

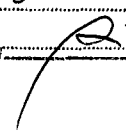


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO AGO 2015**

**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
PESQUERA Y DE ALIMENTOS**



R E C I B I D O	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
	VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN
	13/187 13 AGO 2015
	HORA: 8.00
	FIRMA: 

**INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“MIGRACIÓN MOLECULAR EN FRUTOS  
CARNOSOS (DRUPAS) ENVASADOS EN PELÍCULA  
BIODEGRADABLE”**

**AUTOR: Dra. Isabel Jesús Berrocal Martínez**

**(PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 01 de junio del 2013 al 31  
de mayo del 2015)**

**(Resolución de aprobación N° 580-2013-R)**

**Callao, 2015**

**a). ~~ÍNDICE~~**

<b>a). ÍNDICE</b> .....	<b>1</b>
1.1. ÍNDICE DE TABLAS.....	3
1.2. ÍNDICE DE FLUJOS.....	7
1.3. ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	7
<b>b). RESUMEN</b> .....	<b>8</b>
<b>c). INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>d). PARTE TEÓRICA O MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
4.2. BASES TEÓRICAS.....	14
4.2.1. <i>Kiwicha (Amaranthus caudatus)</i> .....	14
4.2.2. <i>Materiales Biodegradables y de Fuentes Renovables</i> .....	16
4.2.3. <i>Polímeros Producidos por Síntesis Química Clásica Usando Monómeros Naturales:</i> .....	16
4.2.4. <i>Polímeros Producidos por Microorganismos o Bacterias Genéticamente Modificadas:</i> .....	17
4.2.5. <i>Polímeros Directamente Extraídos de la Naturaleza:</i> .....	17
4.2.6. <i>Películas Proteicas de Amaranthus caudatus</i> .....	18
4.2.7. <i>Agentes Externos que Provocan Degradación de los Envases Biodegradables</i> .....	20
<b>e). MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
5.1. MATERIALES.....	21
5.2. MÉTODOS.....	22
5.2.1. <i>Determinación del Universo:</i> .....	22
5.2.2. <i>Determinación de la Muestra:</i> .....	22
5.2.3. <i>Técnicas de Recopilación de Datos:</i> .....	22
5.2.4. <i>Metodología para el Desarrollo de la Película Biodegradable a Partir de Amaranthus caudatus Nativo (Kiwicha).</i> .....	23
5.2.5. <i>Técnicas Estadísticas</i> .....	33
<b>f). RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
6.1. <i>EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DE LA CEREZA SIN EMPAQUE A TEMPERATURA DE 15°C</i> .....	44
6.2. <i>EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DE LA CEREZA SIN EMPAQUE A TEMPERATURA DE 5°C</i> .....	45
6.3. <i>EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DE LA CEREZA CON EMPAQUE A TEMPERATURA DE 15°C</i> .....	47

6.4.	EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DE LA CEREZA CON EMPAQUE A TEMPERATURA DE 5°C .....	48
6.5.	EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DEL DURAZNO SIN EMPAQUE A TEMPERATURA DE 15°C .....	50
6.6.	EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DEL DURAZNO SIN EMPAQUE A TEMPERATURA DE 5°C .....	51
6.7.	EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DEL DURAZNO CON EMPAQUE A TEMPERATURA DE 15°C .....	53
6.8.	EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DEL DURAZNO CON EMPAQUE A TEMPERATURA DE 5°C .....	55
6.9.	EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DE LA CIRUELA SIN EMPAQUE A TEMPERATURA DE 15°C .....	57
6.10.	EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DE LA CIRUELA SIN EMPAQUE A TEMPERATURA DE 5°C .....	59
6.11.	EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DE LA CIRUELA CON EMPAQUE A TEMPERATURA DE 15°C .....	61
6.12.	EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN MOLECULAR DE LA CIRUELA CON EMPAQUE A TEMPERATURA DE 5°C .....	63
<b>g).</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>66</b>
<b>h).</b>	<b>REFERENCIALES.....</b>	<b>71</b>
<b>i).</b>	<b>APÉNDICES .....</b>	<b>76</b>
9.1.	EVALUACIÓN DE LA DRUPA CEREZA SIN EMPAQUE A 15°C .....	76
9.2.	EVALUACIÓN DE LA DRUPA CEREZA SIN EMPAQUE A 5°C .....	76
9.3.	EVALUACIÓN DE LA DRUPA CEREZA CON EMPAQUE A 15°C.....	77
9.4.	EVALUACIÓN DE LA DRUPA CEREZA CON EMPAQUE A 5°C.....	78
9.5.	EVALUACIÓN DEL DURAZNO SIN EMPAQUE A 15°C.....	79
9.6.	EVALUACIÓN DEL DURAZNO SIN EMPAQUE A 5°C.....	80
9.7.	EVALUACIÓN DEL DURAZNO CON EMPAQUE A 15°C.....	81
9.8.	EVALUACIÓN DEL DURAZNO CON EMPAQUE A 5°C.....	82
9.9.	EVALUACIÓN DE LA CIRUELA SIN EMPAQUE A 15°C.....	83
9.10.	EVALUACIÓN DE LA CIRUELA SIN EMPAQUE A 5°C.....	84
9.11.	EVALUACIÓN DE LA CIRUELA CON EMPAQUE A 15°C.....	85
9.12.	EVALUACIÓN DE LA CIRUELA CON EMPAQUE A 5°C.....	86



## 1.1. ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1 FUNCIONES Y APLICACIONES DE PELÍCULAS.....	13
TABLA Nº 2: PERMEABILIDAD AL OXÍGENO Y VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN AL VAPOR DE AGUA DE VARIAS PELÍCULAS PLÁSTICAS (WVTR).....	14
TABLA Nº 3 NIVELES DE LOS AMINOÁCIDOS DE AMARANTHUS CAUDATUS DETERMINADOS MEDIANTE HPLC. ....	16
TABLA Nº 4 AGENTE EXTERNOS QUE PROVOCAN DIFERENTES TIPOS DE DEGRADACIÓN .....	20
TABLA Nº 5 FORMULACIÓN DE PELÍCULA BIODEGRADABLE A PARTIR DE AMARANTHUS CAUDATUS NATIVO .....	35
TABLA Nº 6 PARÁMETROS DE ESPESOR, CONTENIDO DE AGUA, OPACIDAD DE LAS PELÍCULAS OBTENIDAS A PARTIR DE AISLADO PROTEICO DE KIWICHA A PHS 9, 11.....	36
TABLA Nº 7 PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA (PVA) Y SOLUBILIDAD EN AGUA DE PELÍCULAS OBTENIDAS A PARTIR DE AISLADO PROTEICO A 9 Y A 11 .....	36
TABLA Nº 8: FUNCIONALIDAD DE LA PELÍCULA BIODEGRADABLE.....	38
TABLA Nº 9 ALMACENAMIENTO DE DURAZNO EN PELÍCULAS PROTEICAS DE AMARANTHUS CAUDATUS EN TIEMPOS 15, 30 Y 45 DÍAS, A DIFERENTES TEMPERATURAS DE 5 °C, 15 °C RESPECTIVAMENTE.....	39
TABLA Nº 10 ALMACENAMIENTO DE LA CEREZA EN PELÍCULAS PROTEICAS DE AMARANTHUS CAUDATUS EN TIEMPOS 15, 30 Y 45 DÍAS, A DIFERENTES TEMPERATURAS DE 5 °C, 15 °C RESPECTIVAMENTE.....	40
TABLA Nº 11 ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA EN PELÍCULAS PROTEICAS DE AMARANTHUS CAUDATUS EN TIEMPOS 15, 30 Y 45 DÍAS, A DIFERENTES TEMPERATURAS DE 5 °C, 15 °C RESPECTIVAMENTE.....	41
TABLA Nº 12 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (SIN EMPAQUE).....	44
TABLA Nº 13 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	45
TABLA Nº 14 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (SIN EMPAQUE).....	46
TABLA Nº 15 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	47
TABLA Nº 16 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (CON EMPAQUE).....	47
TABLA Nº 17 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	48
TABLA Nº 18 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (CON EMPAQUE).....	49
TABLA Nº 19 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	50

TABLA N° 20 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 15°C. (SIN EMPAQUE) .....	50
TABLA N° 21 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	51
TABLA N° 22 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 5°C. (SIN EMPAQUE) .....	52
TABLA N° 23 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	53
TABLA N° 24 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 15°C. (CON EMPAQUE) .....	54
TABLA N° 25 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	55
TABLA N° 26 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 5°C. (CON EMPAQUE) .....	56
TABLA N° 27 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	57
TABLA N° 28 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (SIN EMPAQUE) .....	58
TABLA N° 29 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	59
TABLA N° 30 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (SIN EMPAQUE) .....	60
TABLA N° 31 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	61
TABLA N° 32 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (CON EMPAQUE) .....	62
TABLA N° 33 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	63
TABLA N° 34 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (CON EMPAQUE) .....	64
TABLA N° 35 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN.....	65
TABLA 36 CARACTERÍSTICAS DE AISLADO PROTEICO DE SOYA VERSUS PROTEÍNA AISLADA DE KIWICHA.....	67
TABLA N° 37 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CEREZA A LA TEMPERATURA DE 15° C..	76
TABLA N° 38 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	76
TABLA N° 39 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	76

TABLA N° 40 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CEREZA A LA TEMPERATURA DE 5°C.....	77
TABLA N° 41 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	77
TABLA N° 42 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	77
TABLA N° 43 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CEREZA A LA TEMPERATURA DE 15°C...	78
TABLA N° 44 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	78
TABLA N° 45 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	78
TABLA N° 46 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CEREZA A LA TEMPERATURA DE 5°C.....	79
TABLA N° 47 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	79
TABLA N° 48 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	79
TABLA N° 49 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN DURAZNO A TEMPERATURA DE 15°C.....	80
TABLA N° 50 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	80
TABLA N° 51 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	80
TABLA N° 52 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN DURAZNO A TEMPERATURA DE 5°C.....	81
TABLA N° 53 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	81
TABLA N° 54 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	81
TABLA N° 55 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN DURAZNO A TEMPERATURA DE 15°C.....	82
TABLA N° 56 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	82
TABLA N° 57 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	82
TABLA N° 58 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN DURAZNO A TEMPERATURA DE 5°C.....	83
TABLA N° 59 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	83




TABLA N° 60 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	83
TABLA N° 61 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CIRUELA A TEMPERATURA DE 15°C .....	84
TABLA N° 62 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	84
TABLA N° 63 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	84
TABLA N° 64 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CIRUELA A TEMPERATURA DE 5°C .....	85
TABLA N° 65 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	85
TABLA N° 66 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	85
TABLA N° 67 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CIRUELA A TEMPERATURA DE 15°C .....	86
TABLA N° 68 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	86
TABLA N° 69 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	86
TABLA N° 70 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CIRUELA A TEMPERATURA DE 5°C .....	87
TABLA N° 71 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D).....	87
TABLA N° 72 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	87



## 1.2. ÍNDICE DE FLUJOS

FLUJO 1 ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA .....	26
FLUJO 2: OBTENCIÓN DE AISLADO PROTEICO DE AMARANTHUS CAUDATUS .....	27
FLUJO 3: ELABORACIÓN DE LA PELÍCULA BIODEGRADABLE A PARTIR DE AISLADO PROTEICO DE AMARANTHUS CAUDATUS (KIWICHA) .....	29
FLUJO 4: ENVASADO DE DRUPAS (DURAZNO, CEREZA, CIRUELA) A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	37

## 1.3. ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1 : MOLIENDO LA KIWICHA EN EL MOLINO DEL CET .....	24
FOTOGRAFÍA 2 : DESGRASADO DE LA KIWICHA POR EL MÉTODO DE SOXHLET .....	24
FOTOGRAFÍA 3 REACTIVOS PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LOS PH EN LA OBTENCIÓN DEL AISLADO PROTEICO DE KIWICHA.....	25
FOTOGRAFÍA 4 : CENTRIFUGACIÓN Y SEPARACIÓN DEL SUERO.....	25
FOTOGRAFÍA 5 : FORMULACIÓN DE LA PELÍCULA BIODEGRADABLE DE KIWICHA .....	25
FOTOGRAFÍA 6 ELABORACIÓN DE LA PELÍCULA BIODEGRADABLE DE KIWICHA .....	26
FOTOGRAFÍA 7 DRUPAS SIN EMPAQUE .....	33
FOTOGRAFÍA 8 DRUPAS CON EMPAQUE .....	33
FOTOGRAFÍA 9 PROCESO DE INMERSIÓN DE DRUPAS EN PELÍCULA BIODEGRADABLE ..	33





## **b). RESUMEN**

En la investigación, se cumplió el objetivo de; determinar la migración molecular de los componentes bioquímicos en frutos carnosos (Drupas) envasados en película biodegradable. Para lo cual, se elaboró y caracterizó la película biodegradable de Kiwicha envasando las drupas (cereza, durazno y ciruela) en tiempos de 15, 30 y 45 días a temperaturas 15°C y 5°C y a través de la cromatografía de gases se consideró siete componentes volátiles para cada drupa observándose comportamientos de migración molecular más lento, de menor velocidad comparativamente con respecto a la migración molecular en los mismos tiempos y temperaturas de la drupas sin empaque. Se puede concluir que, las drupas cubiertos por empaques biodegradables crean una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de migración molecular y por tanto retrasa el proceso de senescencia del producto.



### **c). INTRODUCCIÓN**

La demanda de alimentos de alta calidad y con larga vida en anaquel, motiva el interés en investigar recubrimientos o películas que sirvan como barreras de protección y conservación, para preservar las características y prolongar la vida útil de los alimentos.

En los supermercados, bodegas, se expenden los alimentos en bolsa de plástico (polietileno (PE), poliestireno (PS), polipropileno (PP), cloruro de polivileno (CPV), tereftalato de polietileno (PETP) y otros haciendo que los alimentos exuden agua y componentes que aceleran su degradación.

Las loncheras de frutas transportadas en tapers, bolsas de plástico hacen que los componentes bioquímicos, nutritivos, funcionales y sensoriales de los alimentos se alteren en corto tiempo.

Realidad, que motivo, la búsqueda de un empaque alternativo para prolongar la conservación de las drupas sin que pierdan sus principales características bioquímicas, nutritivas funcionales y sensoriales. Limitándonos a determinar la migración molecular de los componentes bioquímicos en frutos carnosos (Drupas) envasados en película biodegradable.

La conservación a través de los empaques biodegradables específicamente para frutas frescas drupas tienen potencial para reducir la migración de humedad, aromas y lípidos entre los componentes de los alimentos, o ser acarreadores de agentes antioxidantes y antimicrobianos, donde los empaques tradicionales no pueden funcionar (Krochta & Mulder Jhoston, 1997).

La importancia de una película biodegradable reside en su capacidad de mantener las características de los alimentos extendiendo su vida en anaquel, con un beneficio tanto para la industria alimentaria como para el medio ambiente, sobre todo si se considera que el uso



intensivo de materiales plásticos ha ocasionado grandes problemas en la acumulación de residuos sólidos urbanos, ya que son prácticamente no biodegradables.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines.

#### **d). PARTE TEÓRICA O MARCO TEÓRICO**

Los antecedentes, están relacionados a los trabajos de investigación anteriores sobre el tema en mención, a continuación tenemos:

##### **4.1. Antecedentes de la Investigación**

El trabajo de Investigación Titulado: Elaboración de Recubrimiento Comestible Formulado con Goma de Mezquite y Cera de Candelilla para Reducir la Cinética de Deterioro en Fresco de Limón Persa (*Citrus latifolia tanaka*) (Molina, 2003). El objetivo del presente trabajo fué desarrollar recubrimientos comestibles compuestos, empleando dos productos naturales producidos en México como ingredientes principales: la goma de mezquite como agente estructural y la cera de candelilla sola o combinada con cera de abeja, aceite mineral o ácido oleico en una relación 2:1, como fase lipídica y determinar sus propiedades funcionales como la permeabilidad al vapor de agua, adherencia, brillo, microestructura y potencial como recubrimiento para extender la vida pos cosecha y calidad de frutos de limón Persa, evaluando su efecto en la pérdida fisiológica de peso, color y cambios en composición química.

Los resultados obtenidos indicaron que la naturaleza de los materiales hidrofóbicos seleccionados influye en el tamaño de los glóbulos y su distribución en la emulsión, en la microestructura y propiedades de barrera de los recubrimientos obtenidos. La mezcla de cera de candelilla con el aceite mineral (formulación MCOM) mejoró significativamente la permeabilidad al vapor de agua, de la formulación de cera de candelilla-goma de mezquite (50.00 g.mm.kPa-1.d-1.m-2 vs. 78.21 g.mm.kPa-1.d-1.m-2). Se encontró que hay una relación estrecha entre las propiedades de barrera al vapor de agua y la microestructura de los recubrimientos, ya que los recubrimientos con

morfología superficial más uniforme y menos defectos (fracturas, poros) exhibieron valores bajos de permeabilidad al vapor de agua.

Los limones Persa exhibieron un 31.5% menos pérdida fisiológica de peso con respecto a los frutos sin recubrimiento, además, retuvieron su color verde y no presentaron alteración alguna en los parámetros fisicoquímicos de calidad evaluados durante 25 días de almacenamiento.

El empleo de numerosos y diversos materiales de embalaje han puesto de manifiesto la importancia de la naturaleza y propiedades de los constituyentes de estos materiales en el acondicionamiento de los productos alimentarios.

Las películas o recubrimientos comestibles pueden cumplir muchos de los requisitos involucrados en la comercialización de alimentos entre los que destacan el valor nutricional, la sanidad, alta calidad, estabilidad y economía, al realizar una o más de las funciones indicadas en la TABLA N° 1.

Pueden emplearse como barrera a gases y vapor de agua, para este propósito se aplican sobre la superficie del alimento como es el caso en el recubrimiento de frutas y hortalizas frescas, en donde la función primordial es la de restringir la pérdida de humedad de la fruta hacia el ambiente y reducir la absorción de oxígeno por la fruta para disminuir la tasa de la actividad (Kester, 1986) mencionado por Elsa Bosquez Molina, 2003.



**TABLA N° 1 FUNCIONES Y APLICACIONES DE PELÍCULAS**

<b>FUNCIÓN / APLICACIÓN</b>	<b>TIPO ADECUADO DE PELÍCULA</b>
Retardar migración de humedad	Lípido, compuesto
Retardar migración de gas	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
Retardar migración de aceite y grasa	Hidrocoloide
Retardar migración de soluto	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
Mejorar la integridad estructural o Propiedades de manejo.	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
Retener compuestos volátiles del sabor	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
Vehículo de aditivos alimentarios	Hidrocoloide, lípido, o compuesto

Fuente: Molina Elsa, Tesis: Recubrimiento Comestible Formulado con Goma de Mezquite y Cera de Candelilla para Reducir la Cinética de Deterioro en Fresco de Limón Persa (*Citrus latifolia tanaka*), 2003

El trabajo de Investigación Titulado: Películas y Recubrimientos Comestibles: Importancia y Tendencias Recientes en la Cadena Hortofrutícola (Quintero, Falguera, & Muñoz, 2010). Se trata el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas tanto frescos como mínimamente procesados ha generado recientes avances respecto al efecto sinérgico de los componentes sobre la vida de anaquel de dichos alimentos.

El uso de hidrocoloides, plastificantes, aditivos y compuestos activos, tiene como objetivo generar una atmosfera modificada (AM) que tiene la capacidad de controlar la transferencia de masa representada en solutos, solventes, gases ( $O^2$ ,  $CO^2$ ) e incluso migrar sustancias desde la matriz ubicada en la superficie del alimento, tener efectos positivos sobre el control de la tasa de crecimiento microbiano, y mantener características tan deseadas por los consumidores como firmeza, brillo, color de los frutos e incluso en alimentos procesados como los productos fritos pueden llegar a minimizar la absorción de lípidos.

**TABLA N° 2: PERMEABILIDAD AL OXÍGENO Y VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN AL VAPOR DE AGUA DE VARIAS PELÍCULAS PLÁSTICAS (WVTR).**

Película (0.984 mils)	Permeabilidad al Oxígeno (cc × mils/m <sup>2</sup> día atm a 25°C y HR 50%).	WVTR ( gr/m <sup>2</sup> día a 25°C y HR 75%)
PVC	2.0	1
EVOH	0.5-10.2	40
Poliamida	50.8-152.4	40
Poliéster	81.3	8
PVC (Sin Plastificar)	203.2	20
PEAD	1422.4	2
PPO	1625.6	1.5
PEBD	8128	5

Fuente: Citado en Permeabilidad y Vida Útil de los Alimentos (Graciano Verdugo, Peralta, & Soto-Valdez, 2006)

Por lo anteriormente anotado, su estudio y divulgación seguirá siendo un tópico de vital importancia en las tecnologías emergentes, ya que son evidentes sus efectos benéficos sobre la minimización de pérdidas pos cosecha, ralentización en el consumo de materiales poliméricos sintéticos, desarrollo de nuevos e innovadores biomateriales, productos frescos y mínimamente procesados biofortificados que traen beneficios y bienestar a los consumidores.

La permeabilidad al vapor de agua de los materiales de envases es importante para aquellos alimentos que tiendan a ganar o perder humedad. Los alimentos susceptibles a la humedad necesitan ser envasados en materiales con una alta barrera a este factor como las poliolefinas (polietileno de alta densidad (PEAD), PEBD y PP).

La penetración de humedad ocasiona pérdida de textura por el ablandamiento de productos secos crujientes.

## **4.2. Bases Teóricas**

### **4.2.1. Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)**

La kiwicha (*Amaranthus caudatus*) es una planta comúnmente cultivada durante el tiempo de los incas y otras culturas anteriores en el Perú. En México los aztecas cultivaron otro *Amaranthus caudatus*, el

*Amaranthus cruentus*. El color de las semillas varía de negro hasta rojo, siendo más común el blanco o marfil. El valor nutricional tanto de la kiwicha como de la quinua, es excepcional. Especialmente destacan sus proteínas de alto valor biológico, pero también poseen un contenido relativamente alto de aceite de buenas características nutricionales. Son también importantes fuentes de micronutrientes como calcio y hierro (Ritva Repo de Carrasco, 2008).

En el Perú, la especie que más se cultiva es el *Amaranthus caudatus*, conocido como 'kiwicha', la cual es una planta de aprovechamiento integral;

Sus hojas se consumen como verdura, mientras que las semillas son usadas como cereales. Su contenido de proteína cruda oscila entre 13 y 17% (Konishi, Fumita, Ikeda, Okuno, & Fuwa, 1985).

Es relativamente rica en lisina, triptófano y metionina y pobre en leucina e isoleucina. Esto hace que el grano de *Amaranthus caudatus* sea un excelente complemento para los cereales (arroz, maíz, trigo), los cuales son deficientes en lisina (Orlinda Villanueva, 2007).

Las proteínas de almacenamiento más importantes en *Amaranthus caudatus* son albúminas y globulinas, que representan entre 60 y 70% del nitrógeno proteínico total en el grano, y las glutelinas, que se hallan en menor porcentaje. Existe mucho interés por el estudio de estas proteínas, no solo por su reconocido valor nutricional, sino también por ciertas características que permiten su aplicación en otros campos. Tal es el caso de la globulina, que es un excelente agente emulsificante, estable al calor (Orlinda Villanueva, 2007)

La composición en aminoácidos de la harina deslipidada, de la fracción albúmina y de la proteína de 35 kDa (Kilo Daltons) de *Amaranthus caudatus*, como puede ser observada a continuación





**TABLA N° 3 NIVELES DE LOS AMINOÁCIDOS DE AMARANTHUS CAUDATUS DETERMINADOS MEDIANTE HPLC.**

Aminoácido	Harina deslipidada (moles %)	Fracción albúmina (moles %)	Proteína aislada de 35 kDa (moles %)
ASP	2,22	1,85	12,12
GLU	18,08	13,38	10,07
SER	6,13	7,24	6,69
GLI	21,94	17,43	8,99
HIS	3,69	4,09	2,15
TRE/ALA	5,26	7,22	10,86
ARG	5,26	8,93	2,90
PRO	9,67	9,65	5,44
TIR	4,14	3,25	3,92
VAL	4,34	6,33	6,38
MET	5,11	4,56	1,83
ILE	4,68	5,21	4,92
LEU	4,81	5,92	9,55
FEN	3,12	2,27	5,60
LIS	1,55	2,66	8,61

Fuente: Orlanda Villanueva, Inés Arnao. Revista Anales de la Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2007.

La quinua (*Chenopodium quinoa*), la cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y la kiwicha (*Amaranthus caudatus*) son granos andinos que se caracterizan por contener proteínas de alto valor biológico (aminoácidos esenciales disponibles al organismo animal para satisfacer su requerimiento durante una situación biológica) y valor nutricional (aminoácidos para síntesis de proteínas totales juntamente con otros nutrientes) (Ayala, 2003).

#### **4.2.2. Materiales Biodegradables y de Fuentes Renovables**

La "American Society of Testing and Materials" (ASTM) define un material biodegradable como "aquel capaz de descomponerse en dióxido de carbono, metano, componentes inorgánicos o biomasa, mediante la acción enzimática de microorganismos que pueda ser medidas por ensayos estandarizados en un periodo de tiempo determinado" (ASTM, 2002)

#### **4.2.3. Polímeros Producidos por Síntesis Química Clásica Usando Monómeros Naturales:**

A partir de monómeros derivados de materias primas naturales se pueden obtener una amplia variedad de polímeros mediante el uso de rutas químicas. Entre estos polímeros, los más estudiados son el ácido poliláctico (PLA), un biopolímero polimerizado a partir de monómeros de ácido láctico producidos por fermentación de hidratos de carbono, y el ácido poliglicólico (PGA) sintetizado a partir del ácido glicólico. El PLA es comercialmente interesante ya que posee buenas propiedades mecánicas, es transparente y biodegradable, pero a pesar de esto, su producción iniciada en la década del 90 a nivel industrial aún tiene un alto costo comparado con los materiales termoplásticos más utilizados (Van Tuil, 2000), (BOHLMANN, 2005).

#### **4.2.4. Polímeros Producidos por Microorganismos o Bacterias Genéticamente Modificadas:**

Este grupo está constituido por poliésteres producidos por una amplia variedad de microorganismos como fuente de almacenamiento de energía y carbono (Suriyamongkol, 2007). Dentro de ellos los polihidroxicanoatos son los más conocidos y el polihidroxibutirato (PHB) el más estudiado. Existen otros polímeros producidos por microorganismos que han comenzado a estudiarse, como la celulosa bacteriana, entre otros, pero sus costos de producción aún son altos, al igual que ocurre con el PHB (Van Tuil, 2000).

#### **4.2.5. Polímeros Directamente Extraídos de la Naturaleza:**

Son los obtenidos a partir de fuentes animales o vegetales, como los polisacáridos (almidón, celulosa, quitina, pectinas y gomas, entre otros) y las proteínas (caseína, gluten, suero, colágeno, queratina y soja, entre otras). Todos ellos contienen uniones hidrolizables, que los hace muy susceptibles a la biodegradación por las enzimas hidrolíticas de los microorganismos. Esto tiene un gran impacto sobre la performance y la durabilidad de estos materiales en condiciones de alta humedad. Dentro de los polímeros naturales, el almidón ha sido el



más estudiado, a partir del cual se han desarrollado numerosos materiales por distintas técnicas de procesamiento.

El mercado de bioplásticos a nivel industrial para utilizar como envases de alimentos ha comenzado alrededor del año 2002, inicialmente para envasar productos orgánicos, y luego para muchos otros productos. La capacidad global de producción de bioplásticos en el año 2010, fue de 724,000 toneladas, perteneciendo 428,000 toneladas a los plásticos biodegradables, la cual se estima aumentará casi al doble para el año 2015, mostrando la importancia y el interés del mercado por estos materiales.

#### **4.2.6. Películas Proteicas de *Amaranthus caudatus***

Según (CONDES, 2012) la funcionalidad de las películas proteicas está determinada por su microestructura, la cual varía significativamente dependiendo de la conformación inicial de las proteínas y del método de preparación.

La estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de las proteínas determina la habilidad de las cadenas poli peptídicas de interaccionar con otras proteínas, como también con otros componentes de la formulación. Las interacciones proteína-proteína generadas en la formación de la película (enlaces de sulfuro, uniones puente hidrogeno, interacciones electrostáticas e hidrofóbicas) determinan el grado de entrecruzamiento y el carácter hidrofílico-hidrofóbico de las mismas, y se relacionan con las propiedades ópticas, mecánicas, de barrera y térmicas, con la susceptibilidad al agua y con la apariencia de los materiales resultantes (Mauri, 2006) .

Teniendo en cuenta que la mayor limitación de las películas proteicas es su alta susceptibilidad al agua, que las proteínas de *Amaranthus caudatus* poseen una hidrofobicidad superficial significativamente superior a las de otras proteínas de origen vegetal, y que su cultivo

tiene propiedades agronómicas muy ventajosas (Konishi & Yoshimoto, Amaranth globulin as a heat-stable emulsifying agent., 1989); (Segura-Nieto, Barba de la Rosa, & Paredes-López, 1994) la evaluación de estas proteínas como materia prima para la formación de materiales resulta particularmente interesante.

Existe poca información en cuanto a la utilización de proteínas de *Amaranthus caudatus* en la obtención y caracterización de películas comestibles y/o biodegradables. Según (Tapia-Blácido. D. R. Sobral, 2005); mostraron que las películas obtenidas a partir de harina de *Amaranthus caudatus* tenían menores permeabilidades al vapor de agua y al oxígeno y buena flexibilidad, aunque menor resistencia mecánica que las encontradas para otros biomateriales. Con el objetivo de dilucidar el rol de cada biopolímero presente en la harina en la funcionalidad de las películas (TAPIA-BLACIDO, 2006) y (Tapia-Blácido, 2007) evaluaron la formación de películas a partir de diferentes fracciones extraídas de la harina. En particular analizaron la funcionalidad de las películas formadas a partir de almidón de *Amaranthus caudatus*; de la fracción proteína-lípido, obtenida por precipitación isoelectrica del residuo luego de la extracción del almidón; y de la fracción proteína, obtenida mediante el desgrasado de la fracción proteina-lipido. (Tapia-Blácido, 2007), Los autores observaron que las películas obtenidas a partir de estas tres fracciones tenían propiedades barrera similares a las de las películas de otros biopolímeros, pero inferiores a las de la harina, a pesar de que, en particular, en la película formada por proteínas y lípidos, estos últimos se encontraban en mayor proporción. Las películas obtenidas a partir de la fracción almidón o la fracción proteína fueron más resistentes y quebradizas que las películas de harina, en cambio las obtenidas a partir de la fracción proteina-lipido fueron menos elongables que las otras películas (Tapia-Blácido. D. R. Sobral, 2005) ; (Tapia-Blácido, 2007) ; (TAPIA-BLACIDO, 2006); finalmente, los autores concluyeron

que la mejor funcionalidad de las películas de harina podría atribuirse a la estructura capaz de formarse por interacción entre los biopolímeros (almidón y proteína) y los lípidos en su estado nativo, y a la concentración de estos en la harina. En cuanto a películas proteicas de *Amaranthus caudatus*, solo existen algunos estudios preliminares sobre su formación a partir de aislados proteicos (Tapia-Blácido, 2007); (TAPIA-BLACIDO, 2006) ; (ALVAREZ HAYES, DIAZ RAMIREZ, MAURI, & AÑON, 2005). Consiste básicamente en la obtención de una dispersión uniforme compuesta por biomoléculas (proteínas, polisacáridos, lípidos), plastificante.

#### **4.2.7. Agentes Externos que Provocan Degradación de los Envases Biodegradables**

Cada agente externo (Ver TABLA N° 4) que conduce a la degradación del polímero, da lugar a un mecanismo diferente de degradación (y modifica la estructura del polímero).

**TABLA N° 4 AGENTE EXTERNOS QUE PROVOCAN DIFERENTES TIPOS DE DEGRADACIÓN**

Agente Externo	Tipo de Degradación
Luz Solar	Foto degradación
Calor	Térmica
Agentes Atmosféricos	Oxidativa
Humedad	Hidrolítica
Hongos y microorganismos	Biodegradación
Luz y Oxígeno	Foto degradación Oxidativa
Calor y Oxígeno	Degradación Termo Oxidativa
Luz y humedad	Degradación Foto hidrolítica

Fuente: Tomado de (upcommons.upc.edu, 2015)

## e). MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el proceso de la presente investigación se necesitó de los siguientes materiales

### 5.1. Materiales

#### **Materia prima:**

- ✓ Kiwicha (*Amarantus caudatus*); variedad Oscar Blanco procedente de Huaraz.
- ✓ Drupas: Cereza, durazno y ciruela. Procedencia Mercado de Frutas Lima.

#### **Reactivos:**

- ✓ Hidróxido de Sodio Na OH ; 2N
- ✓ Hidróxido de Sodio Na OH ; 1N
- ✓ Ácido Clorhídrico Hcl 2N
- ✓ Glicerol
- ✓ Hexano
- ✓ Agua destilada

#### **Materiales:**

- ✓ Equipo Soxhlet
- ✓ Liofilizador CET
- ✓ Molino CET.
- ✓ Centrifuga Ilettich EBA 3S
- ✓ Balanza analítica (Nano gramos/ml)
- ✓ Micrometro
- ✓ Estufas (0-100 0C)
- ✓ Campanas desecante de vidrio con celdas.
- ✓ Cromatógrafo de Gases con espectrometría de masas (CG/MS)
- ✓ Normas Técnicas Peruanas.209.650/2003.Etiquetado. Declaración de Propiedades.
- ✓ Normas Técnicas Peruanas.209.038/ 2003 .Alimentos Envasados. Etiquetado.

## **5.2. Metodos**

### **5.2.1. Determinación del Universo:**

La investigación se desarrolló con 10 kg de frutas frescas, drupas (durazno, ciruela, cereza) y posteriormente fueron envasadas en empaque biodegradable, almacenadas a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento.

### **5.2.2. Determinación de la Muestra:**

La muestra representativa a trabajar se desarrolló en envases biodegradables para envasar 80 gr por cada tipo de drupas (durazno, ciruela, cereza) respectivamente. Utilizándose un muestreo aleatorio con un nivel de significancia al 95%.

### **5.2.3. Técnicas de Recopilación de Datos:**

En la presente investigación se utilizaron técnicas de tipo experimental para la recolección de datos, a través de ensayos de laboratorio, metodologías tecnológicas de procesos.

Se acondicionó la materia prima, Kiwicha (*Amarantus caudatus*) para elaborar la película biodegradable.

- ❖ Se obtuvo el aislado proteico de kiwicha (*Amarantus caudatus*) para elaborar la película de acuerdo a la metodología de (Condes 2012) y modificada en el presente estudio.
- ❖ Se formuló la película biodegradable con el aislado proteico de Kiwicha (*Amarantus caudatus*).
- ❖ Se elaboró la película biodegradable de Kiwicha (*Amarantus caudatus*).
- ❖ Se caracterizó la película biodegradable con sus características fisicoquímicas, mecánicas y funcionales.
- ❖ Se envasaron las Drupas frescas (Durazno, Cereza, Ciruela) en el envase biodegradable desarrollado, para cada una de las frutas.



- ❖ Se almacenaron las drupas a temperaturas de 15°C, 5°C con y sin empaque biodegradable durante 15, 30 y 45 días.
- ❖ Se realizó la medición de migración molecular de los componentes volátiles en cada drupa con y sin empaque biodegradable a temperaturas de 15 °C ,5°C durante 15, 30,45 días usando el cromatógrafo de gases (CG). Identificación de componentes.
- ❖ Análisis de las muestras Procesamiento de datos estadístico e interpretación de resultados para las diferentes muestras.

Es así que en la presente investigación se desarrolló la siguiente metodología

#### **5.2.4. Metodología para el Desarrollo de la Película Biodegradable a Partir de Amaranthus caudatus Nativo (Kiwicha).**

##### **A. Acondicionamiento de Materia Prima (Kiwicha) para Elaborar el Envase Biodegradable**

Para la obtención de la película biodegradable a partir de Amaranthus caudatus nativo (kiwicha), previamente se acondicionó la materia prima, el desgrasado que se muestra en el flujo se realizó con el método del Soxhlet y luego se preparó el aislado proteico de Amaranthus caudatus (kiwicha), ajustado a dos tipos de Ph. Ver fotos y uito, FIPA, 2014

##### **FOTOGRAFÍA 5 : FORMULACIÓN DE LA PELÍCULA BIODEGRADABLE DE KIWICHA**



Fuente: Fuente: Tomada en ambientes de BERMAR SAC., 2014



**FOTOGRAFÍA 6 ELABORACIÓN DE LA PELÍCULA BIODEGRADABLE DE KIWICHA**



Fuente: Tomada en ambientes de BERMAR SAC., 2014

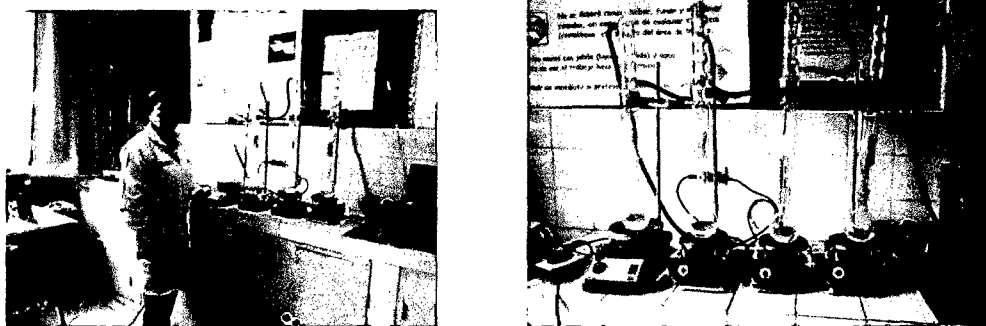
**FLUJO 1.**

**FOTOGRAFÍA 1 : MOLRIENDO LA KIWICHA EN EL MOLINO DEL CET**



Fuente: Tomada en el CET, 2014

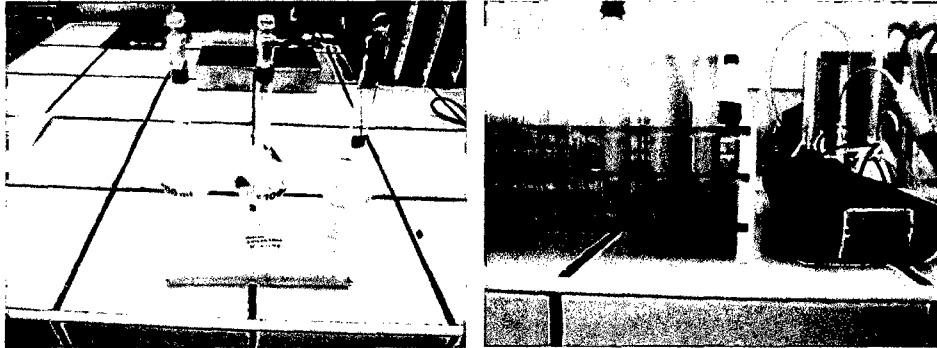
**FOTOGRAFÍA 2 : DESGRASADO DE LA KIWICHA POR EL MÉTODO DE SOXHLET**



Fuente: Tomado el laboratorio de bromatología, UNIFE, 2014

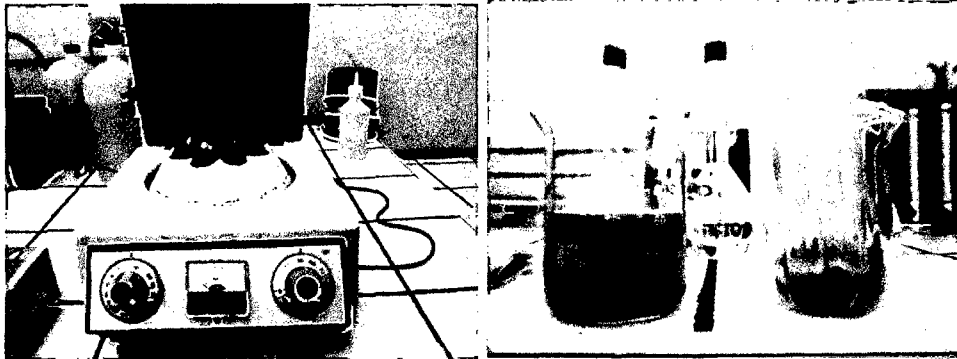


**FOTOGRAFÍA 3 REACTIVOS PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LOS PH EN LA OBTENCIÓN DEL AISLADO PROTEICO DE KIWICHA**



Fuente: Tomada en los laboratorios de Chucuito, FIPA, 2014

**FOTOGRAFÍA 4 : CENTRIFUGACIÓN Y SEPARACIÓN DEL SUERO**



Fuente: Tomada en los laboratorio de Chucuito, FIPA, 2014

**FOTOGRAFÍA 5 : FORMULACIÓN DE LA PELÍCULA BIODEGRADABLE DE KIWICHA**



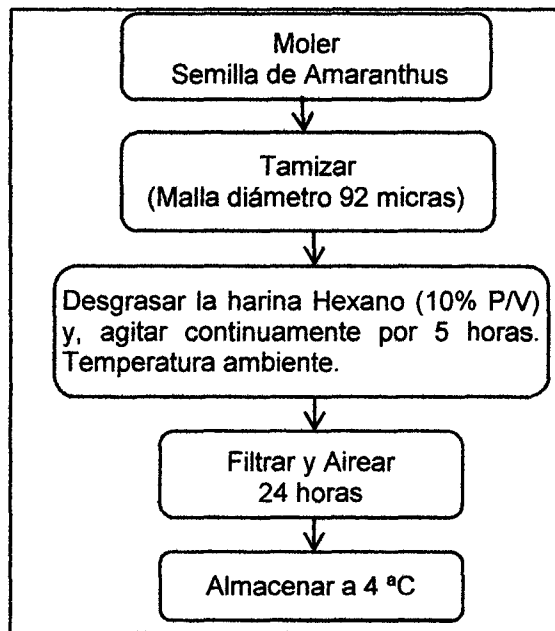
Fuente: Fuente: Tomada en ambientes de BERMAR SAC., 2014

**FOTOGRAFÍA 6 ELABORACIÓN DE LA PELÍCULA BIODEGRADABLE DE KIWICHA**



Fuente: Tomada en ambientes de BERMAR SAC., 2014

**FLUJO 1 ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA**



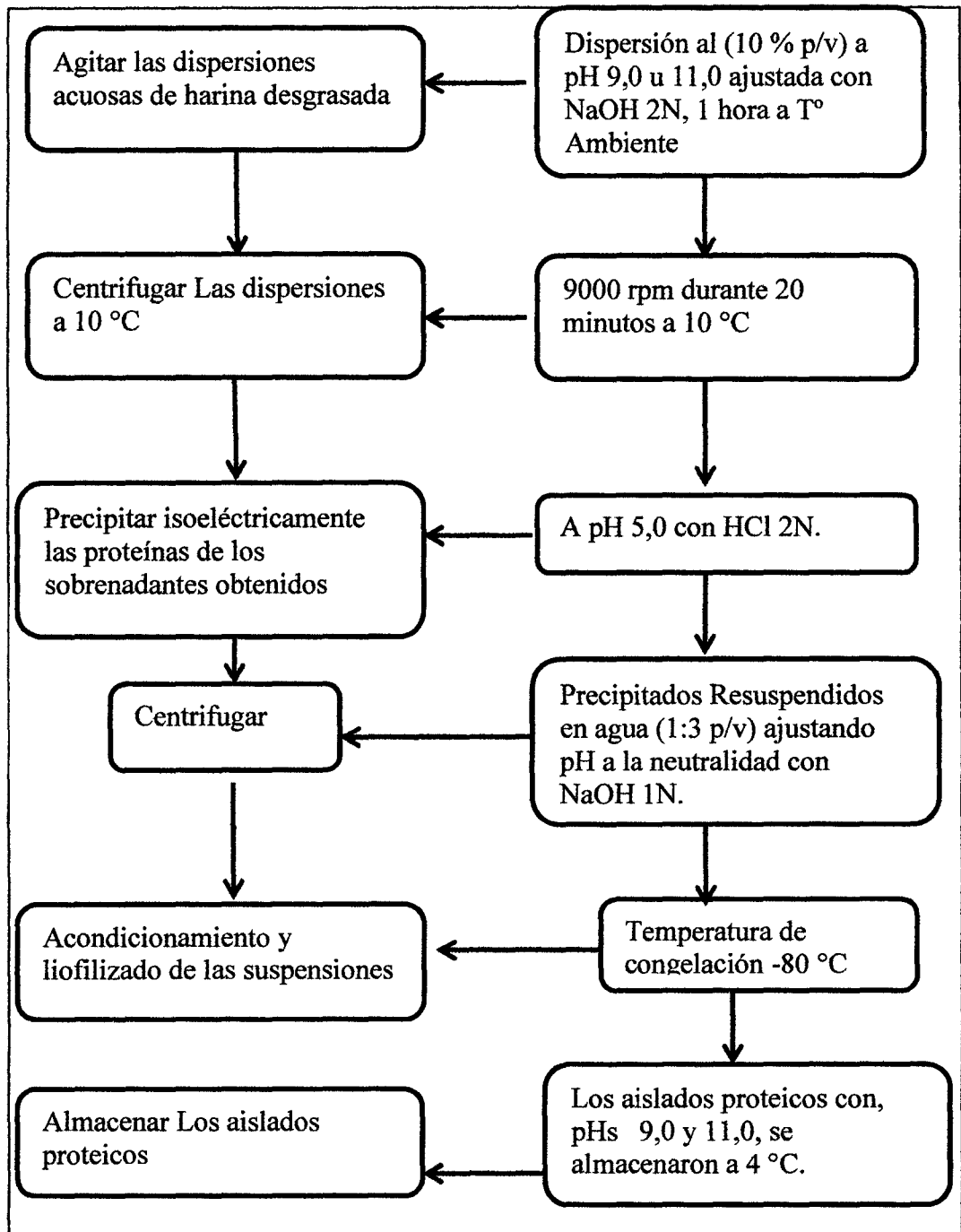
Fuente: Elaboración propia, 2015.

**B. Obtención del Aislado Proteico de Kiwicha.**

Se muestra el flujo del proceso de obtención de aislado proteico de *Amaranthus caudatus* basado en la metodología de (CONDES, 2012).ver FLUJO 2

13

## FLUJO 2: OBTENCIÓN DE AISLADO PROTEICO DE AMARANTHUS CAUDATUS



Fuente: Condes, 2012 y modificada por la autora de la presente investigación, 2015.

### C. Formulación de la Película Biodegradable a Partir de Aislado Proteico de *Amaranthus caudatus* (kiwicha).

La película biodegradable se formuló usando porcentajes diferentes a las mencionadas por (Salgado, 2011) ; (CONDES, 2012), se realizó una modificación de la técnica en proporciones diferentes, tal como se muestra en resultados.

#### **D. .Elaboración de la Película Biodegradable a Partir de Aislado Proteico de *Amaranthus caudatus* (kiwicha).**

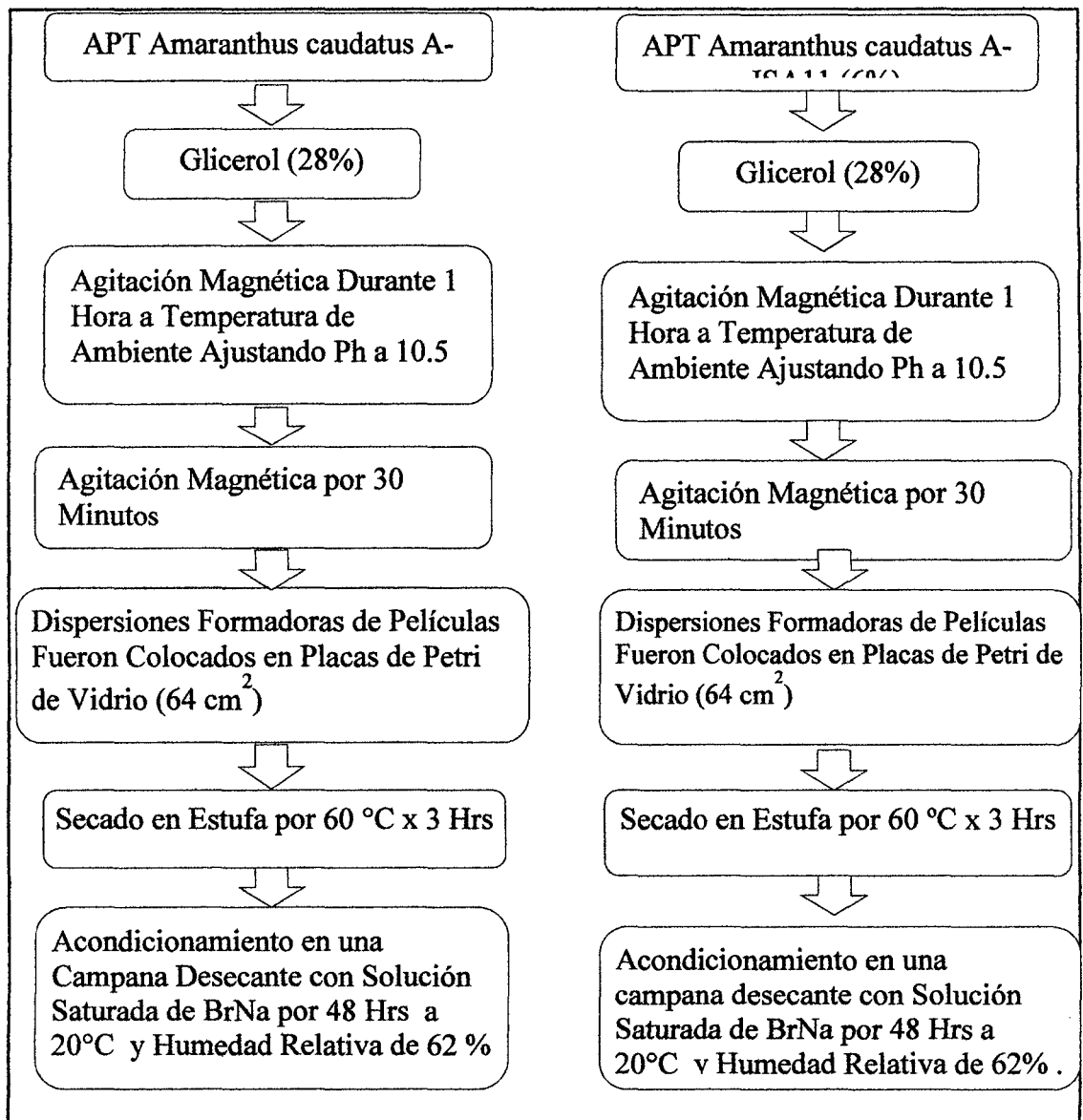
Las películas proteicas se obtuvieron por selección a partir de los aislados proteicos A-ISA9 y A-ISA11 según protocolos usados en el laboratorio para la formación de películas en base a Proteínas de soja y girasol (Salgado y col., 2011).

Se trabajó con dispersiones formadoras de películas que contenían 6 % p/v de los respectivos aislados proteicos y 28 % p/p de glicerol respecto del aislado (usado como plastificante). Las dispersiones se formaron agitando magnéticamente los componentes durante 1 hora a temperatura ambiente, ajustando el pH a 10,5 y volviendo a agitar por otros 30 minutos. Posteriormente, 10 ml de las dispersiones formadoras de películas fueron colocados en placas Petri de poliestireno (64 cm<sup>2</sup>) y secadas en una estufa a 60 °C durante 3 horas.

Las películas así formadas se acondicionaron 48 horas a 20 °C y 58 % de humedad relativa (en un recipiente hermético con solución saturada de NaBr) previo a su caracterización. Todos los estudios se realizaron al menos con dos tandas de películas formadas independientemente.



**FLUJO 3: ELABORACIÓN DE LA PELÍCULA BIODEGRADABLE A PARTIR DE AISLADO PROTEICO DE AMARANTHUS CAUDATUS (KIWICHA).**



Fuente: Condes, 2012 y modificada por la autora de la presente investigación, 2015.

**E. Metodología de Caracterización de la Películas Biodegradable a partir de Amaranthus caudatus (Kiwicha), basado en la metodología de (CONDES, 2012) y con modificaciones en la presente investigación, considerándose contenido de agua, espesor, opacidad, permeabilidad al vapor de agua y solubilidad de la película .**

❖ **Contenido de agua**

Las películas biodegradables a partir de Kiwicha, se pesaron antes y después de secarlas en una estufa a 105°C durante 24 horas previamente a ello se cortaron en trozos pequeños, luego se colocaron en placas de Petri, y El contenido de agua se calculó como el porcentaje de pérdida de peso, respecto del peso original hasta peso constante (Determinación de Humedad Método (AOAC, 2010). Las determinaciones se realizaron por duplicado para cada ensayo realizado.

#### ❖ **Espesor**

La metodología utilizada fue usando un micrómetro para medir espesor en envases, se realizaron en cada muestra 5 determinaciones; una en el centro y cinco alrededor de la película biodegradable, tomando de referencia el valor promedio.

#### ❖ **Opacidad**

Se cortaron porciones de películas con las dimensiones internas de la cubeta y se colocaron cuidadosamente dentro de la misma. La lectura de absorbancia se efectuó en un espectrofotómetro (Único 2100) utilizando una cubeta vacía como referencia. La opacidad de las películas (Unidades de absorbancia UA mm<sup>-1</sup>) se determinó dividiendo el valor de absorbancia a 500 nm por el espesor de la muestra (expresado en mm) (Cao, 2007). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado para cada ensayo.

#### ❖ **Permeabilidad al vapor de agua (PVA)**

Las determinaciones se realizaron siguiendo el método (ASTM, 1989) con las modificaciones propuestas por (GENNADIOS, McHUGH, WELLER, & KROCHTA, 1994). Las películas se colocaron en una celda de permeación con una abertura circular de 0,00185 m<sup>2</sup>. La determinación se efectuó a 20 °C, colocando las celdas en un desecador. La fuerza impulsora a través de la película, expresada



como el gradiente de presión parcial de vapor, fue de 1753,35 Pascal. Para mantener dicha fuerza impulsora se utilizó sílica anhidra (HR<sub>c</sub>=0 humedad relativa en la celda de permeación) y solución saturada de cloruro de sodio con una humedad relativa en el desecador del 75% a la temperatura de 20°C ( NaCl, HR<sub>d</sub>=0,75 a 20°C). La permeación de vapor de agua a través de la película fue determinada por la ganancia de peso en la celda de permeación. Luego de alcanzar el estado estacionario peso constante y humedad de equilibrio (aproximadamente 1 hora), se realizaron 8 determinaciones del peso de la celda de permeación, al cabo de al menos 6 horas. Se registraron los cambios en el peso de la celda en función del tiempo. La permeabilidad al vapor de agua se calculó según la ecuación:

$$PVA = \frac{\left[ \left( \frac{\Delta m}{\Delta t} \right) \times e \right]}{[P_V^{H_2O} \times (HR_d - HR_c) \times A]}$$

Dónde:

$PVA$  = Permeabilidad al vapor de agua  $\frac{Gr H_2O}{Pascal - Seg - m}$

$\frac{\Delta m}{\Delta t}$  = Velocidad de permeación del vapor de agua  $\frac{Gr H_2O}{Seg}$

$e$  = Espesor de la película (m).

$P_V^{H_2O}$  = Presión de vapor de agua (Pa) a 20 °C.

$HR_c$  = Humedad relativa en la celda de permeación

$HR_d$  = Humedad relativa en el desecador.

$A$  = Área de permeación (m<sup>2</sup>). Las determinaciones se realizaron al menos por triplicado.

#### ❖ Solubilidad de las Películas en Agua

La solubilidad de la película se determinó mediante la técnica propuesta por (Gontard, 1992). Se colocaron 3 círculos de película de



2 cm de diámetro previamente pesados (aproximadamente 0,15 gr total) en un erlenmeyer con 50 ml de agua destilada y se agitaron a 20 °C durante 24 horas. Posteriormente se filtró a través de papel de filtro Whatman 1 (retiene partículas mayores a 11 µm), secado y pesado previamente. La fracción insoluble se secó en una estufa a 105 °C durante 24 horas y luego se pesó. La solubilidad de la película en agua (S, en %) se calculó según la ecuación

$$\%S = \frac{m_0 - m_f}{m_0} \times 100$$

Donde  $m_0$  y  $m_f$  son los pesos antes y luego de la solubilización, respectivamente.

#### F. Metodología para el Envasado (inmersión) de las Drupas en la Película Biodegradable

A partir de haberse elaborado la película biodegradable de *Amaranthus caudatus*, las drupas fueron inmersas, en la película biodegradables para 80 gr, por cada tipo de drupas (durazno, ciruela y cereza) respectivamente.

Luego se acondicionaron las drupas en estudio para ser evaluadas a los 15, 30 y 45 días de almacenamiento en condiciones de 5°C y 15 °C de temperatura respectivamente. El envase biodegradable tiene como finalidad proteger los frutos, logrando alargar el tiempo de vida útil y reducir su deshidratación y reducir de manera significativa las alteraciones fisiológicas manteniendo su textura en pos cosecha, como se puede observar en las fotografías siguientes.



**FOTOGRAFÍA 7 DRUPAS SIN EMPAQUE**



Fuente: Tomadas por la autora, 2015

**FOTOGRAFÍA 8 DRUPAS CON EMPAQUE**



Fuente: Tomada por la autora, 2015

**FOTOGRAFÍA 9 PROCESO DE INMERSIÓN DE DRUPAS EN PELÍCULA BIODEGRADABLE**




Fuente: Tomada por la autora, 2015

### **5.2.5. Técnicas Estadísticas**

Las técnicas estadísticas que se utilizaron para convertir los datos naturales en indicadores y analizar dichos indicadores desde el punto de vista de la hipótesis para luego arribar en conclusiones y recomendaciones; estas técnicas son:

Se realizaron cuadros estadísticos de análisis de varianza al 0,05 de significancia para cada uno de los procesos de migración molecular de las drupas (cereza, durazno ciruela) con y sin empaque a diferentes tiempos (15, 30, 45 días) y temperaturas de (5 °C, 15 °C) de almacenamiento, luego al existir diferencias significativas entre las muestras, se utilizó la prueba confirmativa de Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para identificar la muestra con mejores potencialidades.



## f). RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la siguiente investigación se detallan a continuación:

En la TABLA N° 5, se presenta la formulación de la película biodegradable a partir de *Amaranthus caudatus* Nativo para dos tipos de Ph, de 9 y 11 respectivamente, basada en la metodología reportada por (Condes, 2012); modificada en las proporciones en la presente investigación.

**TABLA N° 5 FORMULACIÓN DE PELÍCULA BIODEGRADABLE A PARTIR DE AMARANTHUS CAUDATUS NATIVO**

<b>Componentes</b>	<b>ISA-9 P/V</b>	<b>ISA-11 P/V</b>
Aislado Proteico de <i>Amaranthus caudatus</i> .	6%	6%
Glicerol en Función al Aislado Proteico de <i>Amaranthus caudatus</i> .	28%	28%

Fuente: Basada en la metodología de Condes, 2012 y modificada por la Autora de la presente investigación, 2015.

Resultados de la Caracterización de la Película Biodegradable Proteica de *Amaranthus caudatus* (kiwicha).

La estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de las proteínas determina la habilidad de las cadenas poli peptídicas de interaccionar con otras proteínas, como también con otros componentes de la formulación.

Para la caracterización de las películas biodegradables a partir de *Amaranthus caudatus* se realizaron diferentes ensayos para las dos películas obtenidas de Ph 9 y de Ph 11. A continuación se muestran las características fisicoquímicas, mecánicas y funcionales.

**TABLA N° 6 PARÁMETROS DE ESPESOR, CONTENIDO DE AGUA, OPACIDAD DE LAS PELÍCULAS OBTENIDAS A PARTIR DE AISLADO PROTEICO DE KIWICHA A PHS 9, 11.**

	PELÍCULA A-ISA9	PELÍCULA A-ISA11
Espesor (Um)	58,1 ± 5,7	49,3 ± 7,5
Contenido de Agua (p/p)	16,5 ± 0,3	17,7 ± 0,1
Opacidad (UA/mm)	1,2 ± 0,2	1,0 ± 0,3

Fuente: Elaboración propia 2015.

**TABLA N° 7 PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA (PVA) Y SOLUBILIDAD EN AGUA DE PELÍCULAS OBTENIDAS A PARTIR DE AISLADO PROTEICO A 9 Y A 11**

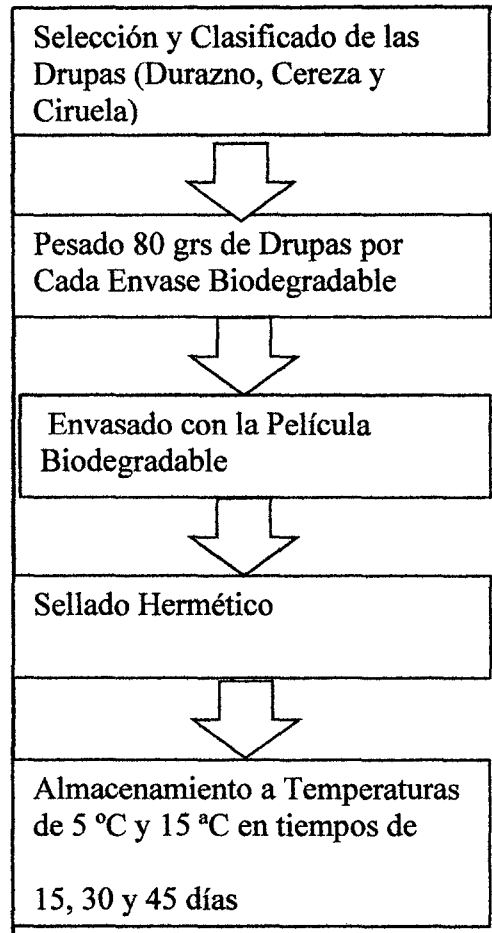
	PELÍCULA A-ISA9	PELÍCULA A-ISA11
PVA x 10 <sup>-11</sup> $\left(\frac{\text{Grs de Agua}}{\text{Pa-m}^2\text{-seg}}\right)$	5,4 ± 0,5	4,8 ± 0,3
Solubilidad en Agua (%)	71,4 ± 1,2	75,7 ± 1,8

Fuente: Elaboración propia 2015.

Envasado de las frutas drupas (durazno, Cereza, Ciruela) en el envase biodegradable desarrollado y Obtenido a Partir de Aislado Proteico de Kiwicha a diferentes Phs A9; A11, para cada una de las frutas.

A continuación se muestra el flujo del proceso del envasado de las frutas con las películas biodegradables desarrolladas:

**FLUJO 4: ENVASADO DE DRUPAS (DURAZNO, CEREZA, CIRUELA) A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.**



Fuente: Elaboración propia, 2015

En la TABLA N° 8 se muestra la funcionalidad de la película biodegradable

**TABLA N° 8: FUNCIONALIDAD DE LA PELÍCULA BIODEGRADABLE**

<b>Alimento</b>	<b>Componentes del recubrimiento</b>	<b>Funcionalidad del Recubrimiento (Envase Biodegradable).</b>	<b>Otros Autores</b>
<b>DURAZNO</b>	<p>Proteína de <i>Amaranthus caudatus</i> + Glicerol</p> <p>PH = 9 PH =11</p>	<p>Reduce la pérdida de peso (deshidratación) y el deterioro de las características sensoriales organolépticas. Inhibe el crecimiento microbiano.</p>	<p>La principal y más importante función del envase es proteger al producto y preservar su calidad</p> <p>La permeabilidad propiedad que tienen las películas plásticas de permitir el paso de gases o vapores a través de su estructura molecular, ya sea hacia adentro o hacia afuera del envase (Guarda A. &amp; Galotto. , 2000).</p>
<b>CIRUELA</b>	<p>Proteína de <i>Amaranthus caudatus</i> + Glicerol</p> <p>PH = 9 PH =11</p>	<p>Prolongar el tiempo de almacenamiento y vida útil. Reducir de manera significativa las alteraciones fisiológicas manteniendo su textura en cosecha.</p>	<p>Un ejemplo de esto, es la difusión de los productos de respiración de frutas y vegetales, como el etileno y dióxido de carbono, al exterior del envase, los cuales están involucrados directamente con los procesos de maduración y senescencia.</p>
<b>CEREZA</b>	<p>Proteína de <i>Amaranthus caudatus</i> + Glicerol</p> <p>PH = 9 PH =11</p>	<p>Reduce la pérdida de peso (deshidratación) y el deterioro de las características sensoriales organolépticas. Conserva el color. Inhibe el crecimiento microbiano.</p>	<p>Si se requiere liberar gases producidos por reacciones metabólicas del alimento, es deseable una alta permeabilidad del material de envase.</p>

Fuente: Elaboración Propia, 2015.

A continuación se reportan los resultados de almacenamiento en Películas Proteicas de *Amaranthus caudatus* en de cada una de las frutas frescas, drupas (durazno, cereza, ciruela) en tiempos diferentes,

sometiéndolas a 15, 30 y 45 días cada una; tratadas con temperaturas de 5°C, 15°C respectivamente.

**TABLA N° 9 ALMACENAMIENTO DE DURAZNO EN PELÍCULAS PROTEICAS DE AMARANTHUS CAUDATUS EN TIEMPOS 15, 30 Y 45 DÍAS, A DIFERENTES TEMPERATURAS DE 5 °C, 15 °C RESPECTIVAMENTE.**

FRUTA	Tiempo	5°C	15°C
DURAZNO	15 Días	Se observa que la película biodegradable de <i>Amaranthus caudatus</i> nativo reduce de manera significativa las alteraciones fisiológicas manteniendo su textura en post cosecha. Protección del durazno, de alteraciones físicas, así como de la contaminación química y microbiana, del oxígeno, del vapor de agua y la luz.	Se observó que a esta temperatura las características sensoriales se acentuaban específicamente en el aroma del durazno el cual era más intenso al incrementarse la temperatura, también aumentando exponencialmente el proceso de respiración así como las reacciones enzimáticas propias del proceso de maduración por lo que la película ayuda a mantener la integridad estructural del durazno y a retener compuestos volátiles.
	30 Días	Se advierte en este caso que la película biodegradable de <i>Amaranthus caudatus</i> nativo da protección parcial a los duraznos frente a las alteraciones físicas así como de la contaminación química y microbiana, del oxígeno, del vapor de agua y la luz.	Se contempla protección parcial de la película biodegradable durante el proceso de maduración del durazno frente a las reacciones enzimáticas que tienen lugar durante el proceso climatérico de respiración aumentando exponencialmente al aumentar la temperatura. Acelerando el proceso inicial de degradación para este caso.
	45 Días	Se percibe signos degradativos organolépticos en él , color ,aroma, sabor,	Se examina degradación del color, la textura, el sabor y apariencia.



**TABLA N° 10 ALMACENAMIENTO DE LA CEREZA EN PELÍCULAS PROTEICAS DE AMARANTHUS CAUDATUS EN TIEMPOS 15, 30 Y 45 DÍAS, A DIFERENTES TEMPERATURAS DE 5 °C, 15 °C RESPECTIVAMENTE**

FRUTA	Tiempo	5°C	15°C
CEREZA	15 Días	Se contempló en la película biodegradable de <i>Amaranthus caudatus</i> nativo la protección total en el caso de la cereza (fruta no climatérica) respecto a las características organolépticas, alteraciones físicas (oxígeno, vapor de agua y Luz). contaminación química y microbiana, Reduciendo de manera significativa las alteraciones fisiológicas manteniendo su textura en pos cosecha.	Se advirtió una protección parcial de la película biodegradable sobre las características sensoriales de la drupa cereza (fruta no climatérica) ya que sus reacciones químicas enzimáticas durante el proceso de respiración se observan aceleradas por la maduración final que presentan las frutas en los componentes volátiles que eliminan .
	30 Días	Se ensayó en la película biodegradable de <i>Amaranthus caudatus</i> nativo la protección parcial en las drupas cerezas frente a las alteraciones físicas (oxígeno, vapor de agua y luz) así como se infiere de la contaminación química y microbiana. Reduciendo de manera significativa las alteraciones fisiológicas manteniendo su textura en pos cosecha.	Se consideró también a esta temperatura una protección de buenas características de la película biodegradable frente a las reacciones enzimáticas, bioquímicas que tienen lugar durante el proceso de respiración aumentan exponencialmente al aumentar la temperatura.
	45 Días	Se identificaron sinérgicamente signos degradativos intensos de película biodegradable y de la drupa cereza en el color, aroma, sabor.	Degradación total del color, textura.

**TABLA N° 11 ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA EN PELÍCULAS PROTEICAS DE AMARANTHUS CAUDATUS EN TIEMPOS 15, 30 Y 45 DÍAS, A DIFERENTES TEMPERATURAS DE 5 °C, 15 °C RESPECTIVAMENTE**

FRUTA	Tiempo	5°C	15°C
CIRUELA	15 Días	Se aprecia una protección total de la película biodegradable de <i>Amaranthus caudatus</i> nativo frente a las características sensoriales, físicas (oxígeno, vapor de agua, luz), y bioquímicas que presenta la ciruela. Reduciendo de manera significativa las alteraciones fisiológicas manteniendo su textura en pos cosecha.	Se contempla protección de la película biodegradable durante el proceso de maduración de la ciruela, reteniendo compuestos volátiles producto de las de las reacciones enzimáticas que tienen lugar durante el proceso de respiración, aumentan exponencialmente al aumentar la temperatura llegando al pico climático y luego decaer con el avance del tiempo.
		Protección parcial en los productos de alteraciones físicas así como de la contaminación química y microbiana, del oxígeno, del vapor de agua y la luz.	Se estima la protección parcial de la película biodegradable durante el proceso de maduración de la ciruela frente a las reacciones enzimáticas que tienen lugar durante el proceso climático de respiración aumentando exponencialmente al aumentar la temperatura. Acelerando el proceso inicial de degradación para este caso
	45 Días	Signos degradativos color, aroma	Degradación del color, textura, sabor.

Fuente: Elaboración Propia, 2015.

Los recubrimientos comestibles que se definen como productos comestibles que envuelven el producto, creando una barrera semipermeable a gases ( $O^2$  y  $CO^2$ ) y vapor de agua.

Estos recubrimientos también mejoran las propiedades mecánicas ayudando a mantener la integridad estructural del producto que recubren, a retener compuestos volátiles y también algunos pueden llevar aditivos alimentarios (agentes antimicrobianos, antioxidantes,

30

etc.). Cuando los frutos son cubiertos por películas comestibles, se crea una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de respiración y por tanto retrasa el proceso de senescencia del producto. Además, crean una barrera a la transferencia al vapor de agua retrasando el deterioro del producto hortofrutícola por deshidratación.

Muchas de las reacciones enzimáticas que tienen lugar durante el proceso de respiración aumentan exponencialmente al aumentar la temperatura. Toda reducción de la temperatura se traduce en un descenso de la velocidad de respiración y del proceso de maduración, así como del crecimiento microbiano.

Sin embargo, los efectos de la reducción de la temperatura sobre los distintos factores fisiológicos no son uniformes y el uso de bajas temperaturas puede resultar en daños por frío en algunos frutos.

Las pérdidas por deshidratación son también muy importantes. Esta es debida al proceso de transpiración en el cual existe una transferencia de agua desde las células del fruto a la atmósfera que lo rodea.

Por este motivo aunque los productos se almacenen a la temperatura adecuada, si no se controla la humedad que les rodea habrá una migración de vapor de agua desde el fruto hacia el exterior.

Como alternativa a la solución de estos problemas se ha venido desarrollando en los últimos años nuevas técnicas de almacenamiento que hacen posible prolongar el tiempo de vida de estos productos. Una de estas técnicas es el uso de recubrimientos comestibles.

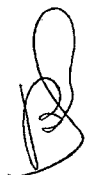
Las ciruelas producen compuestos químicos volátiles que migran hacia el exterior y que son responsables del aroma característico de la fruta, estos compuestos son de interés ya que tienen una gran influencia en la calidad de las ciruelas, la bioquímica del proceso de maduración está definida en la biosíntesis de sus componentes principales entre



ellos las hormonas, enzimas, ésteres, alcoholes, ácidos,, aldehídos, cetonas, otros. Cabe destacar que los procesos de migración molecular tienen que ver con los procesos de maduración y transformación metabólica a partir de ciertos compuestos bioactivos que participan en ellas. Durante la maduración las frutas tienen cambios metabólicos importantes como:

- ❖ Hidrólisis del almidón.
- ❖ Hidrólisis de la hemicelulosa de las paredes celulares.
- ❖ Formación y presencia de las hexosas. Determinan y aumentan los sabores dulces de ciertos frutos. Ejm: mayor concentración de fructuosa en uvas, fresas y manzanas, mayor porcentaje de sacarosa en caña de azúcar, piña melocotón.
- ❖ Degradación de los ácidos orgánicos. En las manzanas hay grandes concentraciones de ácido málico. En el tomate y fresas hay síntesis de vitamina C a partir de la glucosa.
- ❖ Acción de las hormonas vegetales. Las fitohormonas tienen importante rol en los procesos de crecimiento, desarrollo y maduración. Etileno: maduración de frutos y semillas. Auxinas y giberelinas: maduración de tallos y raíces. Citóquinina y ácido abscisico: aceleran la maduración de las hojas y el desfollaje.
- ❖ Descenso de la acidez. Hay relación directa entre azúcares y ácidos.
- ❖ Cambios de color. Hay modificaciones de los ftopigmentos; el paso de verde a amarillo o al rojo corresponden al desenmascaramiento de los pigmentos carotenoides o por destrucción de la clorofila; pero, con la síntesis de otros carotenoides como el caso del tomate en la producción del licopeno.

A continuación se presenta los siguientes resultados:



### 6.1. Evaluación de la migración molecular de la cereza sin empaque a temperatura de 15°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 15°C

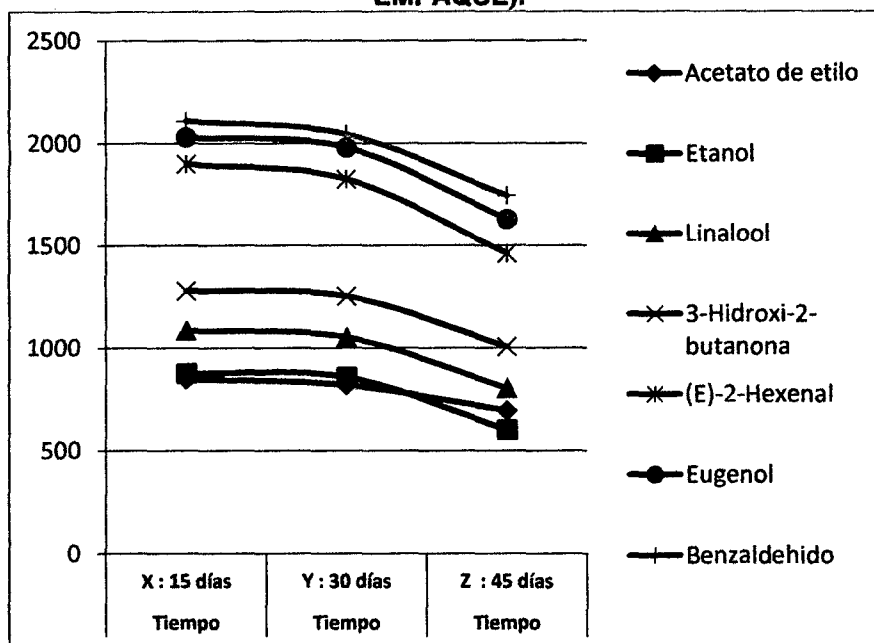
**TABLA N° 12 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (SIN EMPAQUE).**

Migrantes	Tiempo	Tiempo	Tiempo
	X : 15 días	Y : 30 días	Z : 45 días
Acetato de etilo	850	820	696
Etanol	878	859	602
Linalool	1086	1053	805
3-Hidroxi-2-butanona	1280	1253	1007
(E)-2-Hexenal	1901	1826	1462
Eugenol	2030	1980	1630
Benzaldehído	2110	2045	1745

Fuente: Elaboración propia, 2015.

El comportamiento de la migración molecular se puede observar en el GRÁFICO 1, realizado el análisis de varianza ver apéndice 9.1, se obtuvo el  $F_T$  calculado para migración molecular de 299 y 75, valores que son mayores al  $F_t$  tabular de 3 y 3,88 con nivel de significancia del 5% y de 4,82 y 6,93 a un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 13

**GRÁFICO 1 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (SIN EMPAQUE).**



Fuente: Elaboración propia, 2015.

**TABLA N° 13 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1448-1135=13	Rp (3)=63,27	No hay superioridad de x sobre z	No significativa
III-II	1448-1405=43	Rp (2)=60,33	No hay superioridad de x sobre y	No significativa
II-I	1405-1135=270	Rp (2)=60,33	Si hay superioridad de y sobre z	Si significativa

Fuente: Elaboración propia, 2015.

## 6.2. Evaluación de la migración molecular de la cereza sin empaque a temperatura de 5°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 5°C.

El comportamiento de migración molecular se puede observar en el GRÁFICO 2, realizado el análisis de varianza ver apéndice 9.2, se obtuvo el  $F_c$  calculado para migración molecular de 298 y 74 valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y de 6,93 a un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas

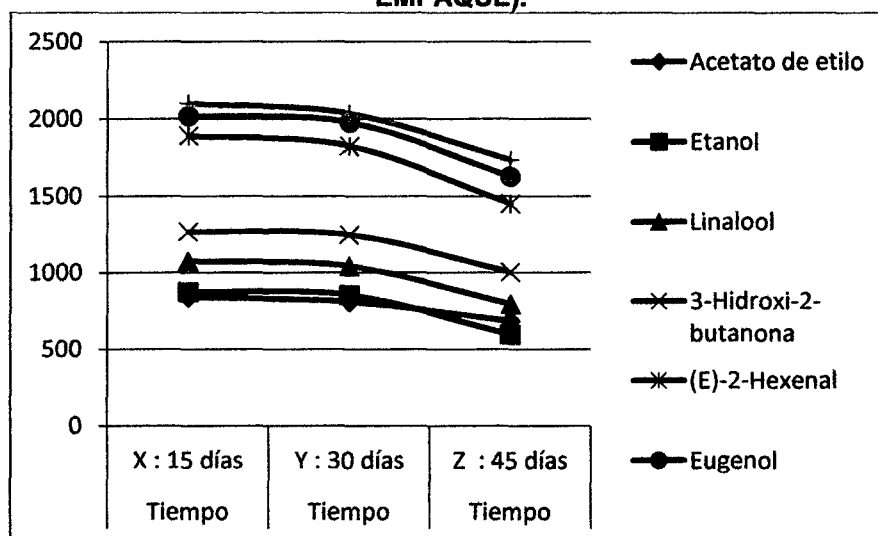
Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 17

**TABLA N° 14 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (SIN EMPAQUE).**

Migrantes	Tiempo	Tiempo	Tiempo
	X : 15 días	Y : 30 días	Z : 45 días
Acetato de etilo	840	810	686
Etanol	875	854	597
Linalool	1076	1043	795
3-Hidroxi-2-butanona	1270	1250	1005
(E)-2-Hexenal	1891	1825	1452
Eugenol	2020	1978	1629
Benzaldehído	2100	2035	1735

Fuente: Elaboración propia, 2015.

**GRÁFICO 2 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (SIN EMPAQUE).**



Fuente :Elaboración propia,2015.

**TABLA N° 15 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1439-1128 = 311	Rp (3)= 63,37	Si hay superioridad de x sobre z	Si significativa
III-II	1439-1399 = 40	Rp (2)= 60,42	No hay superioridad de x sobre y	No significativa
II-I	1399-1128 = 271	Rp (2)= 60,42	Si hay superioridad de y sobre z	Si significativa

Fuente :Elaboracion propia,2015.

### 6.3. Evaluación de la migración molecular de la cereza con empaque a temperatura de 15°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 15°C.

Se puede observar,el comportamiento de migracion molecular en el GRÁFICO 3, realizado el análisis de varianza, ver apéndice 9.3, se obtuvo el  $F_C$  calculado para migración molecular de 242 y 71 valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y de 6,93 con un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamciento y asi obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 17.

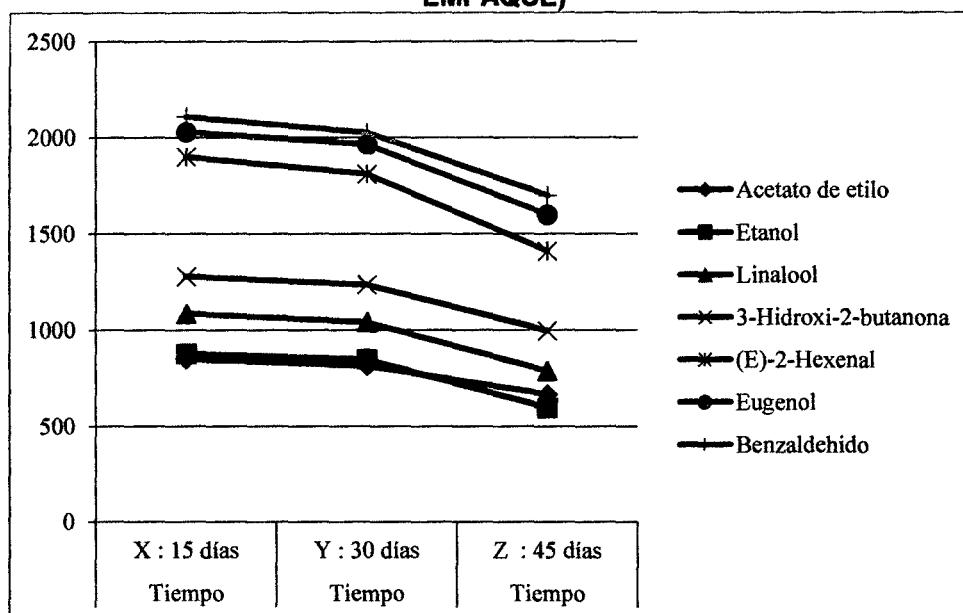
**TABLA N° 16 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (CON EMPAQUE).**

Migrantes	Tiempo	Tiempo	Tiempo
	X : 15 días	Y : 30 días	Z : 45 días
Acetato de etilo	850	815	668
Etanol	878	849	598
Linalool	1086	1052	789
3-Hidroxi-2-butanona	1280	1237	998
(E)-2-Hexenal	1901	1812	1412
Eugenol	2030	1965	1600
Benzaldehído	2110	2027	1700

Fuente: Elaboración propia, 2015



**GRÁFICO 3 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (CON EMPAQUE)**



Fuente :Elaboración propia,2015.

**TABLA N° 17 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1448-1109 = 339	Rp (3)= 69,60	Si hay superioridad de x sobre z	Si significativa
III-II	1448-1392 = 56	Rp (2)= 66,37	No hay superioridad de x sobre y	No significativa
II-I	1392-1109 = 283	Rp (2)= 66,37	Si hay superioridad de y sobre z	Si significativa

Fuente :Elaboración propia,2015.

#### 6.4. Evaluación de la migración molecular de la cereza con empaque a temperatura de 5°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 5°C

El comportamiento de la migración molecular se puede observar en el Fuente :Elaboración propia, 2015.

GRÁFICO 4, realizado el análisis de varianza ver apéndice 9.4, se obtuvo el  $F_C$  calculado para migración molecular de 247 y 74,84 valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y de 6,93 con significancia del 1%

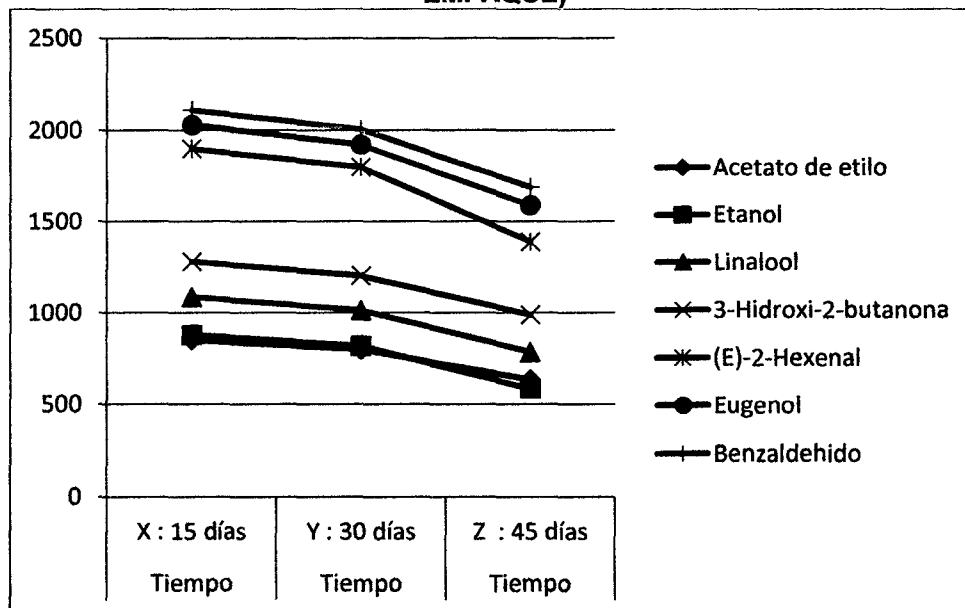
respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 19.

**TABLA N° 18 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (CON EMPAQUE)**

Migrantes	Tiempo	Tiempo	Tiempo
	X : 15 días	Y : 30 días	Z : 45 días
Acetato de etilo	850	799	637
Etanol	878	819	587
Linalool	1086	1013	785
3-Hidroxi-2-butanona	1280	1203	989
(E)-2-Hexenal	1901	1800	1389
Eugenol	2030	1923	1589
Benzaldehído	2110	2005	1689

Fuente :Elaboración propia, 2015.

**GRÁFICO 4 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA DRUPA CEREZA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (CON EMPAQUE)**



Fuente :Elaboración propia, 2015.

**TABLA N° 19 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1448-1095=353	Rp (3)= 68,92	Si hay superioridad de x sobre z	Si significativa
III-II	1448-1366= 82	Rp (2)= 65,72	Si hay superioridad de x sobre y	Si significativa
II-I	1366-1095=271	Rp (2)= 65,72	Si hay superioridad de y sobre z	Si significativa

Fuente :Elaboración propia, 2015

### 6.5. Evaluación de la migración molecular del durazno sin empaque a temperatura de 15°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 15°C

**TABLA N° 20 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 15°C. (SIN EMPAQUE).**

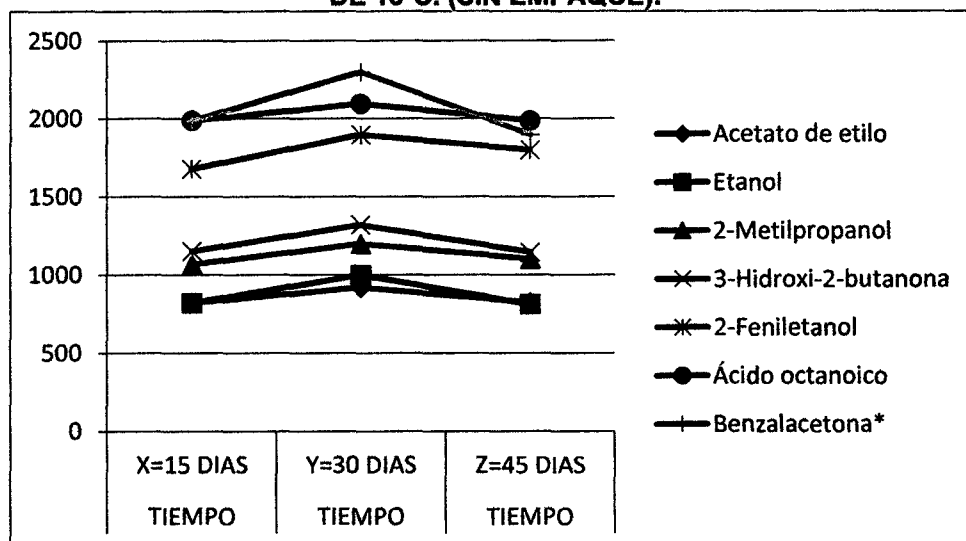
Migrantes	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
	X=15 días	Y=30 días	Z=45 días
Acetato de etilo	822	920	824
Etanol	821	999	812
2-Metilpropanol	1068	1198	1102
3-Hidroxi-2-butanona	1152	1320	1145
2-Feniletanol	1679	1898	1800
Ácido octanoico	1989	2096	1988
Benzalacetona*	1987	2300	1898

Fuente: Elaboración propia, 2015

El comportamiento de la migración molecular se puede observar en el GRÁFICO 5, realizado el análisis de varianza ver apéndice 9.5, se obtuvo el  $F_C$  calculado para migración molecular de 228 y 18,47 , valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y 6,93 a un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 21

13

**GRÁFICO 5 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 15°C. (SIN EMPAQUE).**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 21 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1533-1360 =173	Rp (3)= 73.64	Si hay superioridad de y sobre x	Si significativa
III-II	1533-1367=166	Rp (2)=70.22	Si hay superioridad de y sobre z	Si significativa
II-I	1367-1360=7	Rp (2)= 70.22	No hay superioridad de z sobre x	No significativa

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 6.6. Evaluación de la migración molecular del durazno sin empaque a temperatura de 5°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 5°C

**TABLA N° 22 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 5°C. (SIN EMPAQUE)**

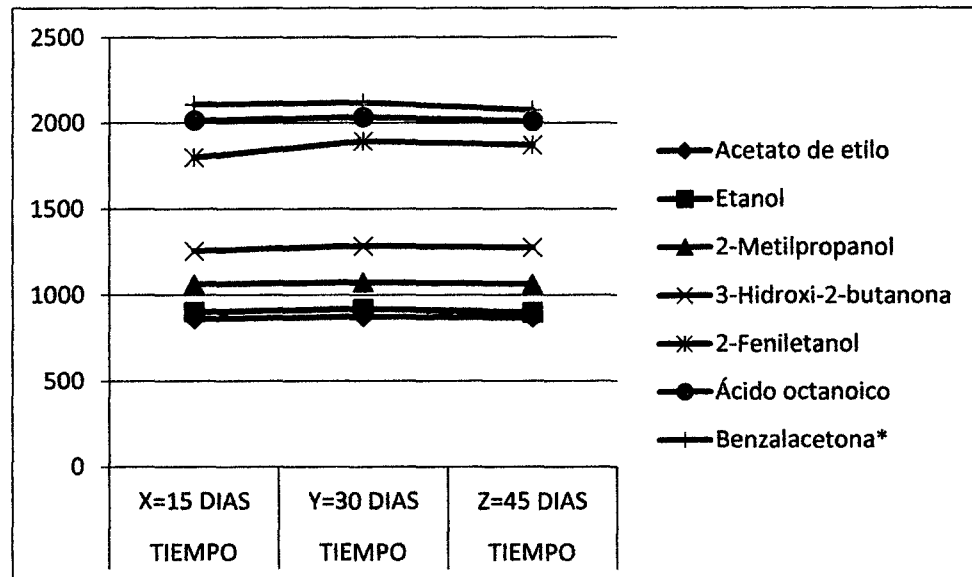
Migrantes	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
	X=15 días	Y=30 días	Z=45 días
Acetato de etilo	862	875	868
Etanol	902	920	899
2-Metilpropanol	1063	1075	1065
3-Hidroxi-2-butanona	1256	1286	1276
2-Feniletanol	1800	1895	1872
Ácido octanoico	2016	2035	2010
Benzalacetona*	2108	2120	2075

Fuente: Elaboración propia, 2015

El comportamiento de la migración molecular se puede observar en el GRÁFICO 6, realizado el análisis de varianza ver apéndice 9.6, se obtuvo el  $F_C$  calculado para migración molecular de 27584 y 48, valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y 6,93 a un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 23



**GRÁFICO 6 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 5°C. (SIN EMPAQUE).**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 23 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1458-1430 =28	Rp (3)= 6,78	Si hay superioridad de y sobre x	Si significativa
III-II	1458-1438=20	Rp (2)= 6,46	Si hay superioridad de y sobre z	Si significativa
II-I	1438-1430=8	Rp (2)= 6,46	Si hay superioridad de z sobre x	Si significativa

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 6.7. Evaluación de la migración molecular del durazno con empaque a temperatura de 15°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 15°C

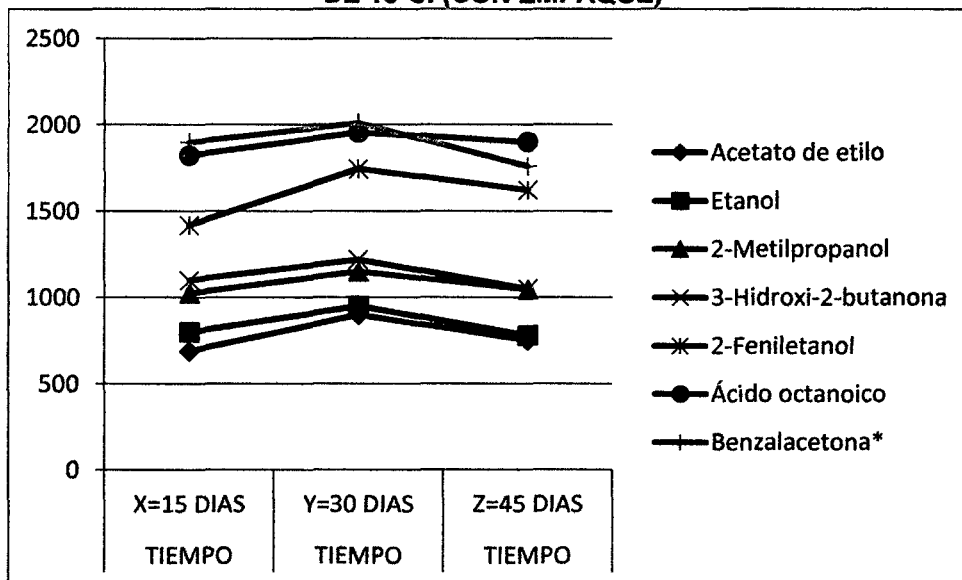
**TABLA N° 24 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 15°C. (CON EMPAQUE)**

Migrantes	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
	X=15 DÍAS	Y=30 DÍAS	Z=45 DÍAS
Acetato de etilo	689	899	752
Etanol	800	950	780
2-Metilpropanol	1025	1150	1046
3-Hidroxi-2-butanona	1100	1220	1050
2-Feniletanol	1420	1745	1623
Ácido octanoico	1823	1956	1901
Benzalacetona*	1899	2010	1760

Fuente: Elaboración propia, 2015

El comportamiento de la migración molecular se puede observar en el GRÁFICO 7, realizado el análisis de varianza ver apendice 9.5, se obtuvo el  $F_C$  calculado para migración molecular de 189 y 16,28, valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y 6,93 a un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 25

**GRÁFICO 7 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 15°C. (CON EMPAQUE)**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 25 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1419-1251 = 168	Rp (3)= 72.90	Si hay superioridad de y sobre x	Si significativa
III-II	1419-1273 = 146	Rp (2)=69.51	Si hay superioridad de y sobre z	Si significativa
II-I	1273-1251 = 22	Rp (2)= 69.51	No hay superioridad de z sobre x	No significativa

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 6.8. Evaluación de la migración molecular del durazno con empaque a temperatura de 5°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 5°C



**TABLA N° 26 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 5°C. (CON EMPAQUE)**

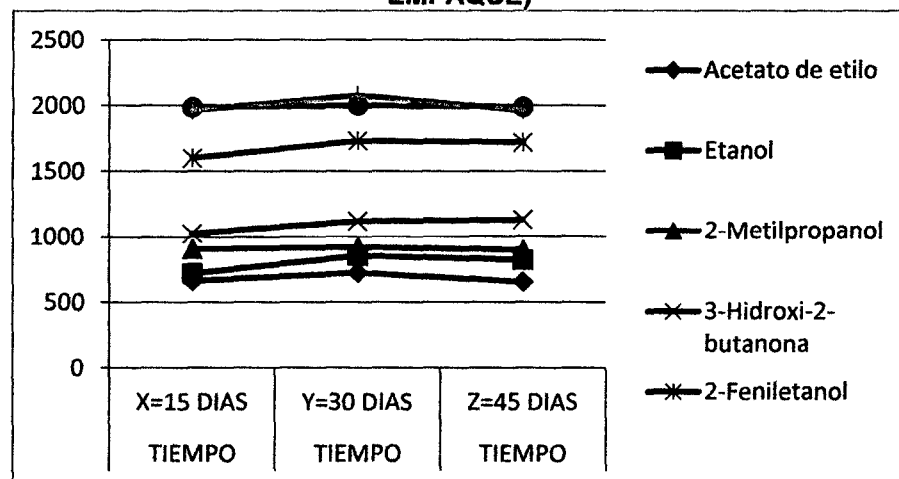
Migrantes	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
	X=15 DÍAS	Y=30 DÍAS	Z=45 DÍAS
Acetato de etilo	662	725	656
Etanol	720	854	823
2-Metilpropanol	905	920	899
3-Hidroxi-2-butanona	1025	1120	1132
2-Feniletanol	1600	1732	1720
Ácido octanoico	1986	2000	1989
Benzalacetona*	1963	2078	1963

Fuente: Elaboración propia, 2015

El comportamiento de la migración molecular se puede observar en el GRÁFICO 8, realizado el análisis de varianza ver apéndice 9.8, se obtuvo el  $F_C$  calculado para migración molecular de 31171 y 371, valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y 6,93 a un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 27



**GRÁFICO 8 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DEL DURAZNO A LA TEMPERATURA DE 5°C. (CON EMPAQUE)**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 27 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1347-1266=81	Rp (3)= 6.78	Si hay superioridad de y sobre x	Si significativa
III-II	1347-1312=35	Rp (2)= 6.46	Si hay superioridad de y sobre z	Si significativa
II-I	1312-1266=46	Rp (2)= 6.46	Si hay superioridad de z sobre x	Si significativa

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 6.9. Evaluación de la migración molecular de la ciruela sin empaque a temperatura de 15°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 15°C

**TABLA N° 28 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (SIN EMPAQUE)**

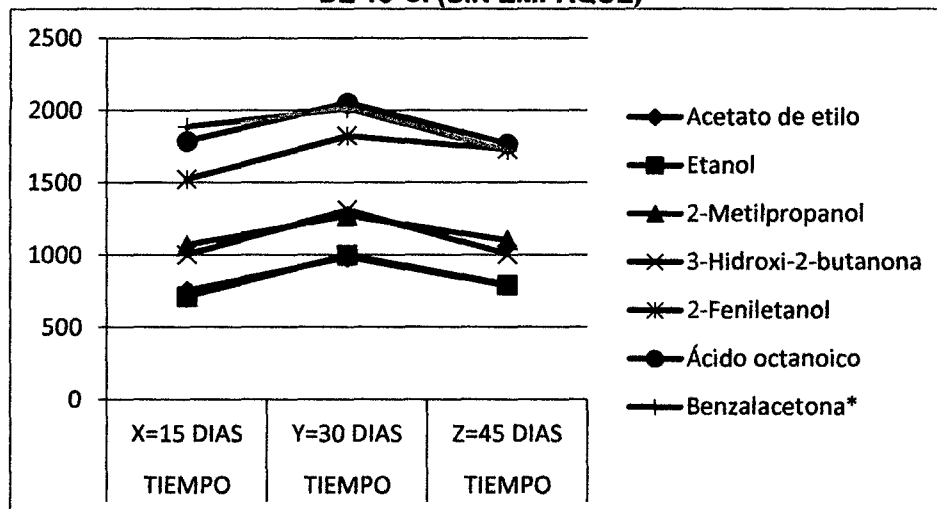
Migrantes	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
	X=15 DÍAS	Y=30 DÍAS	Z=45 DÍAS
Acetato de etilo	752	986	789
Etanol	713	999	793
2-Metilpropanol	1068	1269	1102
3-Hidroxi-2-butanona	1002	1310	1005
2-Feniletanol	1523	1823	1732
Ácido octanoico	1786	2052	1769
Benzalacetona*	1887	2013	1723

Fuente: Elaboración propia, 2015

El comportamiento de la migración molecular se puede observar en el GRÁFICO 9, realizado el análisis de varianza ver apéndice 9.9, se obtuvo el  $F_C$  calculado para migración molecular de 169 y 33,64, valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y 6,93 a un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 29



**GRÁFICO 9  
MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE  
ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA  
DE 15°C. (SIN EMPAQUE)**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 29 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1493-1247=246	Rp (3)= 75.19	Si hay superioridad de y sobre x	Si significativa
III-II	1493-1273=220	Rp (2)=71.70	Si hay superioridad de y sobre z	Si significativa
II-I	1273-1247=26	Rp (2)= 71.70	No hay superioridad de z sobre x	No significativa

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 6.10. Evaluación de la migración molecular de la ciruela sin empaque a temperatura de 5°C

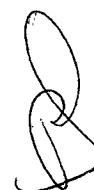
Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 5°C

**TABLA N° 30 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (SIN EMPAQUE)**

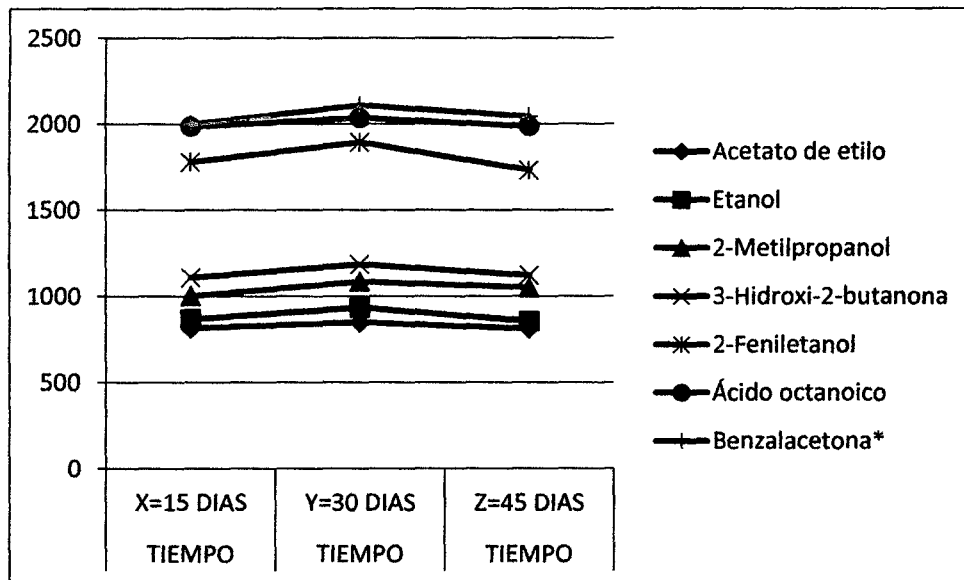
Solventes Migrantes	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
	X=15 DÍAS	Y=30 DÍAS	Z=45 DÍAS
Acetato de etilo	815	850	813
Etanol	868	935	856
2-Metilpropanol	1002	1086	1052
3-Hidroxi-2-butanona	1110	1186	1123
2-Feniletanol	1780	1895	1732
Ácido octanoico	1986	2036	1988
Benzalacetona*	2000	2110	2045

Fuente: Elaboración propia, 2015

El comportamiento de la migración molecular se puede observar en el GRÁFICO 10, realizado el análisis de varianza ver apéndice 9.10, se obtuvo el  $F_C$  calculado para migración molecular de 27780 y 404 , valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y 6,93 a un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 31



**GRÁFICO 10 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (SIN EMPAQUE)**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 31 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1443-1366=77	Rp (3)= 6.78	Si hay superioridad de y sobre x	Si significativa
III-II	1443-1373=70	Rp (2)= 6.46	Si hay superioridad de y sobre z	Si significativa
II-I	1373-1366=7	Rp (2)= 6.46	Si hay superioridad de z sobre x	Si significativa

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 6.11. Evaluación de la migración molecular de la ciruela con empaque a temperatura de 15°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 15°C

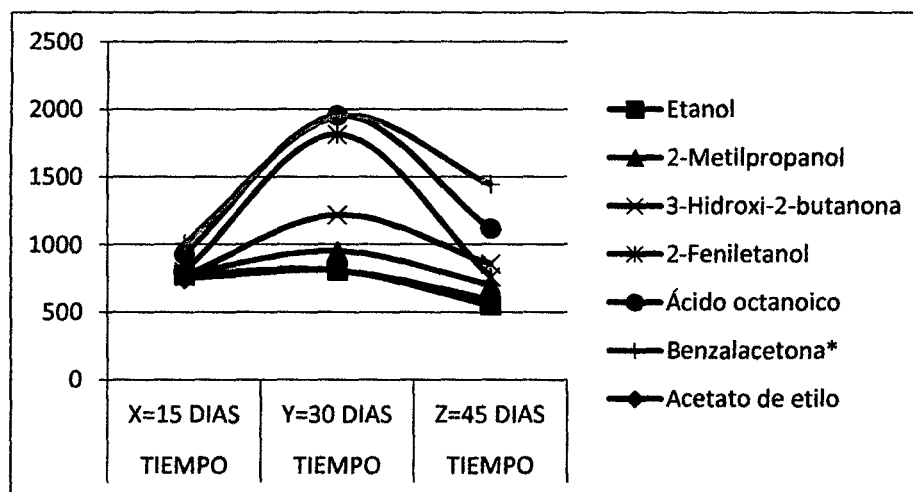
**TABLA N° 32 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (CON EMPAQUE)**

Solventes Migrantes	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
	X=15 DÍAS	Y=30 DÍAS	Z=45 DÍAS
Acetato de etilo	750	808	596
Etanol	778	809	552
2-Metilpropanol	786	953	705
3-Hidroxi-2-butanona	769	1220	857
2-Feniletanol	801	1815	762
Ácido octanoico	930	1955	1118
Benzalacetona*	1010	1945	1445

Fuente: Elaboración propia, 2015

El comportamiento de la migración molecular se puede observar en el GRÁFICO 11, realizado el análisis de varianza ver apéndice 9.11, se obtuvo el  $F_C$  calculado para migración molecular de 4 y 10, valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y 6,93 a un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 35.

**GRÁFICO 11 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 15°C. (CON EMPAQUE)**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 33 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	1358-832=526	Rp (3)=302.2	Si hay superioridad de x sobre z	Si significativa
III-II	1358-862=496	Rp (2)=288.2	No hay superioridad de x sobre y	Si significativa
II-I	862-832=30	Rp (2)=288.2	No hay superioridad de y sobre z	No significativa

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 6.12. Evaluación de la migración molecular de la ciruela con empaque a temperatura de 5°C

Se presentan los siguientes resultados en tiempos de almacenamiento 15, 30 y 45 días a una temperatura de 5°C



**TABLA N° 34 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (CON EMPAQUE)**

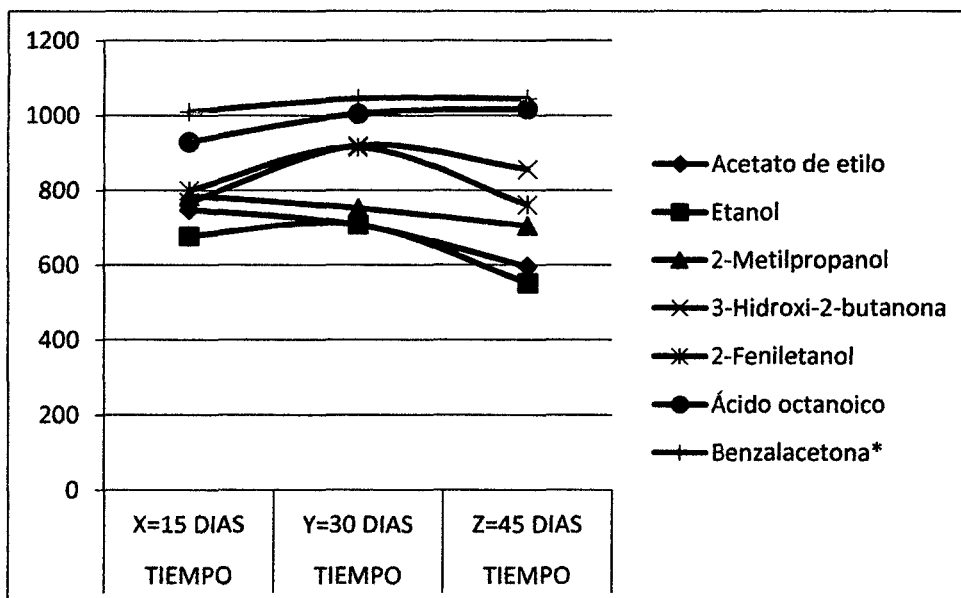
Migrantes	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
	X=15 DÍAS	Y=30 DÍAS	Z=45 DÍAS
Acetato de etilo	750	708	596
Etanol	678	709	552
2-Metilpropanol	786	753	705
3-Hidroxi-2-butanona	769	920	857
2-Feniletanol	801	915	762
Ácido octanoico	930	1005	1018
Benzalacetona*	1010	1045	1045

Fuente: Elaboración propia, 2015

El comportamiento de la migración molecular se puede observar en el GRÁFICO 12, realizado el análisis de varianza ver apéndice 9.12, se obtuvo el  $F_C$  calculado para migración molecular de 19 y 3 , valores que son mayores al  $F_T$  tabular de 3 y 3,88 a un nivel de significancia del 5% y de 4,82 y 6,93 a un nivel de significancia del 1% respectivamente. Luego se calculó las Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan para ordenar los resultados promedios de los tiempos de almacenamiento y así obtener la significancia de Duncan ver TABLA N° 35



**GRÁFICO 12 MIGRACIÓN MOLECULAR PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO DE LA CIRUELA A LA TEMPERATURA DE 5°C. (CON EMPAQUE)**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 35 SIGNIFICANCIA DE DUNCAN**

III-I	865-791=74	Rp (3)=70.0	Si hay superioridad de x sobre z	Si significativa
III-II	865-818=47	Rp (2)=66.7	No hay superioridad de x sobre y	No significativa
II-I	818-791=27	Rp (2)= 66.7	No hay superioridad de y sobre z	No significativa

Fuente: Elaboración propia, 2015

## **g). DISCUSIÓN**

Es necesario que estos recubrimientos exhiban óptimas propiedades de barrera tanto a gases ( $O^2$  y  $CO^2$ ) como al vapor de agua, debido a que las pérdidas en la calidad de estos productos se vinculan principalmente a procesos metabólicos de respiración y transpiración.

De acuerdo a la TABLA N° 6, podemos evaluar el nivel de opacidad que presenta la película biodegradable elaborada a partir aislado proteico de *Amaranthus caudatus* nativo y glicerol que oscila entre (1,0–1,2) ; (0,8 – 1,0) unidad de absorbancia por milímetro de espesor de la película (UA/mm) para Phs de 9 y 11 respectivamente , la opacidad de las películas comunica un sentido de gran estabilidad conseguida entre las dos fases. Comparativamente podemos observar la película biodegradable de aislado proteico de soya y ácido poli láctico reportándonos valores de opacidad como se detallan en el cuadro adjunto (González & Alvarez Igarzabal, 2013) manifestando que las películas demostraron alta transparencia y fuerte adherencia entre capas sin necesidad de añadir un componente adicional, o sin modificar químicamente superficies de la película. La aplicación de la capa de ácido poli láctico PLA, aumentó en gran medida las propiedades mecánicas de las películas con respecto a la película de aislado proteico de soya SPI. (González & Alvarez Igarzabal, 2013).



**TABLA 36 CARACTERÍSTICAS DE AISLADO PROTEICO DE SOYA VERSUS PROTEÍNA AISLADA DE KIWICHA**

<b>Componentes</b>	<b>Opacidad (UA/mm) Unidad Absorvancia milímetro de espesor de la película</b>	<b>Componentes</b>	<b>Opacidad (UA/mm) Unidad Absorvancia milímetro de espesor de la película</b>
Aislado proteico de soya 100%	1.35 +_ 0.20b	Aislado Proteico de Amaranthus caudatus. 6% y glicerol 28% en función del aislado proteico de Amaranthus caudatus a pH = 9.	1.3-1.7
Aislado proteico de soya y acido poli láctico 60/40	0.82 +_ 0.05a	Aislado Proteico de Amaranthus caudatus.6% y glicerol 28% en función del aislado proteico de Amaranthus caudatus a pH=11.	1.1-1.7
Aislado proteico de soya y acido poli láctico 50/50	0.71+_ 0.12a		

Fuente: elaboración propia

por otro lado las propiedades de contenido en agua y espesor en la película en estudio muestra rangos considerables de (16,5 y 17,7) y (58,1 y 49,3) para Ph de 9 y 11 respectivamente.

Los valores obtenidos de permeabilidad al vapor de agua de  $(5,8 \text{ y } 4,6)10^{-11} \frac{\text{Gr de Agua}}{\text{Pa-m}^2\text{-seg}}$  y solubilidad en agua de (71,6 y 75,9)% de la película de aislado proteico de Amaranthus caudatus nativo para Ph de 9 y 11, resultan ser menores en comparación con los resultados obtenidos de (González & Alvarez Igarzabal, 2013) quienes reportan valores de  $(14,9 \pm 0,5) \times 10^{-11} \frac{\text{Gr de Agua}}{\text{Pa-m}^2\text{-seg}}$  para la película de aislado proteico de soya nativa . Podría inferirse a la hidrofobicidad de la fracción globulina de las proteína de Amaranthus caudatus .

Como se sabe durante el almacenamiento, las frutas y hortalizas continúan respirando, es decir consumiendo oxígeno (O<sup>2</sup>) y

desprendiendo dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) y la velocidad de deterioro es generalmente proporcional a la velocidad a la que transcurre la respiración del producto. Además, las frutas y hortalizas también transpiran, es decir pierden agua, lo cual produce pérdidas importantes por deshidratación.

Las drupas ciruela, durazno y cereza fueron envasadas en película biodegradable de *Amaranthus caudatus* nativo y luego sometidas a almacenamiento de 15, 30 y 45 días, a temperaturas de 5 °C y 15°C respectivamente para evaluar los niveles de migración de los compuestos volátiles a partir del índice de retención cromatografico, las drupas fueron evaluadas sin y con empaque observándose lo siguiente:

En la TABLA N° 12, los niveles de migración molecular de los componentes volátiles de la cereza (acetato de etilo, etanol, linalool, 3-Hidroxi-2-butanona, (E)-2-hexenal, eugenol, benzaldehído) sin empaque biodegradable almacenados a temperatura de 15°C y 5°C decrecieron conforme transcurrieron 15, 30 y 45 días de almacenamiento. Se conoce que la cereza es fruta no climatérica, madura en la planta y bioquímicamente la tasa de respiración va decayendo al transcurrir los días. Sin embargo, Cheftel (CHEFTEL & CHEFTEL, 1992) sostiene; cuando una fruta o legumbre se separa de la planta, no recibe más agua ni nutriente y la fotosíntesis cesa. Sin embargo prosigue la respiración del tejido, así como otras reacciones enzimáticas, entre las que se incluye las síntesis de pigmentos e incluso de enzimas.

Por otro lado, la reducción de temperatura se traduce en un descenso de velocidad de respiración y del proceso de maduración, así como del crecimiento microbiano. Sin embargo, los efectos de la reducción de la temperatura sobre los distintos factores fisiológicos no son uniformes y

el uso de bajas temperaturas puede resultar en daños por frío en algunos frutos (BRAVERMAN, 1997).

Así mismo se observaron a nivel experimental que los niveles de los componentes migrantes volátiles (acetato de etilo, etanol, linalool, 3-Hidroxi-2-butanona, (E)-2-hexenal, eugenol, benzaldehído) en cereza envasada con empaque biodegradable de *Amaranthus caudatus* nativo a temperaturas 15°C y 5°C disminuyen parcialmente con respecto a la cereza sin empaque biodegradable; tal como se observan en las TABLA N° 16, TABLA N° 18 y GRÁFICO 3, GRÁFICO 4 respectivamente, existiendo diferencias significativas entre los 15 y 45 días de almacenamiento de las cerezas, entre los 30 y 45 días de almacenamiento respectivamente

El empaque biodegradable de *Amaranthus caudatus* nativo que envuelve a la cereza, crea una barrera semipermeable a gases (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>) y vapor de agua, esto por el nivel de permeabilidad que presenta  $(5,8 \text{ y } 4,6)10^{-11} \frac{\text{Gr de Agua}}{\text{Pa-m}^2\text{-seg}}$  el recubrimiento y que mejora las propiedades mecánicas ayudando a mantener la integridad estructural de la cereza, a retener los compuestos volátiles, es así que la velocidad de deterioro es generalmente proporcional a la velocidad a la que transcurre la respiración del producto. Las frutas y hortalizas transpiran, es decir pierden agua, lo cual produce pérdidas importantes por deshidratación.

Se observó comportamientos similares del durazno y la ciruela frutos climatéricos, maduran fuera de la planta y presentan un aumento transitorio de la actividad respiratoria llamada pico climatérico, coincidiendo con las principales modificaciones de color, textura y sabor, característico de la maduración, originando un gran número de compuestos orgánicos volátiles que en parte son responsables del aroma de las frutas, sus funciones en el metabolismo y las reacciones

enzimáticas que motivan su formación (CHEFTEL & CHEFTEL, 1992)

Se obtuvieron resultados de componentes volátiles del durazno y la ciruela envasadas en película biodegradable de *Amaranthus caudatus* nativo a temperaturas de 5°C y 15°C observándose comportamientos de migración molecular (índice de retención cromatógrafo) más lento, de menor velocidad comparativamente con respecto a la ciruela y durazno sin empaque, tal como se observan en la TABLA N° 24, TABLA N° 26, GRÁFICO 7 y GRÁFICO 8. Por lo que se puede inferir que cuando los frutos son cubiertos por películas biodegradables, se crea una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de respiración y por tanto retrasa el proceso de senescencia del producto. Además, crean una barrera a la transferencia al vapor de agua retrasando el deterioro del producto hortofrutícola por deshidratación.



## h). REFERENCIALES

ALVAREZ HAYES, J., DIAZ RAMIREZ, L. E., MAURI, A. N., & AÑON, M. C. (2005). *Obtención de películas biodegradables a partir de proteínas de amaranto*. En: *Proteínas y coloides de interés industrial*. Sevilla-España.: Ed. Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones. ISBN 84-472-0884-2, Sevilla.

ASTM. (2002). *Standard specification for compostable plastics*.

ASTM, E.-8. (1989). Standard test methods for water vapor transmission of materials. *Annual Book of ASTM Standards; ASTM. Philadelphia, PA*,(15), 745-754.

Ayala, G. (2003). *Raíces Andinas - Contribuciones al conocimiento y a la capacitación Aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana*. Recuperado el 25 de julio de 2015, de [http://nkxms1019hx1xmtstxk3k9sko.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2014/09/07\\_Aporte\\_cultivos\\_andinos\\_nutric\\_humana.pdf](http://nkxms1019hx1xmtstxk3k9sko.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2014/09/07_Aporte_cultivos_andinos_nutric_humana.pdf)

BOHLMANN, G. M. (2005). *General characteristics, processability, industrial applications and market evolution of biodegradable polymers*. Inglaterra: Bastioli.

BRAVERMAN, J. B. (1997). *La Bioquímica de los Alimentos*. Mexico: El Manual Moderno. S.A. de C.V.

Cao, N. F. (2007). Preparation and physical properties of soy protein isolate and gelatin composite films. *Food Hydrocolloids*(21), 1153-1162.

CHEFTEL, J. C., & CHEFTEL, H. (1992). *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos*. Zaragoza-España: Acribia.

CONDES, M. C. (2012). *Películas compuestas y nanocompuestas biodegradable y /o comestible, en base a proteína de amaranto y*



almidones de distinto origen botánico. *Universidad Nacional de la Plata, Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Exactas, Dpto. Ciencias Biológicas. Argentina.*

Denavi, G. T. (2009b). Effects of drying conditions on some physical properties of soy protein films. *90 (3), 341-349.*

GENNADIOS, A., McHUGH, T. H., WELLER, C. L., & KROCHTA, J. M. (1994). *Edible coatings and En: J. M. Krochta, E. A. Baldwin & M. O. Nisperos-Carriedo(Eds.), Edible coatings and films to improve food quality.* Lancaster: Technomic Publishing Co.

Gontard, N. G. (1992). Edible wheat gluten films: influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. *Journal of Food Science.*(57), 190-195.

González, A., & Alvarez Igarzabal, C. I. (2013). Soy protein e Poly (lactic acid) bilayer films as biodegradable material. *Food Hydrocolloids*(33), 289e296.

Graciano Verdugo, A. Z., Peralta, E., & Soto-Valdez, H. (Julio, Agosto de 2006). *Permeabilidad y Vida Util de los Alimentos.* (A. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Ed.) Recuperado el 29 de 07 de 2015, de <http://microbiologiablancaestela.wikispaces.com/file/view/Permeabilidad.pdf>

Greener, D. y. (1994.). *Edible Films and Coatings: Characteristics, Formation, Definitions and Testing Methods.* En: *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality.* EUA: (Eds.) Technomic, Lancaster, Pensilvania,.

Guarda A. , A., & Galotto. , M. .. (2000). Aspectos teóricos de la permeabilidad en envases plásticos para alimentos. Soto-Valdez (Ed.). *Memorias del II Congreso Internacional de Envases para Alimentos RISEA.* 74-78.

- Konishi, Y., & Yoshimoto, N. (1989). Amaranth globulin as a heat-stable emulsifying agent. *Agricultural and Biological Chemistry.*, 53(12), 3327-3328.
- Konishi, Y., Fumita, Y., Ikeda, K., Okuno, K., & Fuwa, H. (1985). Isolation and characterization of globulin from seeds of *Amaranthus hypochondriacus* L. *Agric Biol Chem.*(49), 1453.
- Krochta , J. M., & Mulder Jhoston, C. (1997). Edible and biodegradable polymer films; challenges and opportunities. *Food technologies*, 51(2), 61-74.
- Mauri, A. N. (2006). *Effect of solution pH on solubility and some structural properties of soybean protein isolate films.*
- Molina, E. B. (2003). *Recubrimiento Comestible Formulado con Goma de Mezquite y Cera de Candelilla para Reducir la Cinética de Deterioro en Fresco de Limón Persa (Citrus latifolia tanaka).* Universidad Autonoma Metropolitana , Mexico.
- Orlinda Villanueva, I. A. (2007). Purificación de una proteína de 35 kDa rica en lisina, de la fracción albúmina de *Amaranthus caudatus* (kiwicha). *Revista Anales de la Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 344 - 350.
- Quintero, C. J., Falguera, V., & Muñoz, H. A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia, tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Umbaga*(5), 93-118.
- Ritva Repo de Carrasco, C. R. (abril-junio de 2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74(2).
- Ruiz, Y., Pino, J. A., & Quijano, C. E. (Enero-Junio de 2011). Analisis de los Compuestos Volatiles de la Ciruela Amarilla ( *Prunus domestica*

- L.ssp.domestica). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, 2(1), 041-048.
- Salgado, P. R. (2011). Addition of bovine plasma hydrolysates improves the antioxidant properties of soybean and sunflowerprotein-based films. *Food Hydrocolloids*, 26(6), 1433-1440.
- Segura-Nieto, M., Barba de la Rosa, A., & Paredes-López, O. (1994). Biochemistry of amaranth proteins. *En: Paredes-López, O. (Ed.), Amaranth: Biology, Chemistry, and Technology. CRC Press, Boca Raton, FL, 75–106.*
- Suriyamongkol, P. W. (2007). *Biotechnological approaches for the production of polyhydroxyalkanoates.*
- Tapia-Blácido, D. M. (2007). Contribution of the starch, protein, and lipid fractions to the physical, thermal, and structural properties of amaranth (*Amaranthus caudatus*) flour films. *Journal of Food Sciences.*, 72(5), 293-300.
- TAPIA-BLACIDO, D. R. (2006). *Filmes a base de derivados do amaranto para uso em alimentos.* Campinas,san Paolo,Brasil.
- Tapia-Blácido. D. R. Sobral, P. J. (2005). Development and characterization of biofilms based on Amaranth flour (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Food Engineering*(67), 215-223.
- Tapia-Blácido., D. R., Sobral, P. J., & Menegalli, F. C. (2005). Development and characterization of biofilms based on Amaranth flour (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Food Engineering*, 67, 215-223.
- upcommons.upc.edu. (07 de 2015). *Generalidades sobre Polimeros.* (upcommons, Ed.) Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4536/Anexo%20%20B.pdf?sequence=3&isAllowed=y>



Van Tuil. (2000). Propierties of bobased packaging materials. En C. Frederiksberg (Ed.). Dinamarca: Ed.Weber.



**i). APÉNDICES**

**9.1. Evaluación de la drupa cereza sin empaque a 15°C**

Se presenta la información en las siguientes tablas:

**TABLA N° 37 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CEREZA A LA TEMPERATURA DE 15° C.**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	5256991				
Migrante/componente (r-1)	6	4825085	804181	299	3	4.82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	399563	199781	75	3.88	6.93
Error (r-1) (t-1)	12	32343	2695			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 38 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3,08</b>	<b>3,23</b>	<b>4,32</b>	<b>4,55</b>
Sx=	19,59	19,59	19,59	19,59
Rp	60,33	63,27	84,62	89,13

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 39 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

Tratamientos	Z	Y	X
Promedios	1135	1405	1448
Clave	I	II	III

Fuente: Elaboración propia, 2015

**9.2. Evaluación de la drupa cereza sin empaque a 5°C**

Se presenta la información en las siguientes tablas

**TABLA N° 40 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CEREZA A LA TEMPERATURA DE 5°C**

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	5256991				
Migrante/componente (r-1)	6	4825085	804181	298	3	4.82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	399563	199781	74	3.88	6.93
Error (r-1) (t-1)	12	32343	2695			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 41 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3.08</b>	<b>3.28</b>	<b>4.32</b>	<b>4.55</b>
Sx=	19.62	19.62	19.62	19.62
Rp	60.4296	63.3726	84.7584	89.271

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 42 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

Tratamientos	Z	Y	X
Promedios	1128	1399	1439
Clave	I	II	III

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 9.3. Evaluación de la drupa cereza con empaque a 15°C

Se presenta la información en las siguientes tablas:

**TABLA N° 43 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CEREZA A LA TEMPERATURA DE 15°C**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	5220401				
Migrante/componente (r-1)	6	4719682	786614	242	3	4,82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	461703	230852	71	3,88	6,93
Error (r-1) (t-1)	12	39016	3251			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 44 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3,08</b>	<b>3,23</b>	<b>4,32</b>	<b>4,55</b>
Sx=	21,55	21,55	21,55	21,55
Rp	66,37	69,60	93,09	98,05

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 45 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

Tratamientos	Z	Y	X
Promedios	1109	1392	1448
Clave	I	II	III

Fuente: Elaboración propia, 2015

#### 9.4. Evaluación de la drupa cereza con empaque a 5°C

Se presenta la información en las siguientes tablas:



**TABLA N° 46 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CEREZA A LA TEMPERATURA DE 5°C**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	5238739				
Migrante/componente (r-1)	6	4722941	787157	247	3	4,82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	477516	238758	74,84	3,88	6,93
Error (r-1) (t-1)	12	38282	3190			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 47 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3,08</b>	<b>3,23</b>	<b>4,32</b>	<b>4,55</b>
Sx=	21,34	21,34	21,34	21,34
Rp	65,72	68,92	92,18	97,09

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 48 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

Tratamientos	Z	Y	X
Promedios	1095	1366	1448
Clave	I	II	III

Fuente: Elaboración propia, 2015

**9.5. Evaluación del durazno sin empaque a 15°C**

Se presenta la información en las siguientes tablas:



**TABLA N° 49 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN DURAZNO A TEMPERATURA DE 15°C**

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	5167986				
Migrante/componente (r-1)	6	4989805	831634	228	3	4.82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	134486	67243	18.47	3.88	6.93
Error (r-1) (t-1)	12	43694	3641			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 50 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3.08</b>	<b>3.28</b>	<b>4.32</b>	<b>4.55</b>
Sx=	22.8	22.8	22.8	22.8
Rp	70.224	73.644	98.496	103.74

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 51 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

TRATAMIENTOS	X	Z	Y
PROMEDIOS	1360	1367	1533
CLAVE	I	II	III

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 9.6. Evaluación del durazno sin empaque a 5°C

Se presenta la información en las siguientes tablas:



**TABLA N° 52 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN DURAZNO A TEMPERATURA DE 5°C**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	5179195				
Migrante/componente (r-1)	6	5171964	861994	27584	3	4.82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	2993	1496	48	3.88	6.93
Error (r-1) (t-1)	12	375	31			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 53 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3.03</b>	<b>3.23</b>	<b>4.32</b>	<b>4.55</b>
Sx=	2.1	2.1	2.1	2.1
Rp	6.468	6.783	9.072	9.555

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 54 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

TRATAMIENTOS	X	Z	Y
PROMEDIOS	1430	1438	1458
CLAVE	I	II	III

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 9.7. Evaluación del durazno con empaque a 15°C

Se presenta la información en las siguientes tablas:

**TABLA N° 55 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN DURAZNO A TEMPERATURA DE 15°C**

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	4200959				
Migrante/componente (r-1)	6	4042020	673670	189	3	4.82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	116140	58070	16.28	3.88	6.93
Error (r-1) (t-1)	12	42800	3567			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 56 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3.03</b>	<b>3.26</b>	<b>4.32</b>	<b>4.55</b>
Sx=	22.57	22.57	22.57	22.57
Rp	69.5156	72.9011	97.5024	102.6935

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 57 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

TRATAMIENTOS	X	Z	Y
PROMEDIOS	1251	1273	1419
CLAVE	I	II	III

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 9.8. Evaluación del durazno con empaque a 5°C

Se presenta la información en las siguientes tablas:

**TABLA N° 58 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN DURAZNO A TEMPERATURA DE 5°C**

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	5884079				
Migrante/componente (r-1)	6	5844627	974105	31171	3	4.82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	23175	11587	371	3.88	6.93
Error (r-1) (t-1)	12	375	31			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 59 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%		Etc
	2	3	2	3	
<b>Qp</b>	<b>3.03</b>	<b>3.23</b>	<b>4.32</b>	<b>4.55</b>	
Sx=	2.1	2.1	2.1	2.1	
Rp	6.468	6.783	9.072	9.555	

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 60 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

TRATAMIENTOS	X	Z	Y
PROMEDIOS	1266	1312	1347
CLAVE	I	II	III

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 9.9. Evaluación de la ciruela sin empaque a 15°C

Se presenta la información en las siguientes tablas:

**TABLA N° 61 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CIRUELA A TEMPERATURA DE 15°C**

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	4155396				
Migrante/componente (r-1)	6	3854436	642406	169	3	4.82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	255404	127702	33.64	3.88	6.93
Error (r-1) (t-1)	12	45555	3796			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 62 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3.08</b>	<b>3.23</b>	<b>4.32</b>	<b>4.55</b>
Sx=	23.28	23.28	23.28	23.28
Rp	71.7024	75.1944	100.5696	105.924

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 63 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

TRATAMIENTOS	X	Z	Y
PROMEDIOS	1247	1273	1493
CLAVE	I	II	III

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 9.10. Evaluación de la ciruela sin empaque a 5°C

Se presenta la información en las siguientes tablas:

**TABLA N° 64 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CIRUELA A TEMPERATURA DE 5°C**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	5241788				
Migrante/componente (r-1)	6	5208670	868112	27780	3	4.82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	25228	12614	404	3.88	6.93
Error (r-1) (t-1)	12	375	31			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 65 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3.03</b>	<b>3.23</b>	<b>4.32</b>	<b>4.55</b>
Sx=	2.1	2.1	2.1	2.1
Rp	6.468	6.783	9.072	9.555

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 66 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

TRATAMIENTOS	X	Z	Y
PROMEDIOS	1366	1373	1443
CLAVE	I	II	III

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 9.11. Evaluación de la ciruela con empaque a 15°C

Se presenta la información en las siguientes tablas:

**TABLA N° 67 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CIRUELA A TEMPERATURA DE 15°C**

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculado	Tabular	
					5%	1%
Total (tr-1)	20	3582245				
Migrante/componente (r-1)	6	1626622	271104	4	3	4.82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	1220235	610117	10	3.88	6.93
Error (r-1) (t-1)	12	735388	61282			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 68 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3.03</b>	<b>3.23</b>	<b>4.32</b>	<b>4.55</b>
Sx=	93.6	93.6	93.6	93.6
Rp	288.2	302.2	404.2	425.7

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 69 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

TRATAMIENTOS	Z	Y	X
PROMEDIOS	862	1358	832
CLAVE	II	III	I

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 9.12. Evaluación de la ciruela con empaque a 5°C

Se presenta la información en las siguientes tablas:

**TABLA N° 70 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MIGRACIÓN MOLECULAR EN LA PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN CIRUELA A TEMPERATURA DE 5°C**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio (varianza)	Valor de F		
				Calculad	Tabular	
					5%	1%
Total (t-1)	20	439817				
Migrante/componente (r-1)	6	380644	63441	19	3	4.82
Tiempo almacenamiento (t-1)	2	19752	9876	3	3.88	6.93
Error (r-1) (t-1)	12	39422	3285			

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 71 AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN AES (D)**

Valores dp	5%		1%	
	2	3	2	3
<b>Qp</b>	<b>3.08</b>	<b>3.23</b>	<b>4.32</b>	<b>4.55</b>
Sx=	21.7	21.7	21.7	21.7
Rp	66.7	70.0	93.6	98.6

Fuente: Elaboración propia, 2015

**TABLA N° 72 ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADO PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO**

TRATAMIENTOS	X	Y	Z
PROMEDIOS	818	865	791
CLAVE	II	III	I

Fuente: Elaboración propia, 2015