este documento como una base para estructurar y documentar los PPR correspondientes a la actividad de las unidades productivas. Si se desea obtener una certificación, el certificado se puede otorgar al grupo de encargados de actividades agropecuarias, no a la organización individual.
- c) Una o más organizaciones que establecen un sistema integrado de gestión de inocuidad alimentaria comprende tanto actividades agropecuarias como procesamiento. Con base en el análisis de peligros, la(s) organización(es) determina(n) las medidas de control por implementar en los niveles de actividades agropecuarias y de procesamiento. Los PPR aplicables a las unidades productivas se seleccionarán e implementarán con base en esta parte de la norma ISO 22002 . Los PPR aplicables los establecimientos de procesamiento se seleccionarán e implementarán en base a la norma ISO/TS 22002-1 . Si se desea obtener una certificación, se puede otorgar un certificado al sistema integrado.
- d) Un encargado de las actividades agropecuarias (organización) implementa un sistema de gestión de inocuidad alimentaria ISO 22000. Basado en el análisis de peligros, el encargado de las actividades agropecuarias (la organización) determina las medidas de control a implementar. Él usará esta parte de la norma ISO 22002 como una base para estructurar y documentar los PPR correspondientes a la actividad de la unidad productiva. Si se desea obtener una certificación, el certificado se puede otorgar al encargado de las actividades agropecuarias (organización).

Cada apartado, dentro de los capítulos 5, 6 y 7, que especifica las directrices para la selección de PPR, empieza con un párrafo que introduce el objetivo acerca de inocuidad alimentaria. Esto es seguido, en los párrafos siguientes, por los requerimientos generales (redactado como “debe”) para mantener un ambiente higiénico dentro de la producción primaria. Posteriormente, se recomiendan ejemplos detallados de potenciales PPR aplicables destinados a cumplir los requisitos (redactado como “debería”). Los párrafos finales de cada apartado describen la documentación, incluyendo registros, los cuales son requeridos o recomendados, al igual que las acciones por implementar cuando los requisitos aplicables no son conocidos.

---oooOooo---

Programas prerrequisitos para inocuidad alimentaria. Parte 3: Actividades agropecuarias

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la norma ISO 22002 especifica los requisitos y directrices para el diseño, implementación y documentación de los programas de prerrequisitos (PPR) que mantienen un ambiente higiénico y ayudan a controlar los peligros para la inocuidad en la cadena alimentaria.

NOTA 1: El último párrafo de la introducción proporciona información para una correcta comprensión del carácter normativo u orientador de los apartados dentro de los capítulos 5, 6 y 7 de esta parte de la norma ISO 22002 .

Esta parte de la norma ISO 22002 es aplicable a todas las organizaciones (incluyendo unidades agropecuarias individuales o grupales), independientemente de su tamaño o complejidad, que están involucradas en las etapas agropecuarias de la cadena alimentaria y desean implementar PPR de acuerdo con la norma ISO 22000: 2005, 7.2. Si una organización utiliza esta parte de la norma ISO 22002 como referencia con el propósito de hacer una auto-declaración de conformidad o una certificación en base la ISO 22000: 2005, se necesitan justificar y documentar las desviaciones de ella (ejemplo, cuando se hacen exclusiones o se implementan medidas alternativas). Se espera que tales desviaciones no afecten la capacidad de la organización para cumplir con los requisitos de la ISO 22000.

Esta parte de la norma ISO 22002 es aplicable a la actividad agrícola (ejemplo, cereales, frutas, hortalizas), crianza de animales (ejemplo, ganado, aves de corral, cerdos, peces) y el manejo de sus productos (ejemplo, leche, huevos). Esta no es aplicable a las actividades tales como la recolección de frutos silvestres, verduras y setas, la pesca, la caza, que no se consideran como actividades agropecuarias organizadas.

Todas las operaciones relacionadas con la actividad agropecuaria están incluidas en el alcance (por ejemplo, clasificación, limpieza, empaque de productos no procesados, manufactura de piensos en unidades productivas, transporte dentro de la unidad productiva). Sin embargo, esta parte de la norma ISO 22002 no es aplicable a las actividades de procesamiento llevadas a cabo en las instalaciones de la unidad productiva (ejemplo, tratamiento térmico, ahumado, curado, maduración, fermentación, secado, marinado,

extracción, extrusión o una combinación de estos procesos). Tampoco esta parte de la norma ISO 22002 es aplicable a los productos o animales transportados hacia o desde la unidad productiva.

NOTA 2: Guías sobre PPR para las operaciones posteriores en la cadena alimentaria se cubrirán, en caso necesario, por otras partes de la norma ISO 22002 , como se hace en la norma ISO/TS 22002-1 para la fabricación.

Las operaciones agropecuarias son de naturaleza diversa de acuerdo al tamaño, tipo de productos, métodos de producción, entorno geográfico y biológico, requisitos legales y reglamentarios relacionados, entre otros. Por lo tanto, la necesidad, la intensidad y la naturaleza de los PPR difieren entre organizaciones. Los PPR establecidos también pueden cambiar como resultado de la revisión de los procedimientos establecidos en la norma ISO 22000:2005, 8.2 . Esta parte de la norma ISO 22002 se centra en los requisitos para la gestión de los PPR, mientras que el diseño de los PPR propios es dejado al usuario. La gestión de los PPR incluye la evaluación de la necesidad, la selección de medidas que respondan a las necesidades identificadas y los registros requeridos. Los ejemplos específicos de PRP que figuran en esta parte de la norma ISO 22002 pretenden ser de carácter orientativo, y están dirigidos para su aplicación teniendo en cuenta el objetivo general de la producción de alimentos que sean inocuos y aptos para el consumo.

Es posible que esta parte de la norma ISO 22002 sea aplicable por otras organizaciones dispuestas a elaborar códigos de prácticas y otros tipos de relación proveedor-comprador en base a la norma ISO 22000 .

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier modificación).

ISO 22000:2005

Sistemas de Gestión de Inocuidad Alimentaria - Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria.

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para efectos de este documento, aplican los términos y definiciones dados en la Norma ISO 22000 y los siguientes.

3.1 agua limpia

agua que no compromete la inocuidad de los alimentos en circunstancias propias de su uso.

NOTA 1: Adaptado de CAC / RCP 53-2003 ^[4].

NOTA 2: En el contexto de esta parte de la norma ISO 22002, el término se refiere a agua natural o purificada que no contenga microorganismos, sustancias nocivas en cantidades que puedan afectar directa o indirectamente a la inocuidad de los alimentos.

3.2 persona competente

persona, calificada por su conocimiento y experiencia práctica, con las habilidades y capacidad necesarias para realizar una tarea asignada.

NOTA: Una persona logra competencia mediante educación, formación o experiencia.

3.3 contaminación

introducción o presencia de un contaminante en los alimentos para humanos, los piensos o el entorno de ambos.

NOTA: Adaptado de CAC/RCP 1-1969 ^[3].

3.4 contaminante

cualquier agente biológico o químico, materia extraña u otras sustancias no añadidas intencionalmente a los alimentos para humanos o piensos que pueda comprometer la inocuidad alimentaria.

NOTA 1: Adaptado de CAC / RCP 1-1969 ^[3].

NOTA 2: En el contexto de esta parte de la norma ISO 22002, el término "materia extraña" se refiere a los contaminantes físicos.

NOTA 3: Esta definición es similar a la definición de "peligro para la inocuidad alimentaria", dada en la norma ISO 22000: 2005, 3.3. De hecho, en el contexto de la norma ISO 22000: 2005, los peligros de inocuidad alimentaria se identifican durante el análisis de peligros, después del establecimiento de los PPR. En consecuencia, el término "contaminante" se utiliza en esta parte de la norma ISO 22002.

3.5 piensos

todo material simple o compuesto, ya sea procesado, semi-procesado o sin procesar, que se emplea directamente en la alimentación de animales destinados al consumo humano.

NOTA: Adaptado de CAC / RCP 54-2004 ^[8].

3.6 aditivos para piensos

todo ingrediente añadido intencionalmente, normalmente no consumido como alimento por sí mismo, tenga o no valor nutricional, y que influye en las características del pienso o de los productos de origen animal.

NOTA: Adaptado de CAC / RCP 54-2004 ^[8].

3.7 ingrediente para piensos

un componente o constituyente de cualquier combinación o mezcla que conforma un pienso, tenga o no valor nutritivo en la dieta del animal, incluidos los aditivos para piensos.

NOTA 1: Los ingredientes son de origen vegetal o animal, ya sea terrestre o acuático, u otras sustancias orgánicas o inorgánicas.

NOTA 2: Adaptado de CAC / RCP 54-2004 ^[8].

3.8

lote

conjunto de unidades de un producto que han sido elaboradas o procesadas o envasadas en circunstancias similares.

NOTA 1: Adaptado de ISO 22005: 2007 ^[2].

NOTA 2: El lote está determinado por parámetros establecidos previamente por la organización.

NOTA 3: Un conjunto de unidades puede incluir una sola unidad de producto.

3.9

piensos medicados

cualquier pienso que contenga **medicamentos veterinarios** (3.15)

NOTA: Adaptado de CAC / RCP 54-2004 ^[8].

3.10

organización

Grupo de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones.

EJEMPLO: Una compañía, corporación, firma, empresa, institución, organización benéfica, comerciante independiente, asociación o parte o combinación de los mismos.

[ISO 9000:2005 ^[1], 3.1.1]

NOTA: En el contexto de esta parte de la norma ISO 22002, el término “organización” se refiere a un productor agropecuario, un grupo de productores agropecuarios, una compañía o asociación de productores agropecuarios, una autoridad o una empresa de procesamiento que estable los PPR para productores agropecuarios. Una organización puede ser pública o privada.

3.11

material de envasado

cualquier producto a ser usado para contener, proteger, manipular, entregar, almacenar, transportar y presentar los productos o alimentos agropecuarios.

NOTA 1: Adaptado de BSI / PAS 223 ^[4].

EJEMPLO: Envolturas y envases.

NOTA 2: En el contexto de esta parte de la norma ISO 22002, el término "envasado" se refiere a la acción de colocar un producto o alimento agropecuario dentro de uno o más materiales de envase.

3.12

plagas

especies no deseadas de plantas o animales que pueden tener un efecto perjudicial para los seres humanos, sus actividades, o los productos que utilizan o producen, o sobre los animales o para el medio ambiente.

NOTA: En el contexto de esta parte de la norma ISO 22002, el término "plagas" se refiere a los animales pequeños, aves e insectos que destruyen los cultivos, dañan los alimentos o diseminan las enfermedades en los campos o en las instalaciones agropecuarias.

3.13

productos fitosanitarios

toda sustancia o microorganismo, incluido un virus, o una mezcla o solución compuesta por dos o más de ellos, preparada en la forma en que se suministra al usuario, previsto para: proteger las plantas o los productos vegetales contra organismos nocivos o prevenir la acción de tales organismos; influir en los procesos vitales de plantas, en forma diferente de un nutriente; preservar los productos vegetales; destruir plantas no deseadas o partes de ellas; o controlar o prevenir el crecimiento no deseado de plantas.

NOTA: En el contexto de esta parte de la norma ISO 22002, el término se refiere a los herbicidas, alguicidas, rodenticidas, trampas con veneno, leporicidas, molusquicidas, nematicidas, insecticidas, acaricidas, fungicidas, bactericidas, viricidas, desinfectantes, repelentes, atrayentes, fumigantes, activadores vegetales, reguladores de crecimiento, inductores de mecanismos de autodefensa, entre otros, previstos a ser utilizados en las actividades de cultivo, cosecha y post-cosecha.

3.14

agua potable

agua de calidad suficientemente alta que se puede consumir o utilizar con bajo riesgo de daño inmediato o de largo plazo.

NOTA: Las normas de calidad para el agua potable para el consumo humano son descritas en las Guías para la calidad de agua potable, de la OMS ^[13].

3.15

medicamento veterinario

toda sustancia aplicada o administrada a cualquier animal destinado para la producción de alimentos para humanos, tales como los animales que producen carne o leche, aves de corral, peces o abejas, tanto con fines terapéuticos como profilácticos o de diagnóstico, o para modificar las funciones fisiológicas o el comportamiento.

NOTA: Esta definición de medicamentos veterinarios incluye antiparasitarios previstos a ser aplicados o administrados a animales destinados a la producción de alimentos para humanos.

3.16

período de retención

período de carencia

tiempo durante el cual un cultivo, un animal o sus productos no pueden ser utilizados para el consumo humano después de la última aplicación de un producto fitosanitario para el cultivo (incluyendo pasturas), o de la última aplicación o administración de un medicamento veterinario a los animales, que asegura que el alimento no contiene residuos en cantidades superiores a los límites máximos establecidos.

4 REQUISITOS GENERALES

La organización que desarrolla los PPR debe identificar, seleccionar y mantener los PPR que:

- a) son capaces de minimizar la probabilidad de introducir contaminantes y cumplir con los requisitos establecidos en esta parte de la norma ISO 22002;
- b) permitan la implementación de los requisitos legales y reglamentarios relacionados a la protección contra la contaminación;

- c) se encuentren entre las recomendadas en esta parte de la norma ISO 22002, por códigos de práctica desarrollados externamente para el tipo de actividades agropecuarias, por la planta de procesamiento que recibe el producto agropecuario final o por la autoridad competente;

NOTA: Los códigos de práctica desarrollados externamente incluyen los códigos de prácticas internacionales que figuran en la Bibliografía.

- d) son adecuados a las amenazas identificadas y para el tamaño y la naturaleza de unidad productiva.

La organización debe establecer y mantener la documentación y registros, tales como:

- 1) los requisitos legales y reglamentarios, indicados arriba en b), a cumplirse por los PPR seleccionados;
- 2) las recomendaciones desarrolladas externamente, indicados arriba en c), de las cuales se han seleccionado los PPR;
- 3) la descripción de los PPR seleccionados y la forma cómo se gestionan.

NOTA: La gestión de los PPR incluye, en particular, el seguimiento, verificación, acciones correctivas y registros correspondientes y es parte de los requisitos del sistema de gestión de inocuidad alimentaria establecidos en la norma ISO 22000 .

5 PROGRAMAS DE PRERREQUISITOS COMUNES

5.1 Generalidades

Los productos alimenticios pueden contaminarse de muchas maneras. Por ejemplo, los residuos, el personal, el agua, y el equipo pueden constituir fuentes de contaminación. Sea cual sea el tipo de producción considerada, existen medidas de control para reducir la probabilidad de contaminación. Este capítulo se refiere a la identificación de aquellas medidas que sean apropiadas para la implementación como PPR.

5.2 Ubicación

La organización debe implementar medidas que minimicen la probabilidad de introducción de contaminantes nocivos desde áreas con medio ambiente contaminado.

La organización debe identificar las potenciales fuentes y la naturaleza de dicha contaminación en el entorno cercano.

La organización debe identificar las fuentes y reservas de agua utilizadas para actividades agropecuarias, por ejemplo, manantiales, ríos y pozos. La organización debería identificar en un mapa las fuentes y reservas de agua, y localizar fuentes de contaminación potencial. Las autoridades locales pueden ayudar en la identificación de las fuentes y reservas de agua. El monitoreo de los planes de desarrollo de los distritos locales es útil para prever y prevenir problemas futuros.

Debería describirse cualquier accidente previo que pudiera haber contaminado el entorno ambiental de las instalaciones agropecuarias (por ejemplo, incendios, inundaciones).

Ejemplos de PPR que deberían implementarse, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) localizar las actividades agropecuarias lejos de las áreas con medio ambiente contaminado y actividades vecinas que suponen una seria amenaza de contaminación a los alimentos;

NOTA: Ejemplos de áreas con medio ambiente contaminado son áreas con una historia de la producción industrial, el almacenamiento de residuos nucleares o polvillo radiactivo; ejemplos de actividades vecinas que constituyen una potencial amenaza incluyen carreteras con alto tráfico (por ejemplo, la contaminación por plomo), los incineradores (por ejemplo, la contaminación por dioxinas), plantas de tratamiento de aguas (microorganismos, metales pesados), otras industrias que pueden contaminar las fuentes de agua, la tierra o el aire.

- b) sembrar cultivos o mantener a los animales lejos de niveles particularmente altos de contaminantes específicos (por ejemplo, plomo, cadmio, dioxinas) a la que son sensibles;
- c) seleccionar las fuentes o reservas de agua de acuerdo a su uso previsto;

- d) proteger de la contaminación fecal el agua que se utiliza para el riego de frutas y hortalizas de consumo directo.

La documentación debería incluir una lista actualizada / mapa de los locales, fuentes y reservas de agua utilizadas, así como las fuentes de contaminación identificadas.

Si la organización descubre información que puede tener un impacto en la inocuidad de sus productos, debe tomar las medidas adecuadas e informar a la autoridad competente cuando sea necesario.

5.3 Construcción y distribución de las instalaciones

Las instalaciones agropecuarias deben estar diseñadas y construidas de tal manera que se mantenga un apropiado grado de higiene y se minimice la probabilidad de contaminación cruzada.

NOTA: En la producción de cultivos, un ejemplo de contaminación cruzada es la contaminación entre los productos entrantes (materias primas) y los productos lavados y clasificados. En la producción animal, un ejemplo de la contaminación cruzada es la contaminación entre el flujo de efluentes y el flujo de los piensos.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) separar las áreas de vestuario y alimentación, de las áreas donde se manipulen los alimentos;
- b) controlar la densidad animal mediante la adaptación del tamaño del ganado o del animal a la superficie o volumen de la estructura, terreno o agua;
- c) diseñar instalaciones para permitir la separación de los grupos o lotes de animales, el aislamiento de los animales enfermos o de reciente introducción, y la prevención de la introducción o propagación de enfermedades zoonóticas;

- d) diseñar estructuras de acuerdo con el nivel requerido de higiene, proporcionando una adecuada ventilación, iluminación y limpieza, a fin de minimizar la exposición de los animales productores de alimentos y sus productos a los contaminantes y las plagas;

NOTA: Ejemplos de áreas que requieren un alto nivel de higiene son las zonas de almacenamiento y los lugares donde se manipulan productos alimenticios, por ejemplo, la instalación de ordeño.

- e) construir estructuras con materiales no tóxicos y lavables;
- f) almacenar materiales que puedan constituir una fuente de contaminación de los alimentos (por ejemplo, productos fitosanitarios, detergentes, desinfectantes, combustibles y aceites, residuos y envases) en lugares específicos y apropiados;
- g) equipar las instalaciones con baños apropiadamente diseñados y que funcionen de modo tal que se minimice la probabilidad de contaminación fecal.
- h) equipar los locales con entradas de agua limpia o potable adecuadas para el uso previsto;
- i) proporcionar entradas de agua potable para aseo en zonas en las que la probabilidad de contaminación de los alimentos por las manos de los trabajadores es particularmente alta;
- j) identificar tuberías de agua potable y no potable;
- k) diseñar y equipar las instalaciones con el fin de coleccionar y mantener los efluentes y aguas residuales que pueden resultar en contaminación de los alimentos, alejados de los animales y los alimentos;
- l) establecer instalaciones y los alrededores inmediatos de la unidad productiva de manera tal que permita un grado apropiado de drenaje y minimice la probabilidad de contaminación de los alimentos de las aguas estancadas;
- m) establecer y mantener sistemas de aire acondicionado a fin de no incrementar la probabilidad de contaminación de los alimentos;
- n) diseñar y equipar las instalaciones a fin de evitar que los animales no deseados ingresen a las instalaciones.

La documentación debe incluir un mapa actualizado de las instalaciones, la localización de las posibles fuentes de contaminación de los alimentos (por ejemplo, la zona de almacenamiento de productos químicos) y las instalaciones necesarias para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos (por ejemplo, entradas de agua).

5.4 Idoneidad y mantenimiento de los equipos

La organización debe diseñar, instalar y utilizar el equipo de tal manera que se mantenga un grado apropiado de higiene. Los equipos no deben constituirse por sí mismos en una fuente de contaminación de los alimentos.

La organización debe identificar y aplicar medidas para reducir al mínimo la probabilidad de contaminación de los alimentos por los contaminantes provenientes del equipo pesado utilizado en las operaciones de campo (por ejemplo, pérdida de aceite, emisiones de gases).

La organización debe instalar y utilizar los equipos de acuerdo con las condiciones de uso establecidas por el fabricante, o, si no están disponibles, las normas técnicas.

El equipo se debe mantener en buenas condiciones de funcionamiento. La organización debe seguir las instrucciones del fabricante para el mantenimiento de los equipos destinados a entrar en contacto con los alimentos. Los recipientes para la cosecha se deben examinar y mantener en buenas condiciones (por ejemplo, sin daño).

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos son:

- a) uso de equipo en contacto con alimentos (por ejemplo, un tanque de leche) que sea:
 - 1) hecho de materiales que no aumenten la probabilidad de contaminación química de los alimentos;
 - 2) diseñado de manera que permita la adecuada inspección sanitaria, limpieza y, en caso sea necesario, la desinfección;

- 3) diseñado para permitir un drenaje completo y, cuando sea necesario, la prevención de la contaminación por el medio ambiente después de la desinfección;
- b) verificación, calibración, mantenimiento o reemplazo del equipo con regularidad, y, en todos los casos, de acuerdo con las instrucciones del fabricante;
- c) instalación y mantenimiento de los lavamanos con jabón e implementos o equipos para el secado en la cercanía inmediata de la entrada de agua potable, o un desinfectante de manos, donde haya un riesgo de contaminación de las manos de los trabajadores o contaminación de los alimentos a través de las manos.

NOTA: Los baños son un ejemplo de una instalación donde el riesgo de contaminación de las manos de los trabajadores es particularmente alto. La zona de ordeño es un ejemplo de instalación donde el riesgo de contaminación de los alimentos a través de las manos de los trabajadores es particularmente alto.

La documentación debería incluir una lista de los equipos con la información sobre las instrucciones de uso. Los registros deberían incluir la historia de las principales operaciones de mantenimiento, incluidas aquellas que se subcontratan (por ejemplo, identificación del personal que llevó a cabo la operación, la fecha de la operación).

Si la organización descubre información sobre el equipo o su uso que puede tener un impacto en la inocuidad de los alimentos, debe adoptar las medidas oportunas inmediatas para corregir la desviación y, cuando sea necesario, informar a la autoridad competente, al fabricante del equipo o a la etapa siguiente de la cadena alimentaria.

5.5 Higiene del personal

El personal debe mantener un grado apropiado de aseo y debe operar y comportarse de una manera que sea apropiada para el grado requerido de higiene. La organización debe mantener un nivel de competencia del personal que sea suficiente para implementar este requisito.

La organización debe:

- a) establecer y comunicar las prácticas de higiene personal, de operación y comportamiento, adecuadas para las operaciones llevadas a cabo;
- b) mantener la comunicación y la competencia del personal (incluyendo el personal temporal) que implementen y mantengan estas prácticas;
- c) cuando sea apropiado, mantener las prácticas para asegurar que los visitantes no representen una fuente de contaminación.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar y diseñar para el personal, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos son:

- 1) usar ropa protectora adecuada, cubre cabello y calzado que se limpie o cambie con regularidad.
- 2) lavarse las manos con frecuencia, con o sin especificar cuándo (por ejemplo, después de ir al baño, antes de la manipulación de los alimentos, el ordeño o la recolección de huevos);
- 3) promover el reporte voluntario de las condiciones de salud personal que puedan contaminar alimentos y animales;
- 4) cubrir las heridas de las manos o los antebrazos con vendajes impermeables apropiados;
- 5) prohibir fumar en áreas donde se manipulen productos alimenticios;
- 6) restringir el ingreso de objetos personales a las zonas de manipulación de alimentos;
- 7) restringir la entrada a la unidad productiva;
- 8) proporcionar formación en el uso de productos químicos (por ejemplo productos fitosanitarios);

- 9) proporcionar formación para la recolección y manipulación de productos específicos (por ejemplo, el ordeño, la recolección de peces, la ubicación de aves de corral en jabas, la manipulación de huevos, la manipulación de frutas frágiles);
- 10) garantizar una comunicación efectiva sobre las prácticas de higiene, por ejemplo, visualización gráfica de la técnica de lavado de manos.

La documentación debería incluir una descripción de las prácticas de higiene personal aplicables.

Se debe evitar que las personas, que se conozca que padezcan o son portadoras de alguna enfermedad infecto contagiosa transmisible a través de los alimentos o de los animales que producen alimentos, manipulen alimentos, materiales que entran en contacto con alimentos o animales que producen alimentos.

5.6 Animales de trabajo

Los animales de trabajo utilizados para las actividades agropecuarias no deben incrementar la probabilidad de contaminar a los alimentos.

La organización debe identificar e implementar medidas para minimizar la probabilidad de transferir contaminantes de los animales de trabajo a los alimentos, directa o indirectamente a través de los animales productores de alimentos.

Si ocurre una muerte repentina de un animal de trabajo o hay señales que sugieren una enfermedad que puede incrementar la probabilidad de contaminación de los alimentos, la organización debe solicitar el asesoramiento de un veterinario o persona competente con un reconocimiento similar en salud animal y tomar las medidas adecuadas para evitar el contacto con los alimentos y los animales productores de alimentos.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos son:

- a) mantener a los animales de trabajo en buen estado de salud mediante apropiado chequeo, tratamiento o vacunación por recomendación de un veterinario o persona competente con un reconocimiento similar en salud animal;
- b) prevenir que los animales de trabajo entren o permanezcan en las instalaciones donde la probabilidad de contaminación de los alimentos es particularmente alta.

5.7 Gestión de compras

La introducción de los piensos, semillas, animales, fertilizantes, productos fitosanitarios, medicamentos veterinarios, embalaje o cualquier otro material en la unidad productiva debe hacerse de tal manera que se minimice la probabilidad de contaminación de los alimentos.

La organización debe identificar e implementar medidas para garantizar que los bienes y los animales introducidos en la unidad productiva son apropiados para el uso previsto y no aumentarán la probabilidad de contaminación de los alimentos.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos son:

- a) establecer especificaciones e implementar la inspección de materiales al despacharlos;
- b) rechazar los bienes, animales o vehículos de despacho que no se ajustan a las especificaciones pertinentes (ejemplo, la contaminación inaceptable por mohos u otros defectos), o limitar su acceso a un área donde se reduce al mínimo la probabilidad de contaminación de los alimentos;

NOTA: Un ejemplo de inspección al despachar es la verificación del etiquetado, la integridad del producto y el aspecto visual de los piensos.

- c) controlar que el pienso es adecuado para el uso previsto, en particular, la especie animal y tipo de producción;
- d) solicitar asesoría de una persona u órgano competente, si existe alguna duda sobre la calidad de los piensos.

Los registros deberían incluir la historia de insumos relevantes introducidos en la unidad productiva. Ellos deben incluir la historia de la introducción de los animales con la documentación de salud y trazabilidad asociada y los resultados de los exámenes realizados en el contexto de la introducción de los animales. Deben incluir la historia de la introducción de los piensos, los productos fitosanitarios, medicamentos veterinarios, fertilizantes con la identificación de los proveedores y, donde sea adecuado, los documentos sanitarios o información acerca de los componentes.

Si la organización descubre que los bienes o los animales introducidos en la unidad productiva pueden tener un impacto negativo en la inocuidad de los alimentos (por ejemplo, presencia de material peligroso o sustancia en los alimentos para animales), se debe tomar las medidas apropiadas y, cuando sea necesario, informar al siguiente paso en la cadena alimentaria, al proveedor o la autoridad competente.

5.8 Almacenamiento y transporte en la unidad productiva

Durante el almacenamiento en la unidad productiva y el transporte dentro de ésta, la organización debe proteger los alimentos de la posible contaminación e implementar medidas para minimizar la probabilidad de incrementar los niveles de peligro y su ocurrencia.

Las áreas de almacenamiento y contenedores para transporte deben estar diseñados para permitir el mantenimiento y limpieza y para minimizar el deterioro de los productos.

Los materiales de envasado de alimentos, incluidos los recipientes utilizados para el almacenamiento o el transporte de alimentos, deben ser adecuados para el uso previsto de estar en contacto con los alimentos.

La organización debería mantener la trazabilidad de todos los lotes de alimentos durante las operaciones de almacenamiento y transporte en la unidad productiva.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos son:

- a) almacenar los productos cosechados destinados al consumo humano en un área adecuada que mantenga un nivel de higiene adecuado o minimizar el tiempo de espera en el campo después de la cosecha. Se debería prestar particular atención al riesgo de contaminación por animales;
- b) implementar medidas de control adecuadas dirigidas a minimizar la probabilidad de que se desarrollen microorganismos no deseables o la producción de toxinas en los alimentos o piensos, mediante las condiciones adecuadas de temperatura, humedad o duración de la permanencia o transporte;
- c) aplicar sistemas de control de temperatura que tengan en cuenta las características intrínsecas (por ejemplo, actividad de agua, pH y posiblemente el nivel inicial y tipo de microorganismos), la vida útil prevista, el método de envasado y el uso previsto (por ejemplo, cocción y procesamiento adicional o listos para el consumo) de los alimentos y los piensos;
- d) almacenar los alimentos perecibles en condiciones adecuadas tales como temperatura y humedad, y en contenedores diseñados adecuadamente, colocados en un área limpia;
- e) consultar y seguir las instrucciones proporcionadas por la recepción de la planta de procesamiento en lo que se refiere a la aplicación y seguimiento de la temperatura, el tiempo y otros criterios identificados, como los resultados de análisis de peligros del procesador para el almacenamiento de productos finales de la unidad productiva, destinados a un procesamiento adicional;
- f) asegurar una rotación satisfactoria de los productos finales de la unidad productiva, mediante la aplicación de los principios generales del método “primero en entrar, primero en salir”, cuando la calidad o vida útil pueden verse afectados durante el tiempo de almacenamiento previsto;

- g) prevenir que se mezclen productos de origen vegetal y productos de origen animal durante el almacenamiento o transporte, cuando no se cuente con la protección adecuada contra la contaminación cruzada;
- h) mantener las áreas de almacenamiento y los contenedores de transporte en donde se encuentran alimentos no protegidos, libres de contaminación visible (por ejemplo, materias extrañas, residuos);
- i) almacenar el material de embalaje que entra en contacto con los alimentos en un área adecuada que se mantiene a un nivel adecuado de higiene;
- j) almacenar los piensos en un lugar que se mantiene a un nivel adecuado de higiene y donde se minimiza la probabilidad de acceso y proliferación de plagas mediante la implementación de sistemas adecuados;
- k) gestionar el suministro y almacenamiento de piensos a fin de evitar la mezcla de piensos e ingredientes de piensos de diferentes tipos y fuentes;
- l) usar y almacenar los productos químicos de acuerdo con las instrucciones del fabricante, en un área de acceso limitado y lejos de las actividades de manipulación de alimentos, cuando éstos puedan contaminar las fuentes de agua y alimentos;
- m) asegurar que todos los productos químicos estén etiquetados para mostrar la identificación del producto y del fabricante, instrucciones de uso y, cuando sea aplicable, la identificación del lote, fecha de expiración y las aprobaciones por la autoridad competente;

NOTA: Los productos químicos incluyen productos de limpieza, desinfectantes, rodenticidas, insecticidas, lubricantes de maquinarias de grado alimenticio, entre otros.

- n) restringir, en las áreas en donde los alimentos están expuestos, el almacenamiento y el uso de productos químicos peligrosos a los:
 - 1) requeridos para el mantenimiento de la limpieza y sanidad de los equipos y superficies,
 - 2) necesarios para el uso en procedimientos de ensayos de laboratorio,
 - 3) necesarios para el mantenimiento y operación de equipos,
 - 4) necesarios para el uso en operaciones.

- o) almacenar productos fitosanitarios en un espacio cerrado, dedicado y adecuadamente ventilado cuyo acceso esté controlado, cuando haya una probabilidad de uso inadecuado;
- p) almacenar los medicamentos veterinarios de acuerdo con las instrucciones en la etiqueta, en particular, en términos de temperatura de almacenamiento y oscuridad;
- q) almacenar los fertilizantes por separado de los productos alimenticios y otros productos químicos;
- r) cubrir los contenedores durante el transporte;
- s) asegurar una capacidad de almacenamiento suficiente para efluentes de animales almacenados en las instalaciones de la unidad productiva en proximidad de alimentos, cultivos o animales que producen alimentos, y prevenir fugas que puedan dar como resultado la contaminación de los alimentos.

Los registros deben incluir los resultados relacionados con el monitoreo de las condiciones de almacenamiento pertinentes para la inocuidad de los alimentos, por ejemplo, temperatura y humedad.

Los registros deberían incluir la información necesaria para asegurar la trazabilidad de todos los lotes de alimentos durante las operaciones de transporte y almacenamiento dentro de la unidad productiva.

La organización debe disponer de cualquier producto almacenado que no sea utilizable por razones de inocuidad de los alimentos (por ejemplo, aquellos con fechas de vencimiento pasadas, productos dañados) o que no cumpla con los criterios de inocuidad alimentaria del producto final especificados por el cliente receptor.

5.9 Limpieza

En las instalaciones agropecuarias, la organización debe mantener el grado de higiene que es necesario para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos. Debe mantener la limpieza de las superficies de todas las instalaciones y equipos, incluidos los contenedores de transporte, que pueden constituir una fuente de contaminación de los alimentos (por ejemplo, las superficies en contacto directo con los alimentos). La limpieza

no debe dar como resultado la contaminación de los alimentos. La limpieza y desinfección deben ser eficaces en el logro del grado de limpieza requerido.

La organización debe:

- a) identificar las instalaciones y equipos que necesitan ser limpiados;
- b) designar personal competente para llevar a cabo la limpieza;
- c) establecer los procedimientos operativos para la limpieza de las superficies que están potencialmente en contacto con los alimentos y piensos. Los procedimientos operativos deben incluir, dependiendo de las operaciones llevadas a cabo, la naturaleza del producto y el tipo de material de la superficie:
 - 1) una descripción del proceso de limpieza (por ejemplo, pasos involucrados, temperaturas, tiempos),
 - 2) la frecuencia de limpieza adecuada para el uso del área, equipo, entre otros,
 - 3) los nombres (por ejemplo, nombres comerciales) de productos de limpieza y desinfección usados y que han sido aprobados para su uso en contacto con los alimentos,
 - 4) la calidad del agua usada, que depende del equipo que se limpie y del tipo de productos que es probable que se contamine,
 - 5) los criterios de verificación que determinan la limpieza requerida.

NOTA: El grado de limpieza está determinado por los criterios utilizados para verificar el procedimiento de limpieza (por ejemplo, inspección visual (luz diurna, luz UV), ensayos microbiológicos).

La organización debe seguir las instrucciones del fabricante cuando se usan desinfectantes (por ejemplo, método de preparación, incluyendo la concentración, temperatura de uso, acción mecánica requerida (por ejemplo, turbulencia, frotación) para remover la suciedad y *biofilm*, tiempo de espera antes del enjuague, si lo hubiera, y el período de retención antes del contacto con los alimentos o con animales productores de alimentos, si lo hubiera).

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos son:

- a) limpiar el equipo de ordeño (mangueras y copas de succión del pezón) después de cada ordeño y los recipientes de almacenamiento de leche después de cada vaciado, cuando haya probabilidad de contaminación de la leche a partir de los residuos de ésta o de *biofilms*;
- b) enjuagar con agua potable los equipos de ordeño y los recipientes de almacenamiento, cuando haya una probabilidad de contaminación con residuos de detergentes usados para la limpieza;
- c) usar agua limpia para las actividades de desinfección;
- d) limpiar los equipos que pueden actuar como vectores de contaminación cruzada con productos químicos;
- e) limpiar y desinfectar los contenedores reusables para huevo antes de su uso y a su regreso a la unidad productiva, a fin de prevenir la contaminación de los huevos;
- f) prevenir que los recipientes, equipos e instalaciones que se han utilizado para el almacenamiento, transporte, mezclado o dispersión de material potencialmente peligroso (por ejemplo, productos fitosanitarios o piensos medicados) sean reutilizados para alimentos o piensos, a menos que se haya aplicado un procedimiento de limpieza validado como eficaz para remover material peligroso;
- g) limpiar y, donde sea necesario, desinfectar las instalaciones una vez que todos los animales en la instalación en cuestión hayan sido trasladados a otro lugar de crianza o a la zona de beneficio, con el fin de asegurar un mantenimiento eficaz del grado adecuado de higiene y protección contra la transmisión de enfermedades de animales;
- h) prevenir que los animales ingresen en las instalaciones durante un período de secado adecuado después de la limpieza o desinfección;
- i) mantener los bebederos y comederos automáticos en nivel de higiene adecuado.

La documentación debería incluir los procedimientos operativos para la limpieza de superficies que puedan entrar en contacto con alimentos y piensos.

Si la organización detecta problemas de calidad en los productos finales de la unidad productiva que pueden ser causados por una falla de limpieza o una limpieza ineficaz, el procedimiento operativo de limpieza en cuestión debe ser revisado y modificado según sea necesario.

5.10 Gestión de residuos

La organización debe asegurarse de que los residuos producidos, transportados, reciclados, compostados y almacenados en las instalaciones de la unidad productiva no alberguen plagas en un nivel que podría aumentar la probabilidad de contaminación de los alimentos y no constituyan un riesgo de contaminación de los productos finales de la unidad productiva.

La organización debe identificar qué tipos de residuos, incluyendo los efluentes humanos y animales, los que, teniendo en cuenta su manejo en la unidad productiva, son propensos a contaminar los productos alimenticios o afectar la inocuidad alimentaria.

La organización debe implementar procedimientos para la adecuada manipulación y disposición (o reuso) de los residuos en la unidad productiva.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos son:

- a) Llevar a cabo la disposición final de los desechos con una frecuencia adecuada;
- b) identificar, mantener adecuadamente los contenedores de desechos, y conservarlos cerrados en las zonas donde la proliferación de plagas puede aumentar la probabilidad de contaminación de los alimentos;

- c) aislar, identificar como residuos para su eliminación y disponerlos de una manera segura especificada, los productos químicos y productos similares de interés para la inocuidad alimentaria (por ejemplo, medicamentos veterinarios, productos fitosanitarios) que no puedan ser utilizados (por ejemplo, debido a que excede su fecha de expiración), así como los contenedores vacíos de los cuales tales sustancias han sido utilizadas;
- d) disponer, de forma adecuada, las aguas residuales procedentes de la limpieza de los equipos utilizados para los productos fitosanitarios;
- e) llevar a cabo el compostaje del material orgánico de desecho que es usado para el acondicionamiento del suelo de una manera que mitigue la probabilidad de transportar contaminantes.

La documentación debería incluir una lista actualizada de los residuos que puedan contaminar los productos alimenticios o afecten a la inocuidad alimentaria. Los registros deberían incluir la historia de las operaciones de disposición de residuos para los residuos que puedan contaminar los productos alimenticios de manera significativa y afectar la inocuidad alimentaria.

5.11 El control de plagas en las instalaciones de la unidad productiva

Cuando el acceso y la proliferación de plagas en la unidad productiva puede dar lugar a la contaminación de los alimentos, la organización debe establecer y mantener un sistema de control de plagas para monitorear y controlar el acceso y proliferación de ellas en la unidad productiva de manera tal que no se contaminen los alimentos con restos de plagas o pesticidas.

NOTA: En este apartado se trata de las medidas destinadas a controlar las plagas que invaden o infestan las instalaciones, equipos y almacenes. El uso de productos fitosanitarios que se trata en 6.4 .

Sólo deben utilizarse productos químicos de control de plagas que están autorizadas por la autoridad competente. Estos productos no deben entrar en contacto con alimentos para humanos, animales o el ganado.

Los productos químicos para control de plagas se deben utilizar siguiendo las instrucciones del fabricante y su eficacia se debe verificar mediante inspección visual de los locales.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos son:

- a) colocar trampas de luz ultravioleta, utilizadas para controlar la aparición de insectos voladores, pero no por encima de los productos o las fajas transportadores de los productos.
- b) reducir al mínimo el contacto entre los productos finales de la unidad productiva o los animales productores de alimentos, con los animales silvestres u otros animales no domésticos, cuando tal contacto puede incrementar la probabilidad de contaminación de los alimentos o la transferencia de agentes zoonóticos a los animales productores de alimentos;
- c) instalar barreras físicas (por ejemplo, cercas) y/o elementos de disuasión activos (por ejemplo, dispositivos de ruido, espantapájaros, sustitutos de búhos, tiras de papel de aluminio) cuando sea apropiado para minimizar la contaminación de los campos de cultivo;
- d) instalar barreras físicas (por ejemplo, redes) en los puntos de acceso, tales como ventanas, respiraderos y desagües de los locales, a fin de evitar la entrada de plagas desde las instalaciones de almacenamiento de los productos entrantes.

Los registros deben incluir la historia de cualquier ocurrencia observada de la presencia de plagas o síntomas atribuibles a las plagas, que pueden afectar a la inocuidad de los alimentos, y la historia de las acciones anti-plagas cuyos residuos pueden contaminar los alimentos.

Si la organización observa plagas en las instalaciones donde se almacenan los alimentos, u observa plagas en cualquier otro lugar, en un nivel que puede aumentar la probabilidad de contaminación de los alimentos, se debe implementar las medidas apropiadas para eliminar las plagas, prevenir la recurrencia, o reducir su ocurrencia a un nivel adecuado. Si los productos químicos de control de plagas, o su uso, parecen ser ineficaces, la organización debe tomar las acciones apropiadas para modificar los productos o sus condiciones de uso.

5.12 Gestión de productos que se sospecha que no son inocuos

Los productos de los que se sospecha que no son inocuos no deben ser fuente de contaminación de los alimentos, ya sea directamente al entrar en contacto con alimentos inocuos, o indirectamente a través del medio ambiente (por ejemplo, agua, suelo, campos) o a través de los animales productores de alimentos.

La organización debe establecer y aplicar medidas apropiadas para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos por productos que se sospecha que no son inocuos.

Los siguientes son ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación por productos que se sospecha que no son inocuos:

- a) evaluar la inocuidad de los otros productos que fueron producidos o almacenados en las mismas condiciones;
- b) eliminar de la cadena alimentaria todos los productos que se sospecha que no son inocuos;
- c) manipular los productos que se sospecha que no son inocuos para reducir al mínimo la probabilidad de contaminación cruzada durante su almacenamiento y eliminación.

Los registros deben incluir la historia de la gestión de los productos que se sospecha que no son inocuos, incluyendo su identificación y movimientos.

5.13 Actividades subcontratadas

La subcontratación de toda o parte de las actividades agropecuarias no debe incrementar la probabilidad de contaminación de los alimentos.

La organización debe implementar medidas para identificar y seleccionar las organizaciones subcontratadas.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para asegurar que las actividades subcontratadas no incrementan la probabilidad de contaminación son:

- a) establecer especificaciones para la selección de proveedores;
- b) verificar que los proveedores cumplan con los requisitos establecidos en esta parte de la norma ISO 22002 .

NOTA: Ejemplos de verificación incluyen la auditoría a los proveedores por parte de la organización.

La documentación debería incluir las especificaciones y los acuerdos contractuales para las actividades subcontratadas y los registros deberían incluir los resultados de la verificación.

6 PROGRAMAS DE PRERREQUISITOS (PPR) ESPECÍFICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

6.1 Generalidades

Además de los PPR relativos al medio ambiente agropecuario en general, algunas medidas de control generales apropiadas para la implementación de PPR son relevantes únicamente a la producción vegetal. Este apartado se refiere a la identificación de aquellos PPR que, en general, minimizan la probabilidad de contaminación de los cultivos en todas las etapas de la producción vegetal y ayudan en el control de los peligros de inocuidad en la cadena alimentaria.

6.2 Riego

El agua utilizada para el riego no debe introducir contaminantes a los cultivos.

La organización debe evaluar el sistema de riego (es decir, la calidad del agua utilizada para el riego y su método de aplicación) para su uso previsto.

Un ejemplo de PPR que se debería implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación transmitida por el agua, es la adaptación de la calidad del agua a la naturaleza de los cultivos (por ejemplo, las hortalizas, frutas), al tratamiento posterior (por ejemplo, sin procesamiento, cocción), y a la forma en que el producto va a ser consumido o utilizado (por ejemplo, cocido, crudo). Los productos que tienen características físicas tales como superficies rugosas que puedan retener agua, especialmente aquellos que no experimentan procesamiento adicional como por ejemplo tratamiento térmico, microbicida o similar; se deberían regar con agua limpia o mediante riego sub superficial o riego por goteo para reducir al mínimo el humedecimiento de la parte comestible de los cultivos.

Los registros deberían incluir la historia de las evaluaciones periódicas (por ejemplo, análisis de la calidad del agua) del sistema de riego.

Si la organización descubre información sobre el riego que puede tener impacto en la inocuidad de sus productos, se debe tomar las medidas adecuadas, y cuando sea necesario, informar a la autoridad competente.

6.3 Fertilización

La fertilización no debe aumentar la probabilidad de contaminación de los cultivos.

Los fertilizantes (por ejemplo, lodos de plantas de tratamiento, fertilizantes minerales) deben cumplir con las normas locales o regionales y, cuando aplique, estar autorizados por la autoridad competente. Los proveedores deben estar identificados.

La organización debe identificar e implementar medidas adecuadas para minimizar la contaminación de los alimentos durante las operaciones de fertilización.

Un ejemplo de PPR que se debería implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado, para minimizar la probabilidad de contaminación microbiológica, es la dispersión del estiércol, los biosólidos y otros fertilizantes naturales que hayan pasado por todos los pasos necesarios de compostaje; o, en el caso de la fertilización con fertilizantes sin tratar o parcialmente tratados, aplicando un tiempo de espera adecuado antes que un cultivo se pueda cosechar.

Los registros deberían incluir la historia de las operaciones de fertilización, con información relevante (por ejemplo, identificación y composición de los fertilizantes, condiciones de uso, fecha y lugar de la aplicación, identificación del personal que llevó a cabo la operación).

6.4 Productos fitosanitarios

Los productos fitosanitarios deben usarse de manera que se evite los residuos (tanto interna como externamente) en las cosechas que excedan los límites máximos de residuos (LMR) establecidos por la autoridad competente.

La organización debe utilizar productos fitosanitarios en conformidad con todas las leyes y reglamentos aplicables.

La aplicación de productos fitosanitarios debe justificarse mediante la observación o el diagnóstico, a excepción de los programas específicos de control de plagas. Las aplicaciones deben reducirse al mínimo, tomando en consideración la eficiencia del producto, la meta por alcanzar y siguiendo las instrucciones del fabricante.

La organización debe identificar los productos fitosanitarios utilizados y cuáles son apropiados para la producción de sus cultivos.

La organización debe establecer métodos apropiados para el uso de los productos fitosanitarios, incluyendo el mantenimiento adecuado de los equipos usados y la manipulación de los productos en stock y los residuos relacionados.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos por residuos de productos fitosanitarios, son:

- a) Comprar productos fitosanitarios a proveedores registrados o aprobados;
- b) Aplicar las instrucciones del fabricante, en cuanto a los cultivos aplicables, el período de aplicación, la dosis, el período de retención, o las condiciones climáticas requeridas para el uso efectivo de los productos fitosanitarios;
- c) Verificar y mantener todos los equipos utilizados para la preparación y aplicación de productos fitosanitarios, en particular en lo que respecta a la observancia de la dosis de aplicación.

Los registros deben incluir la historia del uso de los productos fitosanitarios, con información relevante (por ejemplo, nombre comercial, dosis, fecha de tratamiento, fecha de cosecha, identificación del campo o de los cultivos tratados).

Si la organización descubre información sobre uso inadecuado de los productos fitosanitarios que puede tener un impacto en la inocuidad del producto final, debe tomar medidas adecuadas y, cuando sea necesario, informar a la autoridad competente.

6.5 Actividades de cosecha y postcosecha

6.5.1 Cosecha

Las actividades de cosecha no podrán aumentar la probabilidad de contaminación de los cultivos.

La organización debe identificar las posibles fuentes y la naturaleza de la contaminación que pueden ocurrir durante las operaciones de cosecha e implementar medidas apropiadas para minimizar la probabilidad de contaminación.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) la cosecha no antes del final de los períodos de retención aplicables correspondientes a la fertilización o cualquier otro tratamiento con productos fitosanitarios;
- b) minimizar el daño mecánico a los productos y la duración de las operaciones de cosecha;
- c) descartar cultivos dañados o deteriorados;
- d) minimizar la probabilidad de contaminación de los cultivos con cuerpos extraños (por ejemplo, materiales metálicos o de plástico, plantas tóxicas).

Los registros deberían incluir la historia de las operaciones de cosecha con la información pertinente con respecto a la identificación del producto, la ubicación y la fecha de cosecha, equipos de recolección o el personal que lleva a cabo las operaciones.

Si la organización descubre que no se aplicó el período de retención requerida relacionada con el uso de productos fitosanitarios, se debe tomar las medidas adecuadas para evitar que los cultivos afectados entren en la cadena alimentaria e informar, cuando sea necesario, la autoridad competente o el operador del siguiente paso en la cadena alimentaria.

6.5.2 Actividades después de la cosecha

Las actividades posteriores a la cosecha no deben aumentar la probabilidad de contaminación de los productos finales.

La organización debe identificar las fuentes potenciales y la naturaleza de la contaminación relacionada con las operaciones posteriores a la cosecha e implementar medidas apropiadas para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) ordenar o inspeccionar productos cosechados con el fin de descartar los productos defectuosos y cuerpos extraños;
- b) minimizar la probabilidad de introducción de materia extraña durante las operaciones de embalaje;

NOTA: Ejemplos de fuentes de contaminación durante el embalaje son: partes del equipo, elementos del personal o cabellos, y los materiales de embalaje.

- c) usar agua o hielo de calidad adecuada para el lavado, descontaminación o para el enfriamiento de productos – el agua debería ser potable cuando se utiliza para el lavado de los productos destinados a ser consumidos crudos sin un posterior procesamiento industrial, tales como el tratamiento térmico o tratamientos microbicidas similares.

7 PROGRAMAS DE PRERREQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL

7.1 Generalidades

Además de los PPR relativos al entorno ambiental de las instalaciones agropecuarias en general, algunas medidas generales de control apropiadas para la implementación como PPR son pertinentes exclusivamente a la producción animal. Este apartado se refiere a la identificación de los PPR que en general minimizan la probabilidad de contaminación de los productos derivados de animales productores de alimentos y ayudar en el control de los peligros de seguridad alimentaria en la cadena alimentaria.

7.2 Piensos y agua para los animales

7.2.1 Producción de piensos en la unidad productiva

Las actividades de producción de piensos en la unidad productiva no deben incrementar la probabilidad de contaminación de los alimentos mediante la transmisión de contaminantes a animales productores de alimentos.

La organización debe identificar e implementar medidas para minimizar la probabilidad de contaminación de los piensos cuando se seleccionan, cultivan, elaboran y almacenan piensos e ingredientes para piensos.

La organización debe producir piensos mediante el uso de ingredientes para piensos, por ejemplo, agua, aditivos, premezclas medicamentosas, que no incrementen la probabilidad de contaminación de los alimentos. Se debe aplicar las condiciones de uso recomendadas por los fabricantes de los ingredientes para piensos. El agua utilizada como ingrediente del pienso debe ser limpia.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) comprobar que los aditivos y premezclas medicamentosas son manejados y almacenados a fin de mantener su integridad y que se utilizan de acuerdo con las instrucciones del fabricante (por ejemplo, dosis, periodo de retención y el protocolo de uso, tales como el tiempo de mezclado);
- b) asegurar que el equipo se opera bajo condiciones que permitan la mezcla adecuada de los ingredientes (por ejemplo, no sobrellenarlos) y que este se purga, enjuaga o limpia después de cada corrida de producción de piensos.

Los registros deberían incluir la historia de la producción de piensos con la identificación de los animales o grupos o lotes de animales que fueron alimentados. Cuando sea relevante, la documentación debería incluir la fórmula y una descripción del proceso de producción.

Si la organización descubre que los piensos producidos en la unidad productiva pueden tener un impacto negativo en la inocuidad de los alimentos (por ejemplo, presencia de materiales o sustancias peligrosas), se deben adoptar medidas apropiadas y, cuando sea necesario, informar al siguiente paso en la cadena alimentaria o la autoridad competente.

7.2.2 Suministro de alimentos y agua

La actividad de suministro de alimentos y agua a los animales no debe incrementar la probabilidad de contaminación de los alimentos mediante la transmisión de contaminantes a través de los animales productores de alimentos.

La organización debe definir e implementar medidas para garantizar que el alimento y el agua son adecuados para animales productores de alimentos y no incrementa la probabilidad de contaminación de los alimentos.

NOTA: Las especies y estado fisiológico son ejemplos de parámetros que pueden influir en la idoneidad de los piensos.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) adaptar la cantidad de pienso entregado a los animales según sus necesidades fisiológicas y eliminar el pienso remanente antes de rellenarlos;
- b) identificar a los animales o grupos de animales mientras se están alimentando con alimentos medicados o durante el período de retención posterior, si procede.

7.2.3 Pastos

Los pastos, incluyendo potreros, no deben ser una fuente de contaminación de los alimentos mediante la transmisión de contaminantes a través del pastoreo de animales productores de alimentos.

NOTA: Los contaminantes que se producen en los pastos incluyen los que se presentaron voluntariamente o accidentalmente por la actividad humana, y aquellos que se producen de forma natural, por ejemplo, plantas tóxicas.

La organización debe identificar y aplicar medidas para minimizar la probabilidad de contaminación de pastos y de transmisión de contaminantes a los animales que pastan.

En función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación procedente de estiércol, fertilizantes o productos fitosanitarios, un ejemplo de PPR que se debería implementar es el cumplimiento estricto de las instrucciones del fabricante para su aplicación en los pastos y, cuando sea aplicable, prevenir el pastoreo de animales en esos pastos durante el tiempo apropiado.

Si la organización descubre información sobre pastos o actividades en sus alrededores que pueden afectar a la inocuidad alimentaria, se deben tomar las medidas apropiadas para proteger a los animales productores de alimentos de la contaminación y, cuando sea necesario, informar a la autoridad competente.

7.3 Gestión de la Salud

7.3.1 Identificación y movimientos

Los movimientos de los animales o grupos de animales fuera de las instalaciones agropecuarias, con la iniciativa de los agricultores o no, no deben aumentar la probabilidad de contaminación de los alimentos.

NOTA: La trashumancia y el pastoreo en pastos de montaña son ejemplos de circunstancias en las que se produce el movimiento de animales.

La organización debe identificar e implementar medidas para controlar el movimiento de los animales.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) identificar a los animales o grupos de animales por los medios adecuados a fin de garantizar el control efectivo del movimiento;
- b) prevenir que los animales entren en contacto con otras especies mientras que se movilizan, a fin de minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos por los agentes zoonóticos;
- c) mantener barreras (por ejemplo, cercas, animales de trabajo, cursos de agua) para prevenir que los animales se trasladen a las propiedades vecinas donde hay una probabilidad de contaminación.

La documentación debe incluir una lista actualizada de los animales productores de alimentos, ya sea a nivel individual o de lote, con información relevante (por ejemplo, especies, identificación, edad, sexo). Cuando sea apropiado, los registros deberían incluir la historia de los movimientos de animales (por ejemplo, los movimientos entre diferentes establecimientos dentro de la misma organización, el pastoreo de temporada).

Si la organización descubre cualquier impacto potencial en la inocuidad de sus productos debido al movimiento de los animales, se debe tomar las medidas adecuadas y, cuando sea necesario, informar a la autoridad competente.

7.3.2 Vigilancia de la salud

Los animales deben permanecer en una condición saludable en todo momento para que no se incremente la probabilidad de alimentos contaminados.

La organización debe identificar e implementar medidas para la detección temprana de enfermedades de los animales que podrían incrementar la probabilidad de contaminación de los alimentos. La organización debe identificar e implementar medidas para la evaluación del estado de salud de los animales de reciente introducción y para la minimización del riesgo de transmisión de agentes zoonóticos a la manada.

NOTA: Un ejemplo de un contaminante que representa una amenaza grave es el agente zoonótico de la tuberculosis en el ganado.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos al permitir un seguimiento eficaz de la salud animal, son:

- a) implementar un examen visual regular de la conducta y la integridad de los animales;
- b) implementar un sistema para monitorear el desempeño de la producción animal para ayudar en la detección temprana de enfermedades o lesiones;
- c) establecer un plan de salud animal, incluyendo medidas profilácticas, por recomendación de un veterinario o un personal competente con reconocimiento similar en salud animal;

NOTA: Ejemplos de medidas profilácticas son los programas de vacunación y erradicación.

- d) verificar los documentos que acompañan a la salud y la trazabilidad de los animales introducidos, así como su identificación adecuada (por ejemplo, etiqueta, marca) si procede;
- e) ingresar a cuarentena a los animales en trabajo de parto y que tienen su estado de salud revisado por un veterinario o un personal competente con reconocimiento similar, por medio de pruebas adecuadas o examen físico.

Los registros deben incluir la historia de las medidas profilácticas, las visitas realizadas por un veterinario o un personal competente con reconocimiento similar en salud animal y la ocurrencia de enfermedades en los animales que puedan incrementar la probabilidad de contaminación de los alimentos.

Si hay signos sugestivos de una enfermedad que pueden incrementar la probabilidad de contaminación de los alimentos, la organización debe solicitar el asesoramiento de un veterinario o un personal competente con reconocimiento similar en salud animal.

Si, posteriormente en la cadena alimentaria, se descubre o se sospecha de signos de enfermedad en los animales (por ejemplo: inspecciones ante mortem y post mortem en el matadero) y son notificados a la organización, se debe tomar acciones apropiadas solicitando el asesoramiento de un veterinario o un personal competente con reconocimiento similar en salud animal.

7.3.3 Gestión de los animales enfermos

Los animales enfermos no deben ser una fuente de contaminación de los alimentos.

La organización debe identificar e implementar medidas para la gestión de los animales enfermos y de sus productos a fin de no incrementar la probabilidad de alimentos contaminados.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) identificar y separar los animales enfermos o heridos de la manada saludable, hasta la curación o su adecuación al propósito;
- b) seleccionar las medidas que garanticen el control efectivo de la propagación de enfermedades transmisibles, con el asesoramiento de un veterinario o personal competente con reconocimiento similar en salud animal;
- c) excluir a los animales enfermos y sus productos de la cadena de alimentación humana o animal;
- d) recoger por separado los productos procedentes de animales sanos y los productos procedentes de animales enfermos o animales sospechosos de estar enfermos con el fin de minimizar la probabilidad de contaminación cruzada;
- e) comprar animales examinados por un veterinario o personal competente con reconocimiento similar en salud animal antes de permitirles la entrada a la unidad productiva cuando muestren signos de enfermedad clínica, y sigan las recomendaciones formuladas por el veterinario o personal competente con reconocimiento similar en salud animal.

Los registros deberían incluir la historia de las enfermedades de los animales y cómo los animales y sus productos, de ser aplicable, fueron gestionados.

Si la organización descubre que un animal enfermo, o sus productos, no han sido excluidos de la cadena de alimentos o piensos y suponen una grave amenaza para la inocuidad de los alimentos, se deben tomar las medidas apropiadas para informar al siguiente paso en la cadena alimentaria y a la autoridad competente cuando sea necesario.

7.3.4 Gestión de animales muertos

Los animales muertos y la enfermedad que causa la muerte no deben incrementar la probabilidad de contaminación de los alimentos.

NOTA: Esta parte de la norma ISO 22002 cubre fetos abortados, pero no animales que entran en la cadena alimentaria después del beneficio, incluyendo el beneficio de emergencia en la unidad productiva.

La organización debe identificar e implementar medidas para la determinación de la causa de la muerte y para minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos a partir del cuerpo animal o de cualquier otra fuente de contaminación. Tales animales muertos no deben entrar en las cadenas de alimentos para humanos ni animales.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) contar con la causa diagnosticada de la muerte, realizada por un veterinario o un personal reconocido similarmente competente en salud animal, cuando sea posible;
- b) informar a la autoridad competente cuando la muerte se asocia con una grave amenaza para la inocuidad alimentaria;
- c) desplazar sin demora los animales muertos a un lugar específico y adaptado, retirado de los animales saludables y de sus productos, antes de su destrucción en condiciones que permitan reducir la posibilidad de contaminación;

Los registros deben incluir la documentación de trazabilidad las salidas y el movimiento de los animales muertos. Los registros deben incluir la historia de la muerte de los animales y su causa de estar identificada.

7.3.5 El uso de medicamentos veterinarios

El uso de medicamentos veterinarios no debe aumentar la probabilidad de contaminación de los alimentos.

La organización debe utilizar medicamentos veterinarios de conformidad con todas las leyes y reglamentos aplicables. La organización debe identificar y aplicar medidas para la selección de los medicamentos apropiados a las circunstancias. Se debe identificar y aplicar medidas para garantizar que los medicamentos se utilizan de acuerdo con las instrucciones de uso suministradas por el fabricante o por el veterinario o persona competente reconocida de manera similar en la salud animal, usando el equipo adecuado para sujetar a los animales y aplicar los medicamentos, si fuese aplicable.

NOTA 1: Un nivel inaceptable de residuos de medicamentos veterinarios puede resultar del uso intencional de medicamentos veterinarios no aprobados o prohibidos o por el uso inadecuado de medicamentos veterinarios aprobados. Además, el uso inadecuado de medicamentos veterinarios puede contribuir a la selección de microorganismos resistentes a los antimicrobianos y materias extrañas (por ejemplo, agujas).

NOTA 2: Las instrucciones de uso incluyen las especies destinadas, producción animal, indicación, dosis, tiempo de espera, y las condiciones de almacenamiento (por ejemplo, temperatura, oscuridad).

La organización debe identificar e implementar medidas que eviten que los animales y sus productos entren a la cadena alimentaria cuando los residuos de los medicamentos representen una amenaza para la inocuidad alimentaria.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) usar los medicamentos veterinarios que hayan sido recetados por un veterinario o persona competente reconocida de manera similar en la salud animal, tras el diagnóstico, para los animales destinados y propósito previsto, de conformidad con las instrucciones del fabricante y la prescripción;

- b) usar los antibióticos y antimicrobianos de manera prudente a fin de minimizar el potencial de acumulación de microorganismos multirresistentes, incluyendo el uso profiláctico de antibióticos de amplio espectro;
- c) seleccionar y usar los medicamentos veterinarios teniendo en cuenta los requisitos del país de venta, cuando se exportan los animales productores de alimentos o sus productos;
- d) especificar, cuando aplique, el tiempo de carencia de los medicamentos veterinarios prescritos por un veterinario o persona competente reconocida de manera similar en la salud animal;
- e) identificar a los animales o grupos de animales durante el periodo de tratamiento con medicamentos veterinarios o durante el período de retención posterior si procede;
- f) usar material descartable (por ejemplo, jeringas y agujas) para la aplicación o administración de medicamentos veterinarios en los animales, a fin de evitar que los medicamentos se contaminen con otros fármacos y fluidos animales y disponer de este material de una manera segura;
- g) Solicitar del vendedor la historia de la administración de medicamentos veterinarios o la historia de la aplicación sobre los animales comprados y los periodos de retención en curso si procede.

Los registros deben incluir la documentación asociada con el uso de medicamentos veterinarios, incluidos la receta por el veterinario o una persona competente reconocida de manera similar en la salud animal, la identificación de los animales tratados, cómo se administró el fármaco, las fechas de inicio y fin de la aplicación o administración, y los períodos de suspensión que hubiere.

Si se rompe una aguja en la aplicación de un medicamento veterinario, la organización debe tomar medidas para garantizar la extracción de la materia extraña. Si no es posible, la organización informará a la siguiente etapa de la cadena alimentaria en los documentos del animal o grupo de animales.

7.4 Ordeño

Este apartado trata de medidas específicas para las operaciones de ordeño. Las actividades abordadas en otros apartados de esta parte de la norma ISO 22002 (por ejemplo, la higiene personal, adecuación de equipos, limpieza y desinfección, almacenamiento) son también aplicables. Por lo tanto, las organizaciones no deben considerar este apartado de forma aislada al establecer PPR relacionadas a la ganadería lechera.

La actividad de ordeño debe llevarse a cabo de manera tal que se minimice la probabilidad de contaminación de la leche.

La organización debe identificar e implementar medidas que minimicen la probabilidad de contaminación de la leche durante el ordeño.

NOTA: Ejemplos de eventos que aumentan la probabilidad de contaminación de la leche son la micción y la defecación relacionada con el estrés y el malestar de los animales durante el ordeño, lo que puede causar fácilmente que estos desechos del cuerpo entren en las copas de succión del pezón.

El calostro y la leche que no parece normal, deben ser excluidos de la cadena alimentaria.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) llevar a cabo, antes de ordeñar una vaca, una evaluación de la leche por examen visual o mediante indicadores fisicoquímicos, después de una cuidadosa observación del comportamiento de la vaca y el aspecto de su ubre y los pezones, para permitir la verificación de si la leche parece normal y no hay probabilidad de contaminar el alimento;
- b) limpiar y, cuando sea necesario, desinfectar todos los pezones antes del ordeño, por medios adecuados.

Si la organización descubre que la leche destinada al consumo humano ha sido contaminada durante el ordeño, debe adoptar medidas adecuadas para evitar que esa leche entre en la cadena alimentaria.

7.5 Recolección de huevos

Este apartado trata de medidas específicas para las operaciones de recolección de huevos. Las actividades abordadas en otros apartados de esta parte de la norma ISO 22002 (por ejemplo, la higiene personal, adecuación de equipos, limpieza y desinfección, almacenamiento) son también aplicables. Por lo tanto, las organizaciones no deben considerar este apartado de forma aislada al establecer PPR para la producción de huevos.

Se reducirá al mínimo la probabilidad de contaminación de los huevos después de la postura.

La organización debe identificar e implementar medidas para recoger los huevos tan pronto como sea posible después de la postura. Los huevos deben recolectarse, manipularse, almacenarse y embalsarse de una manera que se minimice la probabilidad de contaminación y daños a los huevos o la cáscara de los huevos.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) recolectar por separado e identificar los huevos con cáscara rota o agrietada;
- b) separar los huevos visiblemente sucios de los huevos limpios y prevenir que entren a la cadena alimentaria sin tratamiento previo apropiado, a fin de minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos.

Si la organización descubre que los huevos destinados al consumo humano han sido contaminados durante la recolección, manipulación o envasado, adoptará las medidas adecuadas para evitar que entren en la cadena alimentaria.

7.6 Preparación para el beneficio

Este apartado trata de medidas específicas para la preparación de los animales para el beneficio. Las actividades abordadas en otros apartados de esta parte de la norma ISO 22002 (por ejemplo, la higiene personal, adecuación de equipos, limpieza y desinfección, almacenamiento) son también aplicables. Por lo tanto, las organizaciones no deben considerar este apartado de forma aislada al establecer PPR para la producción de carne.

Deben ser enviados al beneficio sólo los animales sin probabilidad de contaminar a los alimentos. Estos deben ser manipulados y preparados de una manera que se minimice la probabilidad de contaminación de los alimentos.

NOTA: En el contexto de ésta parte de la ISO 22002, la preparación para el beneficio incluye actividades tales como el manejo y asignación de los animales antes de transportarlos a la planta de beneficio.

La organización debe identificar e implementar medidas para evaluar si los animales destinados a ser enviados al beneficio no aumentan la probabilidad de contaminación de la carne, así como medidas destinadas a reducir al mínimo la probabilidad de contaminación durante la preparación para el beneficio.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) evitar que los animales tengan acceso a la alimentación durante un tiempo adecuado antes de ser beneficiados, cuando un período de ayuno es necesario para reducir al mínimo la probabilidad de contaminación de los alimentos;
- b) evitar el hacinamiento y el estrés por la carga de los animales en los vehículos adecuados para el mantenimiento de sus necesidades fisiológicas, para la prevención de heridas y para protegerlos de condiciones climáticas extremas previsibles;
- c) asegurar que los animales destinados al beneficio están lo suficientemente limpios para reducir al mínimo la probabilidad de contaminación durante el proceso de beneficio;
- d) transportar las aves de corral utilizando jaulas que estén limpias y desinfectadas adecuadamente, para minimizar las lesiones de los animales y la posibilidad de la transferencia de contaminantes entre lotes de animales.

7.7 Crecimiento, recolección y manejo de los animales acuáticos

Este apartado trata de las medidas específicas para el cultivo, recolección y manejo de los animales acuáticos. Las actividades abordadas en otros apartados de esta parte de la norma ISO 22002 (por ejemplo, la higiene personal, adecuación de equipos, limpieza y desinfección, almacenamiento) son también aplicables. Por lo tanto, las organizaciones no deben considerar este apartado de forma aislada al establecer PPR para el cultivo acuático.

Las condiciones de cultivo y cosecha de animales acuáticos destinados al consumo humano no deben aumentar la probabilidad de contaminación.

La organización debe definir e implementar medidas para mantener la salud de los animales acuáticos y la calidad del agua en la que se crían, a fin de minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos.

Ejemplos de PPR que se deberían implementar, en función de las operaciones y cuando sea apropiado minimizar la probabilidad de contaminación de los alimentos, son:

- a) hacer seguimiento cuidadosamente de los sistemas de recirculación cerrados, a fin de mantener la salud animal y el saneamiento;
- b) cosechar los camarones cultivados en forma sanitaria y lo más rápidamente posible con agua adecuada y la calidad del hielo a fin de no exponer a los productos a temperaturas excesivas;
- c) limpiar los moluscos tan pronto como sea posible después de recolectarlos, con agua de calidad adecuada, para eliminar el lodo y algas;
- d) eliminar, almacenar por separado, y seguidamente disponer de una manera apropiada de los animales que muestren signos de estar probablemente asociados con el incremento de la probabilidad de contaminación de los alimentos.

Los registros deben incluir análisis de agua o suelo y el seguimiento que acredite la idoneidad relativa a los contaminantes ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO 9000:2005, Quality management systems — Fundamentals and vocabulary
- [2] ISO 22005:2007, Traceability in the feed and food chain — General principles and basic requirements for system design and implementation
- [3] CAC/RCP 1-1969. General principles of food hygiene. Available (viewed 2011-11-14) at: <http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=23>
- [4] CAC/RCP 53-2003. Code of hygienic practice for fresh fruits and vegetables. Available (viewed 2011-11-14) at: <http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=10200>
- [5] CAC/RCP 15-1976. Code of hygienic practice for eggs and egg products. Available (viewed 2011-11-15) at: <http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=73>
- [6] CAC/RCP 57-2004. Code of hygienic practice for milk and milk products. Available (viewed 2011-11-15) at: <http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=10087>
- [7] CAC/RCP 52-2003. Code of practice for fish and fishery products. Available (viewed 2011-11-15) at: <http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=10273>
- [8] CAC/RCP 54-2004. Code of practice on good animal feeding. Available (viewed 2011-11-14) at: <http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=10080>

- [9] CODEX STAN 1-1985. General standard for the labelling of prepackaged foods. Available (viewed 2011-11-15) at: <http://www.codexalimentarius.net/download/standards/32/CXS_001e.pdf>
- [10] IDF|FAO 2004. Guide to good dairy farming practice. Available (viewed 2011-11-15) at: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5224e/y5224e00.pdf>>
- [11] FAO|OIE 2010. Guide to good farming practices for animal production food safety. Available (viewed 2011-11-15) at: <<http://www.fao.org/docrep/012/i0482t/i0482t00.pdf>>
- [12] OIE. Terrestrial Animal Health Code. Available (viewed 2011-11-15) at: <<http://www.oie.int/index.php?id=169>>
- [13] WHO 2008. Guidelines for drinking-water quality, 3rd edition incorporating the first and second addenda, Vol. 1: Recommendations. Available (viewed 2011-11-15) at: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf>
- [14] BSI/PAS 223:2011, Prerequisite programmes and design requirements for food safety in the manufacture and provision of food packaging

**ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN
CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 1: Disposiciones
generales y requisitos**

PLASTIC PACKAGES AND ACCESSORIES IN CONTACT WITH FOOD. Part 1: General dispositions
and requirements

**2017-12-27
3ª Edición**

© INACAL 2017

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 817, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	ii
PRÓLOGO	iii
1 Objeto y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones	4
4 Requisitos de composición	8
5 Conformidad	15
ANEXOS	
ANEXO A	18
ANEXO B	20
ANEXO C	21
BIBLIOGRAFÍA	23

PRÓLOGO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 El Instituto Nacional de Calidad - INACAL, a través de la Dirección de Normalización es la autoridad competente que aprueba las Normas Técnicas Peruanas a nivel nacional. Es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO), en representación del país.

A.2 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Envase y embalaje, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de abril a setiembre de 2017, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en la Bibliografía.

A.3 El Comité Técnico de Normalización de Envase y embalaje presentó a la Dirección de Normalización –DN-, con fecha 2017-09-08, PNTP 399.163-1:2017, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2017-10-28. No habiéndose recibido observaciones, fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 399.163-1:2017 ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 1: Disposiciones generales y requisitos**, 3ª Edición, el 29 de diciembre de 2017.

A.3 Esta tercera edición de la NTP 399.163-1 reemplaza a la NTP 399.163-1:2016 ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 1: Disposiciones generales y requisitos, la cual ha sido revisada técnicamente y contiene los siguientes cambios: se ha modificado el capítulo 4 Requisitos de composición y se han incluido los Anexos A, B y C. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:2016 y GP 002:2016.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría

IPENBAL

Presidenta

Francisca Sonia Cerrón Navarro –
CIP CDL

ENTIDAD**REPRESENTANTE**

Certificaciones del Perú S. A. - CERPER S. A.	Gloria Reyes Robles Karina Rondon Rivadeneyra
Colegio de Ingenieros del Perú - Capítulo de Ingeniería Química	Florencia Cancho Vivanco
Envases y Envolturas S. A.	Sonia Reyes Gutierrez Julissa Castro Velasquez
Flint Group Perú S. A.	Luis Vilela Huaman
Kuresa S. A.	Alicia Peña Rivera
Instituto Tecnológico de la Producción - ITP	Melva Pazos Hamm Susan Montero Beramendi
Laive S. A.	Angel Goicochea Tafur
La Molina Calidad Total Laboratorio - UNALM	Eva Castañeda Monzón
Perúplast S. A.	Elizabeth González Hernández
Opp Film S. A.	José Camero Jiménez
SGS del Perú S. A.	Maritza Espinoza Dominguez Jorge Angeles Chafloque
Consultora	Yolanda Lucero de Jesus Gamero Carmen
Consultora	Sonia Bernaola Donayre
Consultora	Margarita Pérez-León Cabanillas

---0000000---

ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 1: Disposiciones generales y requisitos

1 Objeto y campo de aplicación

Esta Norma Técnica Peruana establece las sustancias que pueden ser utilizadas en la fabricación de envases y accesorios plásticos (resinas, polímeros, pigmentos, colorantes, masterbatch y aditivos) en contacto con alimentos, características, límites de migración total y aspectos regulatorios relacionados. Los límites de migración específica, así como la metodología analítica, están establecidos en las NTP 399.163-5 a la NTP 399.163-16.

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a envases y accesorios plásticos, incluyendo revestimientos y accesorios, destinados a entrar en contacto con alimentos, materias primas para alimentos, así como los envases y accesorios plásticos de uso doméstico, elaborados o revestidos con material plástico.

Esta NTP se emplea en los siguientes envases y accesorios plásticos:

- a) Compuestos de una o más capas de materiales plásticos.
- b) Compuestos de dos o más capas de materiales, pudiendo una o más de ellas no ser exclusivamente de plástico, siempre que la capa que esté en contacto directo con el alimento sea de plástico. En este caso, todas las capas de plástico deben cumplir con la NTP 399.163-5 y la NTP 399.163-16.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos a los cuales se hace referencia en el texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana en parte o en todo su contenido. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier modificación).

2.1 Normas Técnicas Nacionales

NTP-ISO 5725 todas las partes	Exactitud (VERACIDAD Y PRECISIÓN) DE LOS MÉTODOS Y RESULTADOS DE MEDICIÓN
NTP 399.163-2	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 2: Clasificación de los alimentos, simulantes y métodos de ensayo
NTP 399.163-5	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 5: ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 5: Determinación del contenido y migración específica de metales en colorantes y pigmentos
NTP 399.163-6	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 6: Ensayos de migración total en envases
NTP 399.163-7	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 7: Determinación de la migración total en envases utilizando aceite de oliva como simulante
NTP 399.163-8	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 8: Determinación de cloruro de vinilo residual

NTP 399.163-9	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 9: Determinación de estireno residual
NTP 399.163-10	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 10: Determinación de acrilonitrilo residual en alimentos y simulantes de alimentos
NTP 399.163-11	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 11: Determinación de isocianatos en materiales plásticos
NTP 399.163-12	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 12: Determinación del ácido tereftálico en simulantes de alimentos
NTP 399.163-13	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 13: Determinación de la migración específica del mono y dietilenglicol
NTP 399.163-14	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 14: Determinación de 1,3-butadieno en simulantes de alimentos
NTP 399.163-15	ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 15: Determinación de 2,2-bis(4-hidroxifenil) propano (Bisfenol A) en simulantes de alimentos

NTP 399.163-16

ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS
EN CONTACTO CON ALIMENTOS.
Parte 16: Lista de monómeros, polímeros y
otras sustancias de partida, macromoléculas
obtenidas por fermentación microbiana,
aditivos y auxiliares para la producción de
polímeros

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

3.1

alimento

cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas al consumo humano, incluyendo las bebidas alcohólicas

3.2

artículo acabado

artículo tal y como será vendido o que está listo para su uso y como será vendido

3.3

bolsa

envase o recipiente de dimensiones conocidas fabricadas de películas o láminas de plástico, que cuando se llena con simulante de alimento o un medio de ensayo se expone el lado de contacto con el alimento de la película/lámina hacia el simulante de alimento o medio de ensayo

3.4

bolsa vuelta

bolsa fabricada de forma que la superficie del plástico destinada a estar en contacto con los alimentos es la superficie exterior. Todas sus caras selladas para prevenir que las superficies interiores entren en contacto con el simulante de alimento o el medio de ensayo durante el periodo de ensayo. La bolsa vuelta está destinada a estar totalmente sumergida en el simulante de alimento o en el medio de ensayo

3.5

cantidad por área de superficie

QMA

cantidad máxima permitida de monómero, aditivo o sustancia residual en el material u objeto expresado como mg/dm²

3.6

célula

dispositivo de dimensiones conocidas que, cuando se rellena con simulante de alimento o el medio de ensayo, expone a dicho simulante o medio de ensayo un área de superficie conocida de la cara del plástico en contacto con el alimento

3.7

contenido residual

masa de la sustancia presente en el material u objeto

3.8

ensayos de extracción

ensayos en los cuales el medio usado tiene fuertes propiedades de extracción bajo condiciones de ensayo muy severas

3.9

ensayo de migración

ensayo para la determinación de la migración específica de la sustancia, empleando simulantes de alimento bajo condiciones de ensayo convencionales

3.10

ensayo graso alternativo

ensayo graso de suplentes

ensayos, con adecuados y normalmente medio volátil, que se puede emplear en lugar de los ensayos de migración con simulante de alimento graso

3.11

ensayo de disolución

ensayos en los cuales la muestra se disuelve para liberar la sustancia desde la muestra de ensayo de plástico

3.12

ensayo sustitutivo graso

ensayo llevado a cabo que emplea un medio de ensayo bajo condiciones de ensayo de suplentes convencionales cuando no es factible el uso de un ensayo de migración hacia un simulante(s) de alimento graso

3.13

horno

estufa convencional

horno en el que se calienta el aire que se encuentra en su interior y este calor se transfiere al alimento a través de los plásticos, en oposición a un horno microondas donde el alimento por sí mismo se calienta directamente mediante la irradiación de microondas

3.14

límite de composición

Qm

cantidad máxima del monómero, aditivo o sustancia residual en el material u objeto

3.15

límite de migración específica

LME

nivel máximo permitido de migración de una determinada sustancia, procedente de un material u objeto, hacia el alimento o en simulantes alimentarios

3.16

límite de migración específica total

límite de migración específica global

LMET

suma máxima permitida de sustancias particulares liberada en alimentos o simulantes alimentarios como total de los grupos de sustancias indicados

3.17

límite de migración total

límite de migración global

LMG

cantidad máxima permitida de sustancias no volátiles liberada desde un material u objeto en simulantes alimentarios

3.18

migración específica

masa de la sustancia transferida al simulante tal y como se determina en el método de ensayo

3.19

muestra

material u objeto en investigación

3.20

muestra de ensayo

porción de muestra en la cual se lleva a cabo el ensayo

3.21

plásticos

compuestos macromoleculares orgánicos obtenidos por polimerización, policondensación, poliadición o cualquier proceso similar a partir de unidades estructurales llamadas monómeros o por reacciones químicas de moléculas naturales

3.22

probeta

porción de muestra de ensayo

3.23

límite de composición total

$Q_m(T)$

cantidad máxima permitida del monómero, aditivo o sustancia residual en el material u objeto, expresado como el total de grupo o sustancia(s) indicadas

3.24

simulante alimentario

medio de ensayo que imita un alimento; en su comportamiento, el simulante alimentario imita la migración a partir de materiales en contacto con los alimentos

3.25

medio de ensayo

sustancias, isooctano, etanol al 95 % en solución acuosa y óxido de polifenileno modificado (MPPO) (*modified polyphenylene oxide*) empleadas en los “ensayos de suplentes”

3.26

medio de ensayo volátil

sustancias volátiles en ensayos grasos alternativos

3.27

recubrimiento

es una sustancia o producto aplicado sobre la superficie de un envase o accesorio plástico en contacto con alimentos con la finalidad de proteger o prolongar su vida útil

4 Requisitos de composición

4.1 Sustancias autorizadas

En la fabricación de capas plásticas de materiales y objetos plásticos únicamente podrán utilizarse intencionadamente las sustancias enumeradas en la lista de sustancias autorizadas (véase la NTP 399.163-16).

La lista sustancias autorizadas contendrá:

- a) monómeros u otras sustancias de partida;
- b) aditivos, excluidos los colorantes;
- c) auxiliares para la producción de polímeros, excluidos los disolventes;
- d) macromoléculas obtenidas por fermentación microbiana.

4.2 Excepciones para sustancias no incluidas en la lista de sustancias autorizadas

4.2.1 No obstante lo dispuesto en el subcapítulo 4.1, podrán usarse sustancias distintas de las incluidas en la lista de sustancias autorizadas como auxiliares para la producción de polímeros en la fabricación de capas plásticas de materiales y objetos plásticos conforme a la normativa nacional.

4.2.2 No obstante lo dispuesto en el subcapítulo 4.1, podrán usarse colorantes y disolventes en la fabricación de capas plásticas de materiales y objetos plásticos conforme a la normativa nacional.

4.2.3 Las siguientes sustancias no incluidas en el subcapítulo 4.1 estarán autorizadas si cumplen lo dispuesto en los subcapítulos 4.3 al 4.5:

- a) todas las sales de aluminio, amonio, bario, calcio, cobalto, cobre, hierro, litio, magnesio, manganeso, potasio, sodio y cinc de los ácidos, fenoles o alcoholes autorizados;
- b) mezclas obtenidas mezclando sustancias autorizadas sin reacción química de sus componentes;
- c) cuando se usen como aditivos, sustancias poliméricas naturales o sintéticas de peso molecular igual o superior a 1 000 Da, excepto las macromoléculas obtenidas por fermentación microbiana, que cumplan los requisitos de la presente NTP, si son capaces de funcionar como principales componentes estructurales de materiales u objetos finales;
- d) cuando se usen como monómeros u otras sustancias de partida, prepolímeros y sustancias macromoleculares naturales o sintéticas, y sus mezclas, excepto las macromoléculas obtenidas por fermentación microbiana, si los monómeros u otras sustancias de partida necesarios para sintetizarlos están incluidos en la lista.

4.2.4 Las siguientes sustancias no incluidas en la lista (4.1) podrán estar presentes en las capas plásticas de materiales y objetos plásticos:

- a) sustancias añadidas no intencionalmente;
- b) auxiliares de polimerización.

4.3 Requisitos generales aplicables a las sustancias

Las sustancias usadas en la fabricación de capas plásticas para materiales y objetos plásticos serán de calidad técnica y pureza adecuadas al uso previsto y previsible de los materiales u objetos. La composición será conocida por el fabricante de la sustancia y se comunicará a la autoridad competente cuando lo soliciten.

Los envases y accesorios plásticos no deben ocasionar alteraciones en la composición de los alimentos o en las características sensoriales de los mismos.

4.3.1 Solamente pueden ser utilizadas en la fabricación de envases y accesorios plásticos a los que se refiere la presente NTP, las sustancias incluidas en las NTP 399.163-5 y NTP 399.163-16 que incluye las listas aprobadas de compuestos (resinas, polímeros, pigmentos⁶, colorantes y aditivos), con grado de pureza compatible con su utilización, atendiendo a este NTP, y cumpliendo con las condiciones, límites y tolerancias de uso específicamente indicados.

4.3.2 Las listas de compuestos aprobados (resinas, polímeros, pigmentos, colorantes y aditivos) podrán ser modificadas en los siguientes casos y están descritos en la NTP 399.163-16:

- a) Para la inclusión de nuevos compuestos, cuando se demuestre que no representan un riesgo significativo para la salud humana, y se justifique la necesidad tecnológica de su utilización.
- b) Para la exclusión de los componentes, en el caso en que nuevos conocimientos técnicos científicos indiquen un riesgo significativo para la salud humana.

⁶ Véase el subcapítulo 4.2 Determinación del contenido o concentración de metales pesados en colorantes y pigmentos de la NTP 399.163-5.

4.3.3 En la elaboración de envases y accesorios plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos está prohibida la utilización de materiales plásticos procedentes de envases, fragmentos de objetos, plásticos reciclados o ya utilizados, debiendo ser material de primer uso. Esta prohibición no se aplica para material reprocesado en el mismo proceso de transformación que lo originó (*scrap*) de parte de materiales plásticos no contaminados ni degradados. La autoridad sanitaria nacional competente podrá estudiar procesos tecnológicos específicos de obtención de resinas a partir de materiales reciclables.

4.3.4 Los envases, productos semielaborados (productos intermedios) y accesorios plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos deben cumplir con la presente Norma Técnica Peruana.

4.3.5 Todas las modificaciones de composición de los envases y accesorios plásticos deben cumplir con la presente Norma Técnica Peruana.

4.3.6 Los envases y accesorios plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos deben cumplir con la NTP 399.163-2 y de la NTP 399.163-5 a la NTP 399.163-16 .

4.3.7 Los envases y accesorios plásticos destinados al contacto bucal deben asegurar una adecuada protección contra posibles riesgos que puedan derivar de este contacto en el momento de la utilización o consumo.

4.4 Requisitos específicos aplicables a las sustancias

Las sustancias usadas en la fabricación de capas plásticas para materiales y objetos plásticos estarán sujetas a las siguientes restricciones y especificaciones:

4.4.1 Límite de migración específica

Los materiales y objetos plásticos no cederán sus constituyentes a los alimentos en cantidades superiores a los límites de migración específica (LME) que se establecen en la Tabla 1 de la NTP 399.163-16. Estos límites de migración específica se expresan en mg de sustancia por kg de alimento (mg/kg).

No obstante lo dispuesto en el párrafo anterior, los aditivos que también estén autorizados como aditivos alimentarios o aromas en virtud de lo establecido por el Codex Alimentarius no migrarán a los alimentos en cantidades que produzcan un efecto técnico en los alimentos finales, y tampoco:

- a) excederán las restricciones establecidas en la norma CODEX STAN 192-1995, o en la Tabla 1 de la NTP 399.163-16 para los cuales su uso esté autorizado como aditivos alimentarios o aromas, ni
- b) excederán las restricciones establecidas en la tabla 1 de la NTP 399.163-16 en alimentos para los cuales su uso no esté autorizado como aditivos alimentarios o aromas.

Cuando se especifique que no se permite la migración de una sustancia concreta, el cumplimiento se establecerá utilizando los métodos apropiados de ensayo de migración seleccionados de conformidad con el Anexo A de la presente NTP, que pueden confirmar la ausencia de migración por encima de un determinado límite de detección.

A los efectos del párrafo anterior, si no se han fijado límites específicos de detección para determinadas sustancias o grupos de sustancias, se aplicará un límite de detección de 0,01 mg/kg .

Las metodologías analíticas para la migración específica, están establecidas en las NTP 399.163-5 y en las NTP 399.163-8 a la NTP 399.163-15.

4.4.2 Límite de migración total o global

4.4.2.1 Los materiales y objetos plásticos no cederán sus constituyentes a los simulantes alimentarios en cantidades que superen en total los 10 miligramos de constituyentes liberados por decímetro cuadrado de superficie de contacto (mg/dm²).

4.4.2.2 No obstante lo dispuesto en el subcapítulo 4.4.2.1, los materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos para lactantes y niños de corta edad, no cederán sus constituyentes a los simulantes alimentarios en cantidades que superen en total los 60 miligramos de constituyentes liberados por kilogramo de simulante alimentario.

4.4.2.3 La metodología analítica de los ensayos de migración total está establecida en la NTP 399.163-6 y la NTP 399.163-7.

4.4.3 Restricciones y especificaciones

Se establecen en el capítulo 4, Tabla 1, columna 10, de la de la NTP 399.163-16.

4.4.4 Especificaciones detalladas de las sustancias

Se establecen en el capítulo 8 de la tabla 5 de la NTP 199.163-16.

4.4.5 Sustancias en nanoforma

Las sustancias en nanoforma solo se usarán si así se autoriza y se menciona en las especificaciones de la Tabla 1 de la NTP 399.163-16.

4.5 Restricciones generales aplicables a los materiales y objetos plásticos

4.5.1 Los materiales y objetos plásticos no cederán sus constituyentes a los alimentos en cantidades superiores a los límites de migración específica (LME) que se establecen en la Tabla 1 de la NTP 399.163-16. Estos límites de migración específica se expresan en mg de sustancia por kg de alimento (mg/kg).

4.5.2 Los materiales de los envases y accesorios plásticos, en las condiciones previsibles de uso, no deben migrar sustancias tóxicas o contaminantes a los alimentos, que representen un riesgo para la salud humana, en cantidades superiores a los límites de migración total y específica de metales y metaloides (véase la Tabla 1).

Tabla 1 – Límites máximos permitidos para migración específica de metales y metaloides

Elemento	Concentración máxima (mg/kg)
Aluminio	1
Bario	1
Cinc	5
Cobre	5
Cobalto	0,05
Hierro	48
Litio	0,6
Manganeso	0,6
Níquel	0,02

4.5.3 La metodología analítica para la determinación de estos metales en los colorantes y pigmentos se encuentra descritas en las NTP 399.163-5 y la NTP 399.163-6.

4.5.4 Los envases y accesorios plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos pueden utilizar todos los tipos de colorantes y pigmentos siempre que estos últimos cumplan los siguientes requisitos:

- a) No deben migrar hacia los alimentos;
- b) No deben contener los elementos mencionados en la Tabla 2 en cantidades superiores a las concentraciones indicadas.
- c) El contenido de aminas aromáticas primarias no debe ser superior a 500 mg/kg .
- d) Las aminas aromáticas primarias no enumeradas en el Tabla 1 de la NTP 399.163-16 no migrarán o serán liberadas de otro modo desde materiales y objetos plásticos en el alimento o simulante alimentario, el límite de detección mencionado cuando se especifique que no se permite la migración de una sustancia concreta, el cumplimiento se establecerá utilizando los métodos apropiados de ensayo de migración seleccionados de conformidad con el Anexo A de la NTP 399.163-2, que pueden confirmar la ausencia de migración por encima de un determinado límite de detección.

El contenido de bencina, naftilamina y 4-aminobifenilo, individual o combinado, no debe exceder 10 mg/kg .

Tabla 2 – Límites máximos permitidos para el contenido de metales o metaloides

Elemento	Concentración máxima (mg/kg)
Antimonio	500
Arsénico	50
Bario	100
Cadmio	100
Cromo	1 000
Mercurio	50
Plomo	100
Cinc	2 000
Selenio	100

4.5.5 Los envases y accesorios plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos que contengan colorantes y pigmentos en su formulación deben obedecer, además de la presente NTP a las NTP 399.163-5, NTP 399.163-6 y NTP 399.163-7 .

5 Conformidad

5.1 Expresión de los resultados de los ensayos de migración

5.1.1 Para verificar la conformidad, los valores de migración específica se expresarán en mg/kg aplicando la relación real entre superficie y volumen en el uso efectivo o previsto.

5.1.2 No obstante lo dispuesto en el subcapítulo 5.1.1, para:

- a) envases y otros objetos que contengan o estén destinados a contener menos de 500 mililitros o gramos o más de 10 litros;

- b) materiales y objetos cuya forma impida estimar la relación entre su superficie y la cantidad de alimentos en contacto con ellos;
- c) láminas y películas que aún no hayan estado en contacto con alimentos;
- d) láminas y películas que contengan menos de 500 mililitros o gramos o más de 10 litros.

El valor de la migración se expresará en mg/kg, aplicando un coeficiente superficie/volumen de 6 dm^2 por kg de alimento.

El presente subcapítulo no se aplicará a los materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto o que ya estén en contacto con alimentos para lactantes y niños de corta edad, tal como se definen en el subcapítulo 4.4.2.2.

5.1.3 No obstante lo dispuesto en el subcapítulo 5.1.2, el valor de migración específica para tapas, juntas, tapones y otros materiales de cierre similares se expresará en mg/objeto, si se desconoce el uso previsto del material.

5.1.4 El valor de migración global para tapas, juntas, tapones y otros materiales de cierre similares se expresará en:

- a) mg/dm^2 , aplicando la superficie total de contacto del dispositivo de cierre y el envase cerrado, si se conoce el uso previsto del material;
- b) mg/objeto, si se desconoce el uso previsto del material.

5.2 Normas para evaluar la conformidad con los límites de migración

5.2.1 Respecto de los materiales y objetos que ya estén en contacto con alimentos, la verificación de la conformidad con los límites de migración específica se efectuará con arreglo a las normas que establece el subcapítulo 8.1 de la NTP 399.163-2.

5.2.2 Para los materiales y objetos que aún no estén en contacto con alimentos, la verificación de la conformidad con los límites de migración específica se efectuará en alimentos o en los simulantes alimentarios que se contemplan en la tabla 1 de la NTP 399.163-2 y con arreglo a lo establecido en el subcapítulo 8.2.1 de la NTP 399.163-2.

5.2.3 Para los materiales y objetos que aún no estén en contacto con alimentos, la verificación de la conformidad con el límite de migración total o global se efectuará en los simulantes alimentarios que se establecen en la Tabla 1 de la NTP 399.163-2 y con arreglo a las disposiciones del subcapítulo 8.3.1 de la NTP 399.163-2.

5.3 Evaluación de las sustancias no incluidas

En relación con las excepciones para sustancias no incluidas del subcapítulo 4.2 (4.2.1, 4.2.2, 4.2.4 y 4.2.5) y del Anexo B, subcapítulo B.2 de la NTP 399.163-2; el cumplimiento del Anexo B de la presente NTP se evaluará con arreglo a principios científicos sobre evaluación de riesgos internacionalmente reconocidos.

ANEXO A (NORMATIVO)

Muestreo y análisis

A1. Los métodos de muestreo y análisis utilizados en los controles oficiales serán conformes con las normas en vigencia o:

- a) a falta de esta normativa, con las normas o protocolos internacionalmente reconocidos, por ejemplo, los aceptados por el Comité Europeo de Normalización (CEN), o los aceptados en la legislación nacional, o
- b) a falta de las anteriores, con otros métodos adecuados al objetivo perseguido o desarrollados de acuerdo con protocolos científicos.

A2. Cuando no sea aplicable el subcapítulo A.1, la validación de los métodos de análisis podrá realizarse en un único laboratorio conforme a un protocolo aceptado internacionalmente.

A3. Siempre que sea posible, los métodos de análisis se caracterizarán mediante los criterios pertinentes establecidos a continuación:

A3.1 Características de los métodos de análisis

A.3.1.1 Los métodos de análisis se caracterizarán por seguir los siguientes criterios:

- a) exactitud;
- b) aplicabilidad (matriz y gama de concentración);
- c) límite de detección;
- d) límite de determinación;

- e) precisión;
- f) repetibilidad;
- g) reproducibilidad;
- h) recuperación;
- i) selectividad;
- j) sensibilidad;
- k) linealidad;
- l) incertidumbre de la medición;
- m) otros criterios que puedan adoptarse según las necesidades.

A.3.1.1.1 Los valores de precisión mencionados en la letra e) del A.3.1.1 se obtendrán de un ensayo colaborativo realizado de acuerdo con un protocolo internacionalmente reconocido para este tipo de ensayo (por ejemplo, NTP-ISO 5725 o el protocolo armonizado internacional de la IUPAC) o, si se han establecido criterios de funcionamiento relativos a los métodos de análisis, se basarán en ensayos para determinar el cumplimiento de dichos criterios. Los valores de repetibilidad y reproducibilidad se expresarán en una forma reconocida internacionalmente (por ejemplo, intervalos de confianza del 95 %, tal como los definen la norma NTP-ISO 5725 o la IUPAC). Los resultados del ensayo colaborativo serán publicados o de libre acceso.

A.3.1.1.2 Los métodos de análisis que puedan aplicarse uniformemente a varios grupos de productos tendrán preferencia sobre los métodos que únicamente se apliquen a determinados productos.

A.3.1.1.3 Cuando los métodos de análisis sólo puedan validarse dentro de un único laboratorio, se hará de acuerdo con, por ejemplo, las directrices armonizadas de la IUPAC, o, si se han establecido criterios de funcionamiento relativos a los métodos de análisis, se basarán en ensayos para determinar el cumplimiento de dichos criterios.

A.3.1.1.4 Los métodos de análisis adoptados en virtud de la presente NTP deberán redactarse de acuerdo con la presentación normalizada de métodos de análisis recomendada por la ISO.

ANEXO B (NORMATIVO)

Requisitos generales de los materiales y objetos

B.1 Los materiales y objetos, incluidos los materiales y objetos activos e inteligentes, habrán de estar fabricados de conformidad con las buenas prácticas de fabricación para que, en las condiciones normales o previsibles de uso, no transfieran sus componentes a los alimentos en cantidades que puedan:

- a) representar un peligro para la salud humana, o
- b) provocar una modificación inaceptable de la composición de los alimentos, o
- c) provocar una alteración de las características sensoriales de éstos.

B.2. El etiquetado, la publicidad y la presentación de los materiales u objetos no deberán inducir a error a los consumidores.

ANEXO C
(INFORMATIVO)

La Tabla C.1 tiene como objetivo dar a conocer a los usuarios la correspondencia de algunos polímeros con sus monómeros utilizados en la fabricación de envases y accesorios plásticos que entrarán en contacto directo con los alimentos.

Tabla C.1 - Polímeros y su(s) correspondiente(s) monómero(s)

Tipos de Plásticos:	Plástico 1	Plástico 2	Plástico 3	Plástico 4	Plástico 5	Plástico 6	Plástico 7
Siglas:	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS	ABS
Nombre polímero:	Tereftalato de polietileno	Polietileno de alta densidad	Cloruro de polivinilo	Polietileno de baja densidad	Polipropileno	Poliestireno	Acrilonitrilo butadieno
Uso de referencia:	Envase de bebidas y textiles	Envases plásticos desechables	Envases rígidos	Sacos y bolsas plásticas. Objetos de menaje, como vasos, platos, cubiertos. Botellas. Stretch film	Tapa-roscas, juguetes, contenedores. goma en papeles adheribles. Película de polipropileno biorientado (BOPP). Película moldeada (<i>cast film</i>). Película soplada (<i>blown film</i>)	Tazas para bebidas calientes. Envases tipo concha de almeja para comidas rápidas, cartones para huevos y bandejas para carnes	Juguetes, material didáctico

Tipos de Plásticos:	Plástico 1	Plástico 2	Plástico 3	Plástico 4	Plástico 5	Plástico 6	Plástico 7
Monómeros							
Bisfenol A	---	---	Si	---	---	---	Si
Ácido tereftálico	Si	---	---	---	---	---	---
Etilenglicol	Si	---	---	---	---	---	---
Etileno	---	Si	Si	Si	Si	---	---
Propileno	---	---	---	---	Si	---	---
Butadieno	---	---	---	---	Si	---	Si
	---	---	Si	---	---	---	---
Acrilonitrilo	---	---	---	---	---	---	Si
Estireno	---	---	---	---	---	Si	---
Ftalatos	---	---	Si	---	---	---	---

NOTA: Para límites y tolerancias véase la tabla 1 Lista de monómeros, otras sustancias de partida, macromoléculas obtenidas por fermentación microbiana, aditivos y auxiliares para la producción de polímeros de la NTP 399.163-16.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] NTP 399.163-1:2016, ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 1: Disposiciones generales y requisitos
- [2] UNE-EN 13130-1:2005, Materiales y artículos en contacto con alimentos. Sustancias plásticas sometidas a limitaciones. Parte 1: Guía de métodos de ensayo para la migración específica de sustancias procedentes de materiales plásticos a los alimentos y simulantes de alimentos, determinación de sustancias en los materiales plásticos y selección de las condiciones de exposición a los simulantes de alimentos
- [3] Reglamento (UE) 2015/174 de la Comisión de 5 de febrero de 2015 por el que se modifica y corrige el Reglamento (UE) no 10/2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos
- [4] Reglamento (UE) n.º 10/2011 de la Comisión de 14 de enero de 2011 sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos
- [5] Reglamento (UE) 2016/1416 de la Comisión de 24 de agosto de 2016 que modifica y corrige el Reglamento (UE) n.º 10/2011 sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos
- [6] Reglamento (UE) n.º 2017/752 de la Comisión de 28 de abril de 2017 que modifica y corrige el Reglamento (UE) n.º 10/2011 sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos
- [7] Reglamento (CE) n° 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre los controles oficiales efectuados para garantizar la verificación del cumplimiento de la legislación en materia de piensos y alimentos y la normativa sobre salud animal y bienestar de los animales