

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas

### Programa Profesional de Ingeniería Biotecnológica



“Elaboración y evaluación de películas comestibles en base a mezclas de almidón de *Solanum tuberosum* (papa), *Manihot esculenta* (yuca), proteína de soya, aceites esenciales de *Minthostachys spp.* (muña) y de *Citrus sinensis* (naranja) para prolongar la vida de anaquel de *Ficus carica* (higo) y *Fragaria x ananassa* (fresa)

*Tesis presentada por las Bachilleres:*

*Calle Cardeña, Eliana Cecilia*

*Hanco Chire, Cynthia Joseline*

*Para optar el título profesional de*

**INGENIERO BIOTECNÓLOGO**

*Asesor: Ing. Javier Roque*

**AREQUIPA – PERÚ**

**2014**

# AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios y a la virgen por brindarnos la fuerza, tenacidad y perseverancia necesaria durante la ejecución de nuestro proyecto de tesis.

A nuestro asesor, Ingeniero Javier Roque Rodríguez por su dedicación, apoyo e impulso constante, así como también por los conocimientos brindados a lo largo de nuestra vida universitaria y realización del proyecto de tesis.

Los asistentes de laboratorio, Sr. Froylan, Sra. Ana María, y Sr. Sabino, quienes muy amablemente nos brindaron su apoyo en todo el proceso experimental.

A Laboratorios Llerena, por la colaboración desinteresada en el desarrollo del trabajo de tesis.

A nuestros familiares quienes nos ayudaron y alentaron perennemente a seguir adelante y a no rendirnos frente a los obstáculos que se nos presentaron.

A nuestros amigos, Max, Rafael, María Jimena, Juan, Ian Pierre y Grecia, con quienes hemos compartido gratas experiencias durante nuestra vida universitaria y no cesaron en apoyarnos constantemente.

Finalmente, a todas aquellas personas que noble y generosamente nos apoyaron en todo el transcurso del desarrollo de nuestra tesis.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis, a Dios, la Virgen y a mi Ángel Tobías quienes son mi soporte espiritual y guías continuos.

A mis padres Henry y Marcela quienes siempre fomentaron la perseverancia y forjaron en mí el carácter firme para no darme por vencida frente a los obstáculos que se presentan a lo largo de mi vida.

A mis hermanos María del Rosario, José Carlos y Gladys Elizabeth, en quienes siempre he encontrado amistad y respaldo, así también avivan en mí el deseo de surgir y alcanzar todas las metas que he de trazarme en cada etapa de mi vida.

A mi amiga Cynthia, con quien he compartido muchas experiencias antes, durante y después de realizar la tesis, te quiero mucho.

Eliana Cecilia Calle Cardeña

Este trabajo quiero dedicarlo a Dios y a María Auxiliadora por darme la oportunidad de poderlo realizar.

A mis padres José Luis y Julia por brindarme todo el amor, apoyo, y comprensión en buenos y malos momentos, ya que sin ellos esta meta no hubiera sido posible.

A mi hermano Luis quien siempre me impulsa a seguir adelante y a no rendirme a pesar de las circunstancias.

A mis abuelitos Alejandrino, Amelia, Luis y Rufina, siempre he sentido su apoyo y su presencia en cada paso que doy en mi vida, los quiero y aprecio mucho.

A mi amiga y compañera de tesis Cecilia, hemos pasado por muchas cosas, pero al fin lo logramos, fue muy grato hacer la tesis juntas.

Cynthia Hanco Chire

## Índice de Abreviaturas

AAP	:	ambiente almidón de papa
RAP	:	refrigeración almidón de papa
AAPM	:	ambiente almidón de papa con aceite esencial de muña
RAPM	:	refrigeración almidón de papa con aceite esencial de muña
AAPN	:	ambiente almidón de papa con aceite esencial de naranja
RAPN	:	refrigeración almidón de papa con aceite esencial de naranja
AA Y	:	ambiente almidón de yuca
RAY	:	refrigeración almidón de yuca
AA YM	:	ambiente almidón de yuca con aceite esencial de muña
RAYM	:	refrigeración almidón de yuca con aceite esencial de muña
AA YN	:	ambiente almidón de yuca con aceite esencial de naranja
RAYN	:	refrigeración almidón de yuca con aceite esencial de naranja
AP	:	ambiente proteína de soya
RP	:	refrigeración proteína de soya
APM	:	ambiente proteína de soya con aceite esencial de muña
RPM	:	refrigeración proteína de soya con aceite esencial de muña
APN	:	ambiente proteína de soya con aceite esencial de naranja
RPN	:	refrigeración proteína de soya con aceite esencial de naranja
APAP	:	ambiente proteína de soya y almidón de papa
RPAP	:	refrigeración proteína de soya y almidón de papa
APAPM	:	ambiente proteína de soya y almidón de papa con aceite esencial de muña
RPAPM	:	refrigeración proteína de soya y almidón de papa con aceite esencial de muña
APAPN	:	ambiente proteína de soya y almidón de papa con aceite esencial de naranja
RPAPN	:	refrigeración proteína de soya y almidón de papa con aceite esencial de naranja
APAY	:	ambiente proteína de soya y almidón de yuca
RPAY	:	refrigeración proteína de soya y almidón de yuca
APAYM	:	ambiente proteína de soya y almidón de yuca con aceite esencial de muña
RPAYM	:	refrigeración proteína de soya y almidón de yuca con aceite esencial de muña
APAYN	:	ambiente proteína de soya y almidón de yuca con aceite esencial de naranja
RPAYN	:	refrigeración proteína de soya y almidón de yuca con aceite esencial de naranja

## ÍNDICE

RESUMEN .....	3
CAPÍTULO I.....	7
INTRODUCCIÓN .....	7
1. JUSTIFICACIÓN.....	10
2. OBJETIVOS .....	11
2.1 GENERAL .....	11
2.2 ESPECÍFICOS .....	11
3. HIPÓTESIS.....	12
4. VARIABLES E INDICADORES.....	13
CAPÍTULO II.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 FUENTES NATURALES NATIVAS DE ALMIDÓN.....	14
2.2 FUENTES NATURALES PROTEICA NATIVAS.....	21
2.3 CONSERVANTES Y ADITIVOS.....	23
2.4 PELÍCULAS COMESTIBLES .....	28
2.5 FRESAS .....	33
2.6 HIGOS.....	35
2.7 MANEJO DE LA VIDA DE ANAQUEL .....	36
2.8 PERSPECTIVAS FUTURAS .....	37
CAPÍTULO III .....	38
MATERIALES Y MÉTODOS .....	38
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN .....	38
3.2 MATERIALES.....	38
3.3 MÉTODOS.....	40
3.3.1 OBTENCIÓN DE MATERIAS PRIMAS .....	40
3.3.2 EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS <i>Solanum tuberosum</i> (PAPA) Y <i>Manihot esculenta</i> (YUCA).....	41
3.3.3 EVALUACIÓN PROTEÍNA DE SOYA POR MÉTODO DE BIURET. ....	43
3.3.4 AISLAMIENTO DE HONGOS QUE CAUSAN PODREDUMBRE EN FRUTOS DE FRESAS E HIGOS.....	44
3.3.5 EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL DE <i>Minthostachys spp.</i> (MUÑA) Y <i>Citrus</i> <i>sinensis</i> (NARANJA).....	44

3.3.6 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE CRECIMIENTO FUNGAL DE LOS ACEITES ESENCIALES DE <i>Citrus sinensis</i> (NARANJA) Y <i>Minthostachys spp.</i> (MUÑA) .....	45
3.3.7 ELABORACIÓN DE LAS PELÍCULAS COMESTIBLES.....	48
3.3.8 APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO .....	49
3.3.9 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MICROSCÓPICA DE LAS PELÍCULAS .....	50
3.3.10 CARACTERIZACIÓN FISICOQUIMICA DE LOS FRUTOS RECUBIERTOS.....	51
3.3.11 EVALUACIÓN VISUAL DE LOS FRUTOS RECUBIERTOS.....	53
3.4. DIAGRAMA OPERACIONAL.....	54
CAPÍTULO IV .....	55
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	55
4.1 EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS <i>Solanum tuberosum</i> (PAPA) Y <i>Manihot esculenta</i> (YUCA).....	55
4.2 EVALUACIÓN PROTEÍNA DE SOYA POR MÉTODO DE BIURET .....	56
4.3 AISLAMIENTO DE HONGOS QUE CAUSAN PODREDUMBRE EN FRUTOS DE FRESAS E HIGOS.....	57
4.4 EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MUÑA Y NARANJA .....	59
4.5 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE CRECIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA Y MUÑA CONTRA HONGOS QUE CAUSAN PODREDUMBRE EN FRESAS E HIGOS .....	60
4.6 CARACTERIZACIÓN DE LAS PELÍCULAS COMESTIBLES.....	62
4.7 PRUEBAS FISICOQUIMICAS Y ESTADÍSTICA REALIZADAS A LOS FRUTOS RECUBIERTOS.....	68
4.8. EVALUACIÓN VISUAL DE LOS FRUTOS RECUBIERTOS.....	89
CAPÍTULO V .....	90
CONCLUSIONES .....	90
CAPÍTULO VI .....	92
SUGERENCIAS .....	92
BIBLIOGRAFÍA .....	93
ANEXOS .....	99



## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto de las películas comestibles para prolongar la vida de anaquel de frutos altamente perecibles como son *Fragaria x ananassa* (fresa) e *Ficus carica* (higo). Dichas películas fueron elaboradas a partir de almidón de *Solanum tuberosum* (papa), almidón de *Manihot esculenta* (yuca), proteína de soya, con las respectivas mezclas de proteína con los almidones, usándose como agente anti fúngico los aceites esenciales de *Minthostachys spp.* (muña) y *Citrus sinensis* (naranja).

Los tubérculos como *Solanum tuberosum* (papa) y las raíces como *Manihot esculenta* (yuca), ambos fueron lavados, picados y rallados a partir de los cuales se realizó la extracción del almidón de ambas materias primas.

Posterior a ello se inició la recolección de *Minthostachys spp.* (muña) y cáscaras frescas de *Citrus sinensis* (naranja). Las hojas seleccionadas de *Minthostachys spp.* (muña) se pusieron a secar para posteriormente realizar la extracción de aceite esencial respectivo, para la extracción del aceite esencial de *Citrus sinensis* (naranja) se utilizaron las cascarras frescas de dicho cítrico.

Por otro lado se aislaron hongos que son capaces de producir el deterioro de *Fragaria x ananassa* (fresa) y *Ficus carica* (higo), con la obtención de los aceites esenciales se determinó el porcentaje de inhibición de dichos aceites con respecto a los hongos aislados.

Se elaboraron películas comestibles de almidón de *Solanum tuberosum* (papa), almidón de *Manihot esculenta* (yuca) y proteína de soya, realizando también mezclas entre el almidón de papa y la proteína de soya (50:50) como también entre almidón de yuca y proteína de soya en la misma proporción que la mezcla anterior. A las referidas películas comestibles se les realizaron pruebas como medición de tensión, medición del espesor, microscopia electrónica de barrido (SEM) y microscopia óptica.

Las diferentes películas comestibles fueron aplicadas tanto en fresas como en higos utilizando el método de inmersión para la aplicación del recubrimiento. A los frutos recubiertos como a los testigos se les realizaron pruebas como pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles, pH, acidez titulable e índice de madurez, se evaluaron dos temperaturas, temperatura ambiente y temperatura de refrigeración, este procedimiento fue realizado a lo largo de 7 días.

Como resultado de la aplicación de las películas comestibles en cada uno de los frutos se lograron seleccionar las mejores películas para cada uno de ellos, siendo las mejores para el caso de la fresa RAP, AAYN, AP, APAP, APAPN, APAYN, y para el caso de higo las mejores películas fueron AAP, AAY, AAYN, AP, RPM, APAP, APAY. Representando la letra A temperatura ambiente, la letra R temperatura de refrigeración, las letras AP almidón de papa, las letras AY almidón de yuca, la letra P proteína de soya, las letras M y N muña y naranja respectivamente. Las películas comestibles referidas lograron extender la vida de anaquel de los frutos anteriormente mencionados.



## ABSTRACT

In this investigation was evaluated the effect of edible film to prolong the shelf life of highly perishable fruits such as *Fragaria x ananassa* (strawberry) and *Ficus carica* (fig). These films were made from *Solanum tuberosum* (potato) starch, *Manihot esculenta* (cassava) starch, soy protein, with the respective mixtures of protein with starches, anti fungal agent being used as essential oils *Minthostachys spp.* (Muña) and *Citrus sinensis* (orange).

The tubers as *Solanum tuberosum* (potato) and roots as *Manihot esculenta* (cassava), both were washed, chopped and shredded from which was performed the extraction of starch from both raw materials.

Subsequent to this we began the collection of *Minthostachys spp.* (Muña) and fresh peel of *Citrus sinensis* (orange). Selected leaves of *Minthostachys spp.* (Muña) were placed to dry for later perform respective extraction of essential oil. To extract the essential oil of *Citrus sinensis* (orange) were used fresh citrus peels.

Furthermore fungi which are capable of producing impairment in *Fragaria x ananassa* (strawberry) and *Ficus carica* (fig) were isolated, with essential oils which were obtained before, was determined the percentage of inhibition of each essential oils versus fungal isolates.

Were made edible films from *Solanum tuberosum* (potato) starch, *Manihot esculenta* (cassava) starch and soy protein, also were produced edible films making mixtures between potato starch and soy protein (50:50) as between cassava starch and soy protein in the same proportion as the above mixture. In the aforementioned edible films were tested strain measurement, thickness measurement, scanning electron microscopy (SEM) and optical microscopy.

The different edible films were applied both strawberries and figs using the immersion method for applying the coating. A coated as witnesses fruits tests were conducted as weight loss, firmness, soluble solids, pH, titratable acidity and maturity index, two temperatures were evaluated, room temperature and refrigeration temperature, this procedure was performed along 7 days.

As a result of the application of edible films in each of the fruits were able to select the best films for each of them, being the best for the case of strawberries were RAP AAYN, AP, APAP, APAPN, APAYN, and the best for fig were AAP, AAY, AAYN, AP, RPM, APAP, APAY. Being the letter A room temperature, the letter R cooling temperature, the letters AP potato starch, cassava starch the AY letters, the letter P soy protein, the letters M and N muña and orange respectively. Edible films referred manage to extend the shelf life of the aforementioned fruits.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Las películas comestibles son capas delgadas de un material que puede ser consumido por los seres vivos y que a la vez puede actuar como barrera a la transferencia de agua, gases y solutos de alimentos. La función más importante de las películas comestibles es la reducción de la pérdida de humedad, también ha de cumplir funciones como reducir el transporte de gases, la migración de aceites y grasas, la disminución del transporte de solutos, mejorar las propiedades mecánicas y de manejo de los alimentos, proveer integridad estructural a los alimentos y retener los componentes volátiles (1).

*Fragaria x ananassa* (fresa) es nativa de las regiones templadas del mundo y se cultiva en cantidades considerables. En la región Arequipa se viene cultivando con técnicas de hidroponía en invernaderos principalmente. Esta fruta se emplea para el consumo humano, en fresco, en mermeladas, jaleas, etc.

A partir del momento de la recolección se presentan procesos de gran importancia como son la selección, empaque, transporte y almacenaje. Una fresa cosechada en plena maduración y mantenida a temperatura ambiente se deteriora en un 80 % en solo 8 horas.

La pérdida de calidad de este fruto se debe a su actividad metabólica alta y su sensibilidad al deterioro por hongos como *Rhizopus stolonifer* quien es el que causante de putrefacción del fruto, *Rhizopus stolonifer* es un fitopatógeno muy versátil y de rápido crecimiento que causa grandes pérdidas económicas.

Los daños mecánicos ocurridos después de cosechar, limpiar y clasificar los frutos, no solo incrementan las pérdidas de calidad de estos sino también disminuyen su vida de anaquel. Tales daños mecánicos en frutos pequeños influyen en el debilitamiento de la pared celular, la pérdida de firmeza y el incremento en la actividad enzimática. Lo cual conduce a una mayor velocidad de respiración y deterioro del fruto.

Por otra parte *Ficus carica* (higo) produce una infrutescencia con forma de baya jugosa en forma de pera cuya piel es dura y presenta una gama de colores según la variedad. Su interior es de color claro conteniendo una masa numerosa de semillas, limitadas por una masa jugosa. Este fruto es originario del suroeste de Asia. Se ha extendido a todas las zonas de clima mediterráneo y subtropical.

El higo es una fruta delicada que cuando llega a sufrir algún deterioro en su cáscara se deteriora en menos de 24 horas, este es un fruto no climatérico, es un fruto fresco muy perecedero y tienen una tasa de respiración moderada. Se conservan hasta por 8 días en condiciones ambientales con un manejo adecuado, con una buena ventilación, a una temperatura entre 15 y 20°C y una humedad relativa entre 90 y 92%.

La principal causa de deterioro de brevas e higos es la alta incidencia de pudriciones fungosas en la vida de anaquel, las que se favorecen principalmente por la facilidad de daño de la epidermis y alto contenido de azúcares de los frutos (2). En este sentido los ataques más comunes sería de diferentes especies de *Penicillium*.

La fresa y el higo son frutos con corta vida de anaquel, siendo estos muy susceptibles a la degradación, para poder evitar este proceso se utilizara un recubrimiento con películas comestibles.

Para extender la vida de anaquel y reducir su deterioro de estos frutos se almacenan en refrigeración, siendo esta técnica aplicada en muchos de estos grandes supermercados

pero no con gran eficiencia debido a que la refrigeración no ayuda a mantener las frutas con las características deseadas por un periodo largo de tiempo.

Las películas comestibles a utilizar tendrán como componentes principales los almidones de *Solanum tuberosum* (papa), *Manihot esculenta* (yuca), proteína de soya y aceites esenciales de *Minthostachis spp.* (muña) y *Citrus sinensis* (naranja) dándole un valor agregado a dichas películas. Las ventajas de usar películas comestibles son que muchas de ellas mejoran la retención de ácidos, azúcares y componentes del sabor, reducen la pérdida de agua, mantienen la calidad durante el almacenamiento y permiten la adición de otros compuestos.



## 1. JUSTIFICACIÓN

Las películas comestibles hacen posible que los frutos recubiertos tengan una prolongación de la vida de anaquel, dentro de su composición utilizaremos almidones extraídos de tubérculos como *Solanum tuberosum* (papa), raíces como *Manihot esculenta* (yuca) y proteína de *Glycine max.* (soya).

Los aceites esenciales de *Minthostachys spp* (muña) y de *Citrus sinensis* (naranja) cuentan con propiedades antimicrobianas, lo cual evitaría la contaminación con hongos fitopatógenos, proporcionándole una mayor capacidad de protección a la película.

La *Fragaria x ananassa* (fresa) y *Ficus carica* (higo) son frutos con corta vida de anaquel, siendo estos muy susceptibles a la degradación rápida, para poder evitar este proceso se utilizara películas comestibles.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 GENERAL

Elaborar y evaluar películas comestibles en base a mezclas de almidón de *Solanum tuberosum* (papa), *Manihot esculenta* (yuca), proteína de soya, aceites esenciales de *Minthostachys spp.* (muña) y de *Citrus sinensis* (naranja) para prolongar la vida de anaquel de *Ficus carica* (higo) y *Fragaria x ananassa* (fresa)

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar el porcentaje de rendimiento de la extracción de almidón de *Solanum tuberosum* (papa), *Manihot esculenta* (yuca), así como también el rendimiento de los aceites esenciales provenientes de *Minthostachys spp.* (muña) y de *Citrus sinensis* (naranja),
- Determinar los porcentajes de inhibición de crecimiento fungal de los aceites esenciales de *Minthostachys spp.* (muña) y de *Citrus sinensis* (naranja) frente a los hongos *Rhizopus stolonifer* y *Penicillium spp.* causantes de la podredumbre de *Ficus carica* (higo) y *Fragaria x ananassa* (fresa)
- Evaluar la calidad de las películas comestibles elaboradas mediante una caracterización mecánica y microscópica de las mismas
- Evaluar y comparar las características fisicoquímicas de las películas comestibles en los frutos recubiertos, así como también la relación en la vida de anaquel de los mencionados frutos.

### 3. HIPÓTESIS

Si existen películas comestibles que son utilizadas en el recubrimiento de diversas frutas y vegetales, es posible elaborar películas comestibles a base de almidones extraídos de *Manihot esculenta* (yuca) y *Solanum tuberosum* (papa), como también proteína de soya y aceites esenciales como el de *Minthostachys spp* (muña) y *Citrus sinensis* (naranja) para así alargar la vida de anaquel de *Ficus carica* (higo) y *Fragaria x ananassa* (fresa).

#### 4. VARIABLES E INDICADORES

**Tabla 1. Variables Independientes**

<b>Variables Independientes</b>	<b>Indicadores</b>
- Tipos de Almidón	Porcentaje de rendimiento de almidón de <i>Solanum tuberosum</i> (Papa), <i>Manihot esculenta</i> (Yuca).
- Tipos de Aceite	Rendimiento en mL. de aceite esencial de <i>Minthostachys spp</i> (Muña) y de <i>Citrus sinensis</i> (Naranja)
- Temperaturas para el almacenamiento de Higos y Fresas	Temperatura ambiente 20°C, temperatura de refrigeración 4 °C
- Tipos de frutos	<i>Ficus carica</i> (Higo) y <i>Fragaria x ananassa</i> (Fresa)

**Tabla 2. Variables Dependientes**

<b>Variables Dependientes</b>	<b>Indicadores</b>
- Composición Membrana	Material hidrocoloide (g) , glicerol (mL) y Tween 60 (g).
- Características físicas y microscópicas de las películas comestibles	Medición de la tensión (N), Medición de espesor (mm), Microscopia Electrónica de Barrido (SEM), Microscopia Óptica
- Inhibición de crecimiento	Diametro del halo (cm)
- Características fisicoquímicas de los frutos recubiertos	Medición de firmeza, pH, solidos solubles totales (°Brix), acidez titulable (% ácido cítrico), índice de madurez, pérdida de peso (g)

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

La conservación de los alimentos es un aspecto clave en la industria alimentaria, razón por la que se han desarrollado diversos métodos como el empleo de películas protectoras, las cuales han ido evolucionando hasta llegar a ser elaboradas a partir de materiales biopolímeros como son los polisacáridos, las proteínas y los lípidos, generándose un concepto denominado películas comestibles.

#### 2.1 FUENTES NATURALES NATIVAS DE ALMIDÓN

##### a) Almidón

El almidón es un polisacárido vegetal que se almacena en las raíces, tubérculos y semillas de las plantas. Está en el endospermo de todos los granos. El almidón se puede hidrolizar a la

glucosa y proporcionar al hombre la energía y la glucosa que son necesarias para que el cerebro y el sistema nervioso central funcionen.

El contenido de almidón varía según la fuente de obtención, la más importante son los cereales (maíz, arroz, trigo) con un contenido aproximado de 30-80%, en leguminosas (fríjol, chícharo, haba) un 25-50% y en tubérculos (papa, tapioca, yuca,) representa un 60-90% de la materia seca (3).

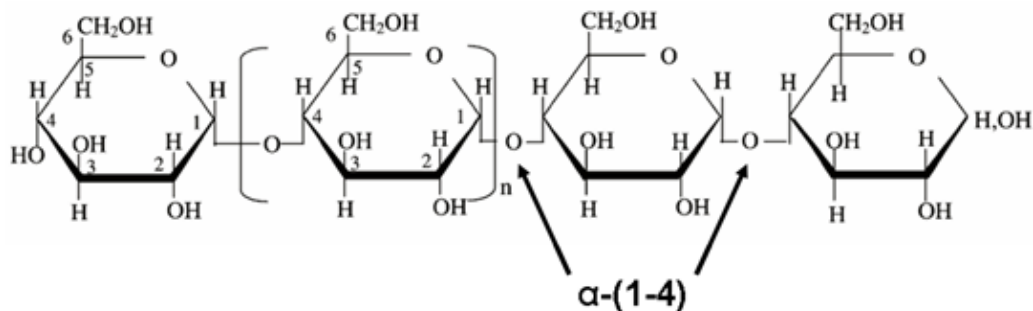
Este polisacárido está organizado en partículas discretas conocidas como gránulos, cuya morfología, composición química y estructura son características de cada especie botánica. El tamaño de los gránulos de almidón varía de 0.5 a 100  $\mu\text{m}$  (4).

Los granos de almidón, o gránulos, contienen polímeros de glucosa de cadena larga y son insolubles en el agua. Los gránulos de almidón forman una suspensión temporal cuando se agitan en agua. Los gránulos sin cocer pueden hincharse ligeramente a medida que absorben agua. Sin embargo una vez que cuece, el hinchamiento es irreversible. Esta característica de los gránulos de almidón permite que el almidón se use como espesante (5).

## **b) Estructura del Almidón**

Su estructura es la de un homopolisacárido de moléculas de D-anhidroglucosa unidas mediante enlace  $\alpha$  (1,4) y  $\alpha$  (1,6). Está constituido por dos tipos de polímeros, amilosa y amilopectina cuya proporción confiere diferentes características de comportamiento y varía de acuerdo con la fuente de obtención del almidón.

La amilosa es un polímero lineal formado por unidades de  $\alpha$ -D-anhidroglucosa unidas en la posición (1,4). Presenta una disposición espacial helicoidal mediante uniones de puente de hidrogeno que pueden debilitarse y romperse fácilmente por acción del pH y la temperatura. Este hecho provoca una mayor movilidad de la molécula y una reordenación de la amilosa con nuevos enlaces inter e intramoleculares que se conoce con el nombre de retrogradación.



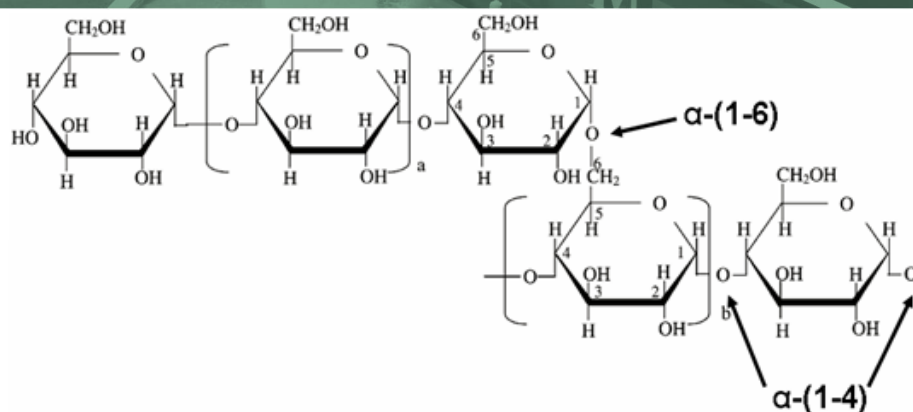
**Figura 1. Estructura de la amilosa**

Fuente: Tovar Benites(3)

El fenómeno de retrogradación consiste en la reordenación de las moléculas de amilosa durante el proceso de enfriamiento. Cuando los almidones se cuecen y gelatinizan, la fracción de amilosa se disuelve completamente y con el tiempo, tiende a asociarse en grupos lineales formando conjuntos cristalinos por medio de puentes de hidrógeno intermoleculares. Este fenómeno provoca que las soluciones se vuelvan opacas y formen geles rígidos que finalmente puedan dejar agua libre en un proceso conocido como sinéresis, que en la mayoría de casos es irreversible (4).

El grado de polimerización de la molécula de amilosa (100-10000) y la longitud de la cadena influyen mucho en el comportamiento del almidón en disolución.

La amilopectina es un polímero ramificado formado por unidades de  $\alpha$ -D-anhidroglucosa unidas mediante enlaces (1,4) en las zonas lineales, y enlace (1,6) en las zonas de ramificación. Su estructura abierta, facilita la hidratación de la molécula e impide o retrasa el fenómeno de retrogradación.



**Figura 2. Estructura de la amilopectina**

Fuente: Tovar Benites(3)

Por lo general, la molécula de amilopectina presenta un grado de polimerización mayor que la amilosa. También presenta ramificaciones, lo que dificulta la movilidad y reorientación de la molécula, disminuyendo así la retrogradación y consiguiendo soluciones más estables.

### c) Almidones Nativos

Los almidones nativos son los extraídos de la materia prima vegetal mediante procesos de molienda por vía seca o húmeda. Obteniendo un polvo con diferentes proporciones de amilosa y amilopectina.

Lo gránulos de almidón nativo se hinchan rápidamente y tienden a romperse, perdiendo viscosidad y dando lugar a pastas de cuerpo flojo, muy fibrosas y cohesivas.

Tienen una estabilidad muy pequeña a baja temperatura y no son demasiado resistentes en alimentos que tengan un pH relativamente bajo, temperaturas de proceso relativamente elevadas o equipos demasiado cizallantes. Por estas razones, los almidones nativos no tienen, en muchos casos, las propiedades o la estabilidad requeridas en el mayoría de las aplicaciones de la industria alimentaria, ya que presentan unas limitaciones de:

- Retrogradación
- Inestabilidad de ácidos
- Sinéresis
- Texturas inestables

Se usa poco en estado natural ya que sus suspensiones y geles son poco estables, por lo que en su lugar se emplean los almidones modificados (5).

#### **d) Almidones Modificados**

Los almidones modificados proceden de los almidones nativos los que posteriormente han sido tratados física y/o químicamente, para conseguir mejorar sus propiedades funcionales. Así mediante la aplicación de la tecnología se consigue que se ajuste a la funcionalidad necesaria para cada proceso (5).

#### **e) *Solanum tuberosum* (Papa)**

*Solanum tuberosum* (papa) constituye el cuarto alimento de mayor consumo en el mundo y su producción, a nivel mundial, es de unos 320 millones de toneladas por año. Esta cantidad tiende a aumentar mientras que la de los otros tres alimentos más consumidos, maíz, trigo y arroz, va decreciendo. Su cultivo se encuentra presente en más de cien países. Entre ellos, los de América del Norte y Europa vienen siendo de los mayores productores, aunque en las últimas décadas hubo un crecimiento extraordinario de estas plantaciones en Asia, África y América Latina.

La planta de papa es una herbácea de un metro de altura de la que se consume el tubérculo, que es el lugar de reserva de nutrientes. La papa tiene alto contenido de carbohidratos lo que posiciona como un alimento de alto valor energético. Además, aunque en menor medida, aporta proteínas en cantidad similar a los cereales y en mayor proporción que otros tubérculos. Su valor nutritivo incluye también aporte de vitamina C.

Existen más de 4.000 variedades de papa, lo que muestra la gran diversidad genética que presenta este cultivo. Esta riqueza en diversidad ha sido preservada, en gran medida, gracias a las prácticas tradicionales de los agricultores en los centros de origen de la papa (Región Andina).

Los hábitos de trabajo de los pequeños productores ubicados en la región andina respecto al cuidado de las semillas son los que han permitido el mantenimiento de la gran cantidad de variedades de este cultivo, adaptadas a distintas altitudes, temperaturas y suelos.

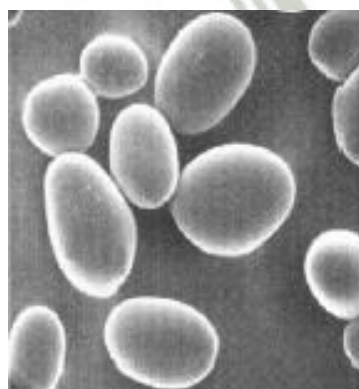
Las variaciones son en tamaño, color, forma o textura. De estas características depende el destino y el tipo de consumo que tendrá el alimento. Se cocina de diversas formas de acuerdo

a las costumbres de cada región. Puede comerse al horno, hervida, frita o deshidratada. Es ingrediente en ensaladas, sopas, tortillas, como relleno para pastas, tortas, galletas, y hasta se destila para hacer vodka. (6)

La papa se cultiva por multiplicación vegetativa, esto significa que se plantan los tubérculos. Este tipo de propagación implica poca variabilidad genética comparada con el uso de la semilla y debido a esto ofrece mayores riesgos frente a una posible enfermedad que ataque al cultivo. También pueden utilizarse las semillas con el fin de obtener nuevas variedades, ya que originan producciones de papas muy heterogéneas. Es común la práctica de intercambio de papa entre las comunidades andinas, en ferias campesinas y entre familias, para conservar las variedades nativas y favorecer el flujo genético. También en esta zona se toma el cuidado de variar las regiones de cultivo y de seleccionar los tubérculos más favorables para cada estación del año. Incluso un mismo productor cultiva en su tierra diferentes variedades de papa protegiéndose así de las plagas y asegurando la cosecha (7).

Una de las variedades más comunes es la papa Canchan-INIAA, es una variedad mejorada, como se mencionó liberada en 1990 por un trabajo conjunto entre el CIP y el INIA. Esta variedad se caracteriza por su forma redonda con ojos superficiales, piel rojiza clara y pulpa blanca cremosa. Tiene un periodo vegetativo intermedio (4 a 5 meses) y posee buenas aptitudes para la fritura y como papa de mesa (8).

El almidón de papa es la primera materia prima agroindustrial de América. Debido a su sabor natural, el almidón de papa es muy utilizado en la elaboración de muchos alimentos. Por su capacidad de retener agua que otras harinas, prolonga la vida útil de los productos de pastelería Gutierrez et al. 1992 mencionado por Quilca Burga Nancy (9).



**Figura 3. Microscopia Electrónica de Barrido de Almidón de papa**

Fuente Meré Marcos Javier (10)

**f) *Manihot esculenta* (Yuca)**

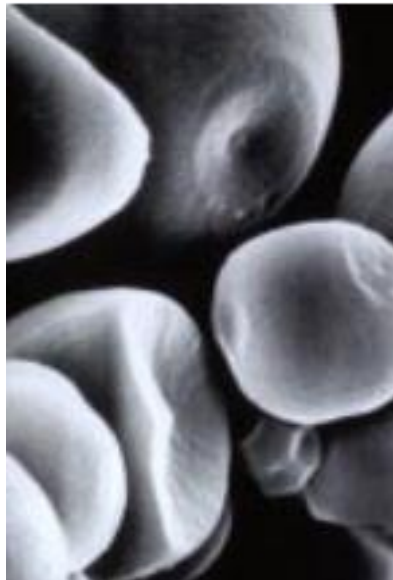
La yuca (*Manihot esculenta*) es una de las principales plantas alimenticias cultivadas en la Amazonía. Es un alimento energético importante que además es utilizado en la alimentación animal y en la industria de alcoholes y gomas. Su cultivo es relativamente fácil y se ha extendido a otras regiones tropicales, principalmente África, en donde constituye un alimento importante.

La cosecha se realiza entre los 6 y los 9 meses, especialmente en las variedades dulces (tienen poca concentración de ácido cianídrico) destinadas al consumo directo, sin embargo existen variedades que pueden cosecharse entre los 18 y los 24 meses. Las raíces duras y lignificadas sirven para consumo directo y para la obtención de harina o fariña. La cosecha se realiza arrancando la planta totalmente del suelo. En condiciones ambientales, no es posible conservar la raíz fresca más de tres días después de la cosecha. (4)

La pulpa de la raíz de yuca es una masa sólida y consistente, está compuesta principalmente por tejidos secundarios del xilema derivado del cambium cuyas células contienen almidón en abundancia en forma de gránulos redondos de tamaño desigual (11).

La siembra de diferentes variedades en un mismo campo es una estrategia local para mantener un stock de yuca a lo largo de un período prolongado durante el año. El cultivo de la yuca presenta diversas ventajas para la alimentación en zonas tropicales: cultivo fácil, resistencia a enfermedades y parásitos, rendimiento relativamente asegurado, posibilidades de conservación en el suelo y disponibilidad durante todo el año

Una de las variedades más comunes y conocidas es la variedad Hoja Morada (Yuca Blanca), que se cultiva en suelos inundables (restinga) y suelos no inundables (terrazza alta). Las matas presentan una regular conformación. Se cosecha a los 8 y los 12 meses de edad, pasada esta edad las raíces se ponen duras. Sufre un escaso ataque de insectos y enfermedades (12).



**Figura 4. Microscopia Electrónica de Barrido de Almidón de yuca**

Fuente: Alarcón F. Dufour D. (13)

## 2.2 FUENTES NATURALES PROTEICA NATIVAS

### a) Proteína

Las proteínas (también denominadas prótidos), unidades básicas químicas de los organismos vivientes, son elementos esenciales para la nutrición, crecimiento y reparación de los tejidos y constituyen su mayor suministrador de nitrógeno. Cuando la proteína no ha sufrido ningún cambio en su interacción con algún disolvente, se dice que presenta una estructura nativa. Se llama desnaturalización de las proteínas a la pérdida de las estructuras de orden superior (secundaria, terciaria y cuaternaria), quedando la cadena polipeptídica reducida a un polímero estadístico sin ninguna estructura tridimensional fija.

### b) Proteínas Vegetales

La demanda de alimentos han ido incrementando, en particular las proteínas, conviene utilizar mejor las proteínas vegetales como las provenientes de cereales:

- Sorgo: se ha obtenido híbridos del cruce de dos especies de mayor contenido en proteínas y más ricas en lisina. El sorgo es un cereal importante de las regiones secas.

- Triticale: se trata de un cereal resultante del cruce entre el trigo y el centeno. Comparado con los demás, es rico en lisina, metionina cistina y su nivel de proteína es elevado
- Amaranto: esta planta ha servido de alimento de base a los aztecas y a los incas. Crece en los altiplanos áridos y resiste bien a los vientos y al calor. Su contenido en proteínas es considerable, su concentración en lisina y metionina es elevada (14).

### **c) Soya**

La soya es la fuente más abundante y valiosa de proteínas vegetales, ya que además de ser de gran calidad, cuenta con un adecuado contenido de aminoácidos esenciales que representan beneficios importantes para la salud, entre ellos se encuentran la capacidad de reducir los niveles de colesterol en la sangre. Sin embargo, la soya contiene varias sustancias biológicamente activas que pueden interferir con la digestibilidad proteica. Es indispensable por ello aplicar un tratamiento térmico durante el procesamiento del grano, lo que permite una mejor utilización de dicha proteína por parte del organismo.

La soya se emplea en la dieta como ingrediente o como producto principal, ya que aporta un excelente valor nutritivo por sus distintas propiedades funcionales en los sistemas alimentarios, dentro de los que se incluyen la emulsificación, la gelación, la formación de espuma y la capacidad de retención de agua. El procesamiento del grano juega un papel importante en la mejora o modificación de las propiedades funcionales de su proteína y por lo tanto, puede ayudar a ampliar su aplicación prácticamente en todos los sistemas alimentarios (15).

### **d) Proteína de Soya**

El grano de soya contiene entre un 40 y un 46% de proteína y un 20% de lípidos. La proteína de soya es rica en lisina y, por consiguiente, recomendada para completar los cereales; el aminoácido limitante es la metionina (16).

La mayor parte de la proteína de soya es clasificada como globulinas, almacenadas en semillas llamadas leguminas y vicilinas, o glicinina y conglicinina en la soya. Al comparar las vicilinas con las leguminas, estas tienen un mayor peso molecular, menor solubilidad en soluciones salinas, alta estabilidad térmica y constituyen la mayor parte de las globulinas. Las

dos globulinas mayores de la soya,  $\beta$ -conglucina y glicina exhiben diferencias en la calidad nutricional y propiedades funcionales (17).

La proteína de soya se comercializa en forma de polvo o gránulos secos texturizados. El primer paso para su correcto uso es asegurar una correcta hidratación. En el caso de la proteína en polvo es necesario primero una buena dispersión con agitación y luego darle el tiempo (o temperatura si la aplicación lo permite) para hidratarla bien. La proteína de soya es la única proteína de consumo masivo del reino vegetal que tiene un alto estándar de calidad biológica (16).

El papel de la proteína de soya en diferentes sistemas alimentarios y su uso como un ingrediente funcional, principalmente, de sus propiedades fisicoquímicas, que están gobernadas por sus atributos estructurales y de conformación, la gelación es la capacidad para formar geles bajo ciertas condiciones. El gel es una red tridimensional que funciona como una matriz para retener agua, grasa, sabor, azúcar y otros aditivos alimentarios. Los factores principales que afectan la capacidad de gelación de una proteína son su concentración, la temperatura, duración del tratamiento térmico, así como las condiciones de enfriamiento (16).

### **2.3 CONSERVANTES Y ADITIVOS**

Existen varios materiales que pueden ser incorporados dentro de las películas comestibles y tener influencia en las propiedades mecánicas, protectoras y sensoriales. Menciona también que para incrementar las propiedades organolépticas o nutricionales en el alimento se pueden incorporar agentes saborizantes, pigmentos o aditivos nutricionales.

La influencia que tendrá el aditivo en las propiedades de la película dependerá en el grado de concentración, en la estructura química, en el grado de dispersión en la película y en la interacción con los polímeros.

#### **a) Plastificantes**

La incorporación de plastificantes tiene como objetivo mejorar la flexibilidad de los recubrimientos se debe a las fuerzas de cohesión que estabilizan la matriz polimérica de polisacárido o proteína. Los plastificantes debilitan estas fuerzas de cohesión entre las cadenas

de polímero, incrementando la movilidad de las mismas y mejorando la flexibilidad de la matriz polimérica. Sin embargo la reducción de la cohesión del polímero se traduce en un incremento de la permeabilidad a los gases y al vapor de agua del recubrimiento. Algunos de los plastificantes utilizados en la formulación de recubrimientos son polioles, como el glicerol, polietilenglicol, sorbitol, sacarosa y glucosa.

Para preservar la barrera al vapor de agua de los recubrimientos se pueden utilizar otros plastificantes de naturaleza hidrofóbica, como los ácidos grasos y sus derivados, y los aceites que, sin embargo, aumentan la permeabilidad al oxígeno del recubrimiento se pueden utilizar un tipo u otro plastificante, o una combinación de ambos (18).

### **b) Glicerol**

El glicerol constituye moléculas de triglicéridos cuando se combina con los ácidos grasos (oleico, palmítico, laurico y esteárico). Es un producto que tiene una gran capacidad para atraer la humedad, alcanza su punto de ebullición a los 290 °C, es dulce, viscoso, carece de olor y se disuelve en agua y alcohol.

A través del glicerol la industria alimentaria consigue emulsionar ingredientes que de por sí estarían separados. Por lo tanto se trata de un aditivo que mejora la presencia y la calidad de los productos. El glicerol utiliza en los alimentos preparados, también posee un valor espesante, endulzante, estabilizante, conservante y plastificante.[1]

### **c) Emulsificantes**

La emulsión es un sistema de dos fases que consta de dos líquidos parcialmente miscibles, uno de los cuales es dispersado en el otro en forma de glóbulos.

Un agente emulsivo, emulsificante o emulsionante, es una sustancia que disminuye la tensión superficial; se suele agregar a una de las fases para facilitar la formación de una dispersión estable

Existen diversas maneras de clasificar estos aditivos, siendo la más común en base a su estructura química:

- **Iónicos:** Son muy reactivos, ocasionando una neutralización de sus propiedades emulsionantes

- No iónicos: Son los más utilizados en la industria alimentaria, por ser más estables y efectivos.

En el mercado existe una gran variedad de emulsionantes, aunque no todos funcionan adecuadamente en cualquier alimento. De acuerdo a la composición y el estado de la dispersión, cada sistema requiere de un emulsionante específico. Por esta razón, la selección del aditivo adecuado debe de ser muy cuidadosa. [2]

#### **d) Los Polisorbatos**

Los surfactantes Tween son esencialmente derivados polioxietilénicos de los surfactantes span. Los surfactantes TWEEN son hidrofóbicos, generalmente solubles o dispersables en agua, y solubles en diferentes grados en líquidos orgánicos. Se utilizan para emulsificación aceite en agua, dispersión o solubilización de aceites, y para hacer lavables las pomadas anhidras, con frecuencia los surfactantes TWEEN se combinan con surfactantes de número similar SPAN o ARLACEL para promover la estabilidad de la emulsión. [3]

Con respecto al Tween 60, el número 60 que sigue al nombre de polisorbato se refiere a los ácidos grasos asociados químicamente con el componente de polioxietileno de sorbitán de la fórmula, en este caso el monoestearato.

#### **e) Polisorbato 60**

El polisorbato 60 es un compuesto sintético, producido a partir del óxido de etileno, conjuntamente con el sorbitol y el ácido esteárico. Se usa como emulsificante. El polisorbato 60 se utiliza en sustituto de crema, en alimentos horneados y en postres congelados. Funciona de forma similar a los monoglicéridos y los diglicéridos, pero requiere cantidades menores. El polisorbato 60 ayuda a los blanqueadores a disolverse en el café, ayuda al aceite de eneldo a solubilizarse en los frascos de pepinos con eneldo, impide que los alimentos horneados se vuelvan rancios y evita que el aceite se desolubilice en la crema batida artificial.

De acuerdo con la FDA, el polisorbato 60 no debe exceder el 0,61 por ciento de la mezcla para pasteles cuando se utiliza solo o con polisorbato 65, y el porcentaje total de todos los

polisorbatos no debe exceder el 0,66 por ciento. Cuando se utiliza como recubrimiento en confites o en productos de cacao, no debe exceder el 1 por ciento del peso total del producto.

#### **e) Agentes Antimicrobianos**

Los agentes antimicrobianos son sustancias usadas para conservar los alimentos, previniendo el crecimiento de microorganismos y el subsecuente deterioro. Su función tradicional es prolongar la vida de anaquel y preservar la calidad a través de la inhibición de microorganismos deteriorados.

Los antimicrobianos usados en alimentos inhiben el metabolismo y por lo tanto, el crecimiento de bacterias, mohos y levaduras. La acción de estos puede ser inhibitoria o letal, dependiendo de las concentraciones en que se utilicen.

Aunque los mecanismos de acción de los agentes antimicrobianos son distintos y no todos son conocidos, se sabe que la muerte de los microorganismos se basa en una serie de acontecimientos altamente selectivos. Junto a mecanismos físicos y fisicoquímicos, interfieren reacciones puramente bioquímicas (19).

#### **f) Aceites Esenciales**

Los aceites esenciales (también llamados aceites volátiles o etéreos) son mezclas de sustancias, de olor aromático intenso, generalmente líquidos volátiles arrastrables por el vapor del agua, contenidos en los vegetales. Poseen una alta volatilidad a temperatura ambiente, la cual no se observa entre agentes antimicrobianos; esta característica, junto con sus propiedades antivirales, antimicóticas, anti-oxigenicas, antiparásitas e insecticidas, han incrementado su interés por ellos.

Existe abundante evidencia científica en relación con la eficacia de diferentes fracciones de aceites esenciales de muchas especias y plantas como activos antimicrobianos, anti fúngicos y antivirales (20).

Los Aceites esenciales y sus constituyentes tienen un amplio espectro de acción antimicrobiana, donde la composición específica de cada aceite esencial así como la

estructura y grupos funcionales de sus componentes juegan un papel fundamental en su grado de reactividad.

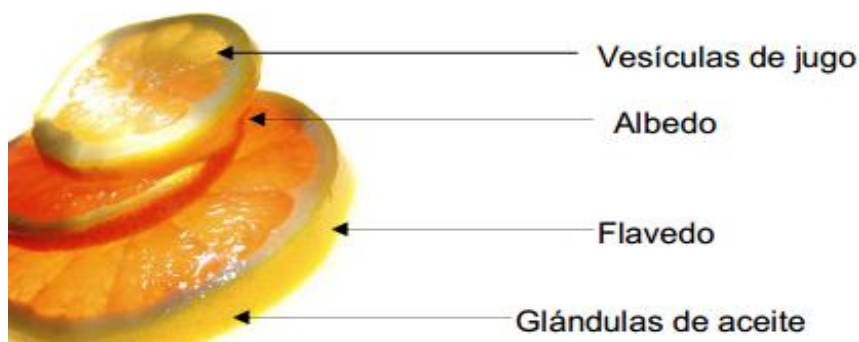
Los principales componentes de los Aceites esenciales son sustancias fenólicas, que además son las responsables conferir actividad antimicrobiana (20). Sin embargo, se ha informado de que otros componentes menores tienen una influencia crítica en la actividad antimicrobiana y antioxidante, actuando sinérgicamente con otros componentes (21).

### g) Aceite Esencial de Naranja

Del fruto de la naranja, no solamente se aprovechan los jugos alimenticios, sino que de la cáscara de la naranja se pueden obtener aceites que se utilizan como aromatizantes en diferentes industrias. Su aceite esencial es uno de los ingredientes básicos en las industrias de perfumería, alimentos, agronómica y farmacéutica (22).

El aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) especialmente el que se obtiene de la cáscara, presenta un alto contenido de monoterpenos representados en gran mayoría por el limoneno, y otros monoterpenos oxigenados como linalol y cineol que se encuentran en menor proporción. La mezcla de componentes de este aceite esencial ha demostrado actividad inhibitoria de crecimiento en diferentes cepas de hongos entre los que se encuentran algunas especies del género *Aspergillus* y *Penicillium*. (23).

Estas esencias tienen una variedad de aplicaciones en la industria de sabores y fragancias, también son diferentes en cuanto a sus características fisicoquímicas, organolépticas y costos. El aceite esencial de naranja se encuentra en glándulas ubicadas en el flavelo. La composición de aceite esencial de naranja varía dependiendo del grado de maduración de los frutos (24).



**Figura 5. Partes del fruto del Naranja**

Fuente: Comberiza, M., Blanco C. (26)

## **h) Aceite Esencial de Muña**

Son pocas las plantas peruanas que han validado su uso tradicional, una de estas es la Muña (*Minthostachys spp.*) conocida popularmente como muña, la cual es usada para el tratamiento de dolencias de vías respiratorias y digestivas. La muña habita en los diferentes pisos ecológicos de nuestra serranía, crece entre 2500 y 3500 msnm, donde existe en abundancia. Es una planta hemicriptófila que durante el invierno frío y seco desaparecen sus hojas para brotar nuevamente con las primeras lluvias de la primavera.

Diversos estudios han mostrado su efecto antibacteriano e insecticida, otros han explorado que metabolitos están presentes en su aceite esencial. Sin embargo, poco se ha explorado sobre su efecto antimicótico, lo cual fue objeto de nuestro estudio.

El aceite esencial de muña se encuentra conformado por sustancias oxigenadas aromáticas o alicíclicas, principalmente tres monoterpenos: pulegona, mentona y limoneno que han sido previamente identificados en otros estudio (25).

## **2.4 PELÍCULAS COMESTIBLES**

### **a) Definición**

Una película o recubrimiento comestible se puede definir como una capa fina y continua de material comestible que se dispone sobre una superficie alimentaria para mejorar la calidad y aumentar la vida útil del alimento, se considera película comestible cuando se ha preformado antes de su aplicación, el recubrimiento comestible se forma directamente sobre la superficie alimentaria y se considera como parte integrante del producto final.

Los materiales que se utilizan para formar las películas comestibles incluyen tanto biopolímeros como lípidos. Los Biopolímeros (polisacáridos y proteínas) se pueden emplear en la formación de películas y recubrimientos. En cambio, los lípidos no son capaces de formar una matriz estructural suficientemente cohesiva para para aplicarse como películas preformadas por lo que por si solos únicamente se utilizan como recubrimientos (26).

La naturaleza de las películas comestibles desempeña un papel muy importante: a mayor hidrofiliidad de los materiales utilizados, mayor permeabilidad al vapor de agua (27).

Los recubrimientos elaborados a partir de polímeros naturales, tales como los polisacáridos (almidón y derivados de la celulosa, alginatos, pectinas, gelano, carragenano, etc.), así como aquellos a base de proteínas, muestran una baja resistencia al agua y poseen pobres propiedades de barrera como consecuencia de su naturaleza hidrofílica (28).

## **b) Características Físicoquímicas**

Las propiedades mecánicas de las películas dependerán del biopolímero a partir del cual se hayan elaborado así como las posibles interacciones de éste con los aditivos (plastificantes, surfactanes) que formen parte del film. Las propiedades mecánicas en las películas comestibles tienen un gran impacto en la estabilidad y flexibilidad a cambios de temperatura, físicos y ambientales.

El espesor es otro factor a tener en cuenta así como la humedad relativa a la que hayan sido equilibradas las películas. Una mayor humedad relativa de equilibrio implica un mayor contenido en humedad de la película y puesto que el agua se comporta como plastificante, el film presentará propiedades mecánicas muy diferentes si hubiera sido equilibrado a una humedad relativa menor.

Otro factor muy importante que puede afectar a las propiedades mecánicas es la estabilidad de la película hasta que el alimento sea consumido, de esta forma tenemos que asegurar que el film mantendrá intactas sus propiedades durante el tiempo que dure el almacenaje del alimento. Para mantener la integridad de una película a lo largo de su empleo como embalaje, es imprescindible que posea unas propiedades mecánicas adecuadas y esté libre de defectos como discontinuidades y poros.

El procedimiento más empleado para determinar la fuerza mecánica de las películas es el test de tracción. Por lo general, se consideran representativos los parámetros de tensión máxima y elongación de rotura.

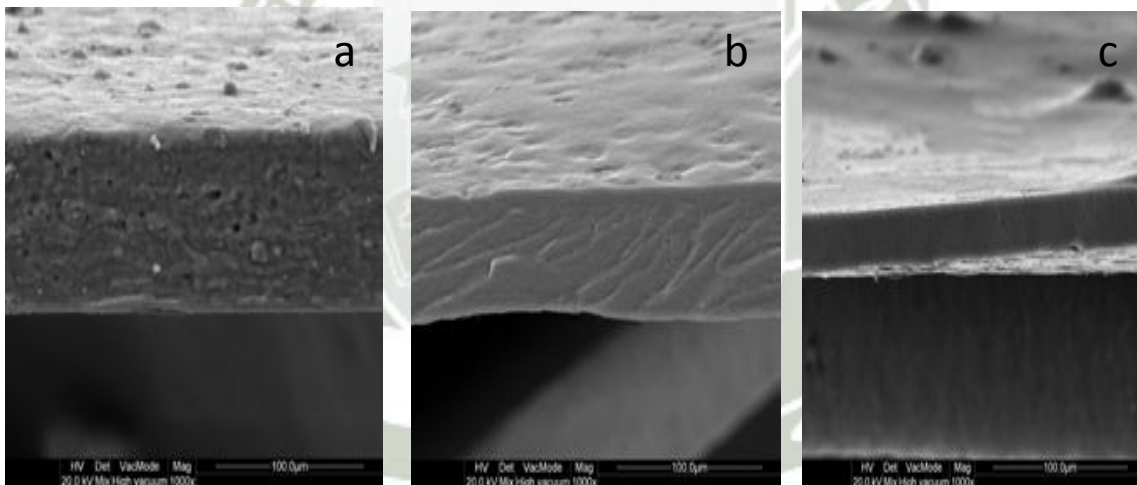
En dichos parámetros se consideran en las condiciones de humedad relativa, espesor de la película y las interacciones entre el material formador de la película y los aditivos empleados como plastificantes, que influyen notablemente en el comportamiento mecánico (29)

Además del control de la transferencia de materia entre el alimento y el medio, los recubrimientos comestibles pueden tener otras aplicaciones como soporte de aditivos (agentes

antimicrobianos, antioxidantes) otorgándole un mayor potencial para alargar la vida comercial de los alimentos, ya que se pueden controlar fenómenos indeseables que se producen con mayor intensidad en la superficie de los alimentos, tales como el crecimiento microbiano, el enraiciamiento oxidativo, el pardeamiento enzimático (30).

La microscopía electrónica de barrido permite el estudio de superficies celulares. La imagen se obtiene rastreando la superficie de la muestra con un haz electrónico ultrafino. Las señales generadas se recolectan, amplifican y captan en un tubo de rayos catódicos. [4]

En otros trabajos se ha realizado microscopía electrónica de barrido en películas comestibles en donde se observó que la estructura del film depende de la ordenación de los diferentes componentes, a continuación mostraremos en la Figura 6. las imágenes correspondientes a la microscopía electrónica de barrido a películas comestibles de almidón de yuca y proteína de soya las cuales muestran una pérdida de las estructuras típicas de la materia prima observándose la conformación de un material mucho más continuo (31).



**Figura 6. Microscopía Electrónica de Barrido para películas de (a) Almidón de yuca, (b) Almidón-Proteína (50:50), (c) Proteína**

Fuente: Saavedra N.

En el desarrollo de películas comestibles antimicrobianas existe una tendencia a seleccionar formulaciones basadas en compuestos naturales con el fin de satisfacer las demandas de los consumidores de alimentos saludables y libres de aditivos químicos (32). Así, los aceites esenciales y los extractos de plantas y especias son los compuestos antimicrobianos naturales más demandados.

La aplicación más importante de películas y cubiertas comestibles hasta ahora, y particularmente desde 1930, concierne al uso de una emulsión hecha con cera y aceites en agua que se esparce sobre las frutas para mejorar su apariencia (brillantez, color, suavidad), servir de vehículo de funguicidas, proporcionar un mejor control de su maduración y retardar la pérdida de agua (27).

### c) Tipos de Películas Comestibles

Existen dos tipos de películas comestibles: Las películas simples y las películas compuestas. Las películas o coberturas simples están formadas por un solo constituyente de alguno de los principales grupos empleados para tal fin, tales como: polisacáridos, proteínas o lípidos, entre otros.

En el caso de películas compuestas, dichos recubrimientos están compuestos por dos o más materiales los cuales se combinan para mejorar el intercambio de gases, la adherencia, y las propiedades de permeabilidad a la humedad. Así se habla de películas compuestas que son definidas como películas o cubiertas cuya estructura es heterogénea, es decir, compuestas por una matriz continua con algunas inclusiones, tales como glóbulos de lípidos en el caso de una emulsión, o partículas sólidas en el caso de sustancias solubles (fibras, proteínas hidrofóbicas), o compuesta por algunas capas. En el caso de las películas o recubrimientos comestibles conformados por hidrocoloides y lípidos, estos últimos proveen las propiedades de barrera contra la transmisión de vapor de agua mientras los hidrocoloides proporcionan dureza a la película.

Las películas compuestas se pueden subdividir en bicapas y emulsiones. Las películas comestibles de bicapa tienen la ventaja de poseer una buena barrera al vapor de agua, proporcionada por una capa lipídica, buenas propiedades de permeabilidad a los gases y textura no grasosa que proporciona la capa de polisacárido.

Las películas en bicapas o multicapas se aplican mediante una técnica de recubrimiento por laminación, en la cual se hace la inmersión de la fruta en una primera solución, generalmente la matriz, seguida por una inmersión en otra solución de naturaleza lipídica, o en una solución cálcica, entre otras.

Con respecto a las películas en emulsión, consta en la preparación de un homogeneizado con la solución formadora de película y la adición de lípidos. Una emulsión es un sistema

heterogéneo en donde un líquido inmiscible es dispersado en forma de gotas en otro líquido. Es una técnica muy utilizada para formar películas y coberturas compuestas (27).

El uso de películas comestibles sobre el tejido cortado de la fruta constituye una interesante alternativa, ya que su aplicación favorece el control de los procesos respiratorios típicos de los tejidos vivos, controla los procesos de deshidratación, permite el transporte de agentes antioxidantes, la incorporación de compuestos antimicrobianos y más recientemente, la incorporación de otras sustancias que podrían mejorar las características del producto final, tales como nutrientes, saborizantes y hasta microorganismos benéficos.

#### **d) Métodos en la formación de las películas comestibles**

Para la formación de las películas se han desarrollado diversas técnicas, bien dando lugar a un recubrimiento sobre el alimento, bien configurando films independientes. A continuación, las cuatro técnicas más comunes:

- Eliminación del solvente: los componentes principales de la película se dispersan en un solvente que posteriormente se elimina en un proceso de secado, donde la temperatura y el tiempo influyen en la cristalinidad resultante y en las propiedades mecánicas (33).
- Solidificación de la mezcla: es una técnica muy empleada para los films lipídicos, consiste en la solidificación de la masa fundida. Como en el caso anterior, la tasa de enfriamiento influye en estado polimórfico predominante, muy importante, pues de éste dependen las resistencias a las permeabilidades de oxígeno y vapor de agua; así como en el grado de recristalización del film solidificado (33).
- Gelificación o coagulación térmica: Son utilizadas para las películas elaboradas a partir de proteínas, pues se produce un calentamiento de la solución hasta que se desnaturaliza la proteína, lo cual da lugar a una estructura tridimensional o estado gel. Luego el solvente se elimina por evaporación. También sucede así en algunas películas basadas en polisacáridos, como las de almidón (34).

### e) Aplicación de las películas comestibles sobre los alimentos

La aplicación de los recubrimientos y películas comestibles supone una alternativa a futuro para la conservación de los alimentos. Los procedimientos de 20 Antecedentes aplicación del recubrimiento dependen mayoritariamente del tipo de producto que se desee recubrir.

- Inmersión (superficies irregulares) Es el método más adecuado para productos con superficies irregulares que requieren un recubrimiento uniforme (35). El producto debe ser lavado y secado previamente, luego se sumerge en la solución de recubrimiento, garantizando un mojado completo. Tras la inmersión, se deja drenar el material sobrante y se procede al secado. Actualmente, se emplea en películas de cera, como frutas y verduras, así como también en carnes, pescados y aves de corral.
- Spray (superficies lisas y uniformes) Con este procedimiento se consiguen recubrimientos más delgados y uniformes que los obtenidos por inmersión. Este método es muy utilizado para superficies lisas y uniformes. La solución se aplica presurizada. Es mediante la regulación de esta presión como se consiguen diferentes tamaños de gota. Esta técnica es la más adecuada cuando buscamos recubrir una sola cara del alimento; por ejemplo, como es el caso de las pizzas, en su cara, cuando llevan salsas húmedas. Otras variaciones a este método pueden ser la aplicación del recubrimiento por medio de cepillos o rodillos (36).
- Casting (films independientes) Esta técnica permite la obtención de films independientes, de calidad, que facilitan la caracterización e investigación de sus propiedades. Consiste en verter solución formadora de film sobre una superficie plana y se procede a su posterior secado. Después el film es retirado de la superficie, de forma independiente. Debido a esto, esta técnica sólo se utiliza cuando el alimento a recubrir posee una matriz estructural suficiente.

## 2.5 FRESAS

La fresa es una planta herbácea perenne compuesta por diferentes meristemas y cuyo desarrollo viene controlado por la interacción entre la temperatura y el fotoperiodo. La planta de fresa posee un tallo central a partir del cual emergen las hojas trifoliadas y las raíces, que son de tipo fasciculado. En la axila de cada hoja existe una yema auxiliar a partir de la cual

pueden desarrollarse estolones o inflorescencias dependiendo de las condiciones medioambientales (37).

La fresa (*Fragaria x ananassa Duch.*) tiene una vida de anaquel muy corta. Su epidermis turgente y su elevada tasa de respiración la hacen susceptible a daños mecánicos y a la invasión de algunos organismos patógenos. Estos factores contribuyen a pérdidas potenciales en postcosecha, aunque el fruto de fresa no es climatérico (no continúa con el proceso de maduración después de cosechado) Los hongos y pseudohongos reportados en fresa en postcosecha y en al vida de anaquel en países como Canadá, Estados Unidos de América, Inglaterra e Israel son: *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium sp*, *Phytophthora cactorum* y *Rhizopus stolonifer* ; de éstos, *B. cinerea* y *R. stolonifer* son los más importantes en la vida de anaquel; las pudriciones que causan están asociadas directamente con los daños físicos al fruto. La sensibilidad a daño físico y pudriciones se acentúa por las altas temperaturas que prevalecen en el campo durante la espera para el transporte de la fruta hacia su destino de comercialización o en el mercado durante su venta. Para disminuir las enfermedades en pre y postcosecha a se hace uso de diversas estrategias en campo como el uso de fungicidas, variedades tolerantes, y cubiertas plásticas (38).

La gran mayoría de estas infestaciones son tratadas y eliminadas durante la pre-cosecha, sin embargo existen enfermedades que son de gran importancia en la vida de anaquel y que no tienen un tratamiento químico para su erradicación y pueden causar grandes pérdidas. La más común y es el moho gris *Botrytis cinérea*, ya que este microorganismo posee la habilidad de crecer a bajas temperaturas que son empleadas en el almacenamiento de la fruta.

Otras enfermedades en la vida de anaquel son causadas por cepas de *Rhizopus spp.* y *Mucor spp.* cuyas esporas pueden ser acarreadas por el aire o insectos de las hojas a la fresa, sin embargo la infección solo puede tener lugar si hay alguna herida en la cual la se pueda asentar. Como métodos de prevención se utilizan plásticos que limitan el contacto con suelos y plantas contaminadas, enfriado después de su cosecha y mantenimiento de las condiciones de almacenamiento adecuadas.

La conservación en frío es una práctica habitual para prolongar el período de almacenamiento de las frutas. En el caso de la fresa, la conservación en frío reduce la tasa de respiración y la pérdida de humedad y retarda el crecimiento microbiano, permitiendo extender la vida útil y

conservar la calidad de la fruta. Las fresas se cosechan a primeras horas del día, tres veces por semana y completamente maduras, para aprovechar al máximo su sabor y dulce, teniendo cuidado especial de evitar daños mecánicos para su rápida comercialización a temperatura ambiente, con el propósito de obtener una reducción significativa en las pérdidas de manejo de la vida de anaquel, que alcanzan niveles hasta del 50% en regiones tropicales (39).

En la aplicación de tecnologías de empaque para fresa, el uso de atmósferas modificadas combinadas con frío ha contribuido significativamente a su conservación, ya que reduce la respiración debido a la baja presencia de O<sub>2</sub> y el aumento de CO<sub>2</sub>.

## 2.6 HIGOS

El higo (*Ficus carica*) es un arbusto que oscila en un rango de 6 a 8 metros de altura. Presenta una copa muy amplia en relación con su altura, pues sus ramas son muy largas y casi horizontales. Las hojas son muy grandes, ásperas al tacto, con el limbo palmeado, en ocasiones es entero, pero la mayoría de las veces se entrecorta en lóbulos más o menos profundos.

El fruto característico de la higuera llamado sicono, es una infrutescencia formada por muchos frutillos que se encuentran en un receptáculo carnoso. La parte comestible del higo no es un tejido ovárico, sino un fruto accesorio (40).

Una de las limitantes en el manejo de la vida de anaquel de brevas e higos, es que son frutos muy delicados, lo que impide una manipulación excesiva, además que son altamente perecibles, la principal causa de deterioro de brevas e higos es la alta incidencia de pudriciones fungosas en la vida de anaquel, las que se favorecen principalmente por la facilidad de daño de la epidermis y alto contenido de azúcares de los frutos, los ataques más frecuentes serían los producidos por los hongos *Botrytis cinérea*, *Monilinia laxa*, *Alternaria alternata*, *Fusarium monoliforme*, *Rhizopus stolonifer*, y las levaduras *Hansesiaspora spp.* y *Torulposi spp.*, además de la bacteria *Acetobacter spp.* (2).

El cultivo de higo originalmente era una especie monoica, es decir, que tenía sobre un mismo pie, separadas, flores de ambos sexos. Con el tiempo debido a diversos factores de tipo biológico, ambientales y de cultivo se ha transformado en dioica con flores de cada sexo en plantas (pies) separadas.

Entre las variedades comestibles de las higueras comunes las hay que son autofértiles y otras que necesitan de fecundación (caprificación) para que sus frutos lleguen a madurar. La caprificación consiste en llevar sobre las higueras cultivadas ramitas fructíferas de los cabrahígos.

Las higueras comúnmente cultivadas se clasifican en dos grupos, según den una o dos clases de frutos al año:

- Higueras bíferas o reflorcientes, que dan frutos en junio-julio (brevas) y en agosto-setiembre-octubre (higos).
- Higueras comunes propiamente dichas, que solo dan una cosecha (higos) en agosto-setiembre.

Las higueras breveras son las más apreciadas y las únicas cuyo cultivo se va extendiendo. En estos árboles, algunos higos cada año no llegan a madurar en otoño y se conservan durante el invierno para hacerlo en verano siguiente. Las brevas tienen un alto valor comercial por su tamaño, superior al de los higos, su aspecto atractivo y por las fechas en que maduran, con fácil comercialización en fresco. Estas higueras dan una segunda cosecha, la de higos, a partir de agosto. Estos frutos se forman sobre la brotación del mismo año. Los higos son del mismo color que las brevas pero de tamaño más pequeño. De sabor más dulce pero con menor aroma. En el comercio en fresco tienen menor valor que las brevas. Las higueras comunes son las que dan solo higos, normalmente desde agosto hasta finales de octubre (41).

## **2.7 MANEJO DE LA VIDA DE ANAQUEL**

En la gestión de la vida de anaquel es fundamental para la comercialización de diversos frutos especialmente los perecibles como es el caso de la fresa y el higo, en el caso del primer fruto de la fresa este es muy perecedero debido a su elevada respiración y la carencia de barrera exterior que limita la retención de agua por lo que al término de la cosecha las cajas en las que se almacenan los frutos se llevan inmediatamente a un cuarto frío. Lo anterior mejorará la vida de anaquel y apariencia de las fruta por las subsecuentes 72 horas, haciéndolo más durable (42). En el caso del higo también es una fruta rápidamente perecible por lo que el manejo de este fruto debe darse de una manera delicada, para optimizar la vida de anaquel el

fruto se refrigera a 0 °C a una humedad entre 85 y 90%, estos parámetros hacen que el higo tenga una vida de anaquel de 7 a 10 días (43).

Los parámetros fisicoquímicos como el pH es influenciado por el aumento del estado de madurez, se puede decir que presenta un aumento del pH, esto debe a la presencia de un sistema de autorregulación del pH, resultado del efecto amortiguador del ácido cítrico, como ha sido descrito para diversos frutos. Este ácido alifático tiende a convertirse en la sal correspondiente, dando como resultado el efecto amortiguador de la solución, disminuyendo la acidez (44).

Los azúcares y ácidos orgánicos son los componentes principales de los sólidos solubles totales, durante la maduración el contenido de azúcares se incrementa hasta llegar a un máximo y después suele mantenerse. Por el contenido de ácidos decrecen, como consecuencia de su dilución y metabolismo. El Índice de madurez es el indicador químico que con mayor frecuencia se ha utilizado para determinar la madurez mínima exigible para iniciar la recolección (45).

## **2.8 PERSPECTIVAS FUTURAS**

El Perú es un país enriquecido con una flora muy diversa, lo que hace posible la presencia de muchas especies nativas vegetales, entre las que destacarían frutos y hortalizas con corta vida de anaquel.

Se espera que en un futuro estas películas comestibles sean utilizadas a mayor escala en otros productos, no solo en frutos como higos y fresas, sino también en otros frutos nativos, o en hortalizas de interés; obteniendo así un mejor aprovechamiento.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

Las actividades experimentales se realizaron en los laboratorios del pabellón H dentro de la Universidad Católica de Santa María de la ciudad de Arequipa (Perú), Ubicada a una altitud de 2335 msnm.

#### 3.2 MATERIALES

##### Material biológico

- Aceite esencial de *Citrus sinensis* (Naranja)
- Aceite esencial de *Minthostachys spp.* (Muña)
- *Ficus carica* (Higos)
- *Fragaria x ananassa* (Fresas)
- *Manihot Esculenta* (Yuca)

- Proteína de Soya
- *Solanum tuberosum* (Papa)

### Material de vidrio

- Bagueta
- Balón 500 ml, 1000ml
- Beakers, 500 ml, 1000 ml
- Placas Petri 100x15 mm, 80x100 mm, 60x80 mm
- Probetas 50ml, 100 ml, 1000 ml
- Tubos de ensayo 13x100 mm, 16x150 mm, 20x150 mm

### Reactivos.

- Agar papa dextrosa
- Glicerol Absoluto
- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Reactivo de Biuret,
- Tween 60 grado comercial

### Equipos

- Agitador magnético Beltec ED
- Balanza Analítica Ohaus Ar 2140
- Baño maría P selecta Presistern
- Brixómetro Atago
- Dinamómetro
- Estufa J.P. Selecta
- Espectrofotómetro Beltec
- Incubadora J.P. Selecta Conterm
- Micrómetro
- Microscopio electrónico de barrido
- Microscopio óptico Beltec Scientific BK 3200
- Potenciómetro Hanna pH 213

## Otros

- Asas de kolle
- Bandeja de plástico
- Bandejas de teflón
- Colador
- Espátula
- Papel filtro

### 3.3 MÉTODOS

#### 3.3.1 OBTENCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

Se obtuvieron las materias primas como *Solanum tuberosum* (papa) y *Manihot Esculenta* (*yuca*) frescos en la feria El Altiplano ubicada en el distrito de Miraflores cerca al ovalo Mariscal Castilla, en este centro de abasto se compraron 5.5 kg de cada una de las materias primas

La compra de la proteína de soya se realizó a través de la Empresa Montana S.A. La cantidad adquirida fue de 1 kg de proteína de soya

Con respecto a la obtención de los aceites esenciales de *Minthostachys spp.* (muña) y *Citrus sinensis* (naranja). Se compró la muña en el centro de abasto mencionado en los párrafos anteriores y también en dicho mercado se realizó la recolección de las cascaras de naranja frescas.

### 3.3.2 EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS *Solanum tuberosum* (PAPA) Y *Manihot esculenta* (YUCA)

#### A. Extracción almidón de papa

En la extracción de almidón de papa, se realizó una selección mediante una inspección visual de la materia prima *Solanum tuberosum* (papa) de la variedad Canchan - INIA, buscando en esta inspección obtener un producto homogéneo en tamaño así como también descartar aquel material que pudiese contener algún daño físico, luego se procedió a lavar, pelar y cortar los tubérculos de papa en cubos medianos para pesarlos, en total se utilizaron 4 Kg. Con la finalidad de romper las células y liberar los gránulos de almidón se realizó la molienda utilizando una licuadora por 2 minutos a velocidad máxima, utilizando 4 L de agua destilada en proporción (1:1) (46). Mediante un colador en un recipiente de boca ancha se realizó el colado de lo producido, para luego ser trasvasado a probetas de 1 L y 500 mL. Al afrecho restante se le volvió a agregar la misma cantidad de agua anteriormente mencionada para obtener el mayor rendimiento, este procedimiento fue realizado 3 veces. Posterior a ello se eliminó el afrecho y se procedió a la sedimentación por 4 horas.

Pasadas las 4 horas se procedió a decantar el sobrenadante cuidadosamente. Para diluir y remover el sedimento se añadieron aproximadamente 2 L de agua. Se repitió este procedimiento las veces necesarias hasta que el almidón quedó lo más limpio posible dejando un tiempo de reposo de dos horas aproximadamente entre lavado y lavado. Cuando se vio al almidón lo más limpio posible se procedió a pasar a bandejas de plástico en las cuales se le dio al almidón un último enjuague (47).

Después del último lavado se dejó a temperatura ambiente de 1 a 2 horas, luego se procedió a desmenuzar el almidón con ayuda de una espátula, enseguida se colocó el almidón en bandejas de pírax y se llevó a la estufa a 45°C por 14 horas. Luego se procedió a pesar el almidón obtenido de papa para la evaluación de rendimiento.

#### B. Extracción almidón de Yuca

Para la extracción del almidón de *Manihot esculenta* (yuca) de la variedad Hoja Morada, primero se seleccionó visualmente el material vegetal el cual fue seleccionado manteniendo un parámetro de tamaño y evitando en todo momento que el material

contenga algún tipo de daño físico. Este material seleccionado fue lavado cuidadosamente. Posterior a esto se realizó el pelado de las raíces de forma manual, usando cuchillos para despojar la cascarilla o en algunos casos la corteza interior o cáscara. De este material se pesaron 4 Kg para la obtención de almidón.

Seguidamente se realizó el rallado de la yuca, en esta etapa se liberan los gránulos de almidón contenidos en las células de las raíces de la yuca. Si el rallado no es eficiente, no se logran separar totalmente los gránulos de almidón de las fibras siendo así el rendimiento del proceso es bajo y se pierde mucho almidón en el afrecho desechado.

A continuación se procedió a agregar 4 L de agua a la yuca ya rallada con la finalidad de formar la lechada que es de donde se extrajo el almidón, se dejó en reposo por 3 horas para la extracción completa. Pasado el tiempo de reposo se procedió a colar la lechada utilizando un colador, en esta etapa se realiza la separación de la pulpa o material fibroso de la lechada de almidón, como en el caso de la extracción del almidón de papa al material fibroso restante se le volvió a agregar 4 L de agua y se realizó el mismo procedimiento para obtener mayor rendimiento. Se debe evitar que pequeñas partículas de fibra pasen a la lechada de almidón por lo que se volvió a recolar la lechada por segunda vez.

El siguiente paso fue la sedimentación para separar los gránulos de almidón de su suspensión en agua; se dejó sedimentar por 4 horas después de las cuales se procedió al decantado del cual obtendremos el almidón.

Seguido a este paso el almidón obtenido se colocó en bandejas de pírax las cuales fueron llevadas a la estufa a 45°C por 14 horas. Posteriormente se procedió al pesado del almidón para obtener el rendimiento de este (48). Para la evaluación del rendimiento de Almidón de yuca y papa se utilizó la siguiente fórmula (1)

$$X = \frac{m}{m \text{ total}} * 100\% \quad (1)$$

Siendo:

X: Rendimiento de la muestra

m: peso del almidón obtenido

m total: peso total de las muestras.

### 3.3.3 EVALUACIÓN PROTEÍNA DE SOYA POR MÉTODO DE BIURET.

Con la finalidad de determinar la concentración de proteína en el aislado de proteína de soya se utilizó el método de Biuret. Se tuvo como estándar albumina de suero cuya concentración fue 4 g/dL y se preparó el reactivo de Biuret antes de comenzar con la evaluación.

Para comenzar con la evaluación se necesitaron 7 tubos de ensayo para la realización de la curva de calibración, a cada uno de estos tubos se les añadió las cantidades que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Batería de tubos para la curva de calibración**

<b>TUBO</b>	<b>ESTANDAR (mL)</b>	<b>AGUA (mL)</b>
1 blanco	0	2.0
2	0.1	1.9
3	0.2	1.8
4	0.3	1.7
5	0.4	1.6
6	0.5	1.5

A cada uno de los tubos de ensayo se añadieron 2 mL de reactivo de Biuret, se tapó con papel aluminio y se invirtieron de dos a tres veces para mezclar. Se tomó la gradilla con los tubos de ensayo y se introdujeron en el baño María a 37 °C, dejándose que se desarrolle el color durante 15 min. Se dejó enfriar los tubos y se midió la absorbancia en el espectrofotómetro a 540 nm.



**Figura 7. Batería de tubos para la curva de calibración**

Con las absorbancias obtenidas se realizó una curva de calibración con la cual se encontró la concentración de muestra problema (proteína aislada de soya)

### **3.3.4 AISLAMIENTO DE HONGOS QUE CAUSAN PODREDUMBRE EN FRUTOS DE FRESAS E HIGOS**

Se aislaron hongos que causan podredumbre en los frutos de *Fragaria x ananasa* (fresa) e *Ficus carica* (higo) debido a que son los de común crecimiento en ellos. Para realizar el aislamiento de dichos hongos se preparó el medio de cultivo, para esto se utilizó medio PDA sobre el cual se sembraron las muestras contaminadas.

Después de ser sembradas las muestras en el medio de cultivo, se pusieron en incubación por 4 días a 22 °C después de los cuales se obtuvieron los hongos existentes, posteriormente se procedió al aislamiento de cada hongo, con su respectiva identificación microscópica

### **3.3.5 EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL DE *Minthostachys spp.* (MUÑA) Y *Citrus sinensis* (NARANJA)**

Se extrajo el aceite esencial a partir de cáscara de naranja fresca como de hojas de muña seca mediante la técnica de destilación por arrastre de vapor, ya que esta técnica es fácil

de usar y brinda rendimientos efectivos; por lo que es ampliamente usada a nivel tanto industrial como laboratorio.

La extracción de los aceites esenciales se realizó utilizando el equipo por arrastre de vapor del programa profesional de Industrias Alimentarias de la Universidad Católica de Santa María.

Para la extracción de los aceites se utilizaron 7.3 kg de hojas secas de muña y 10 kg de cáscaras de naranja frescas



**Figura 8. Equipo de destilación por arrastre de vapor**

### **3.3.6 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE CRECIMIENTO FUNGAL DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *Citrus sinensis* (NARANJA) Y *Minthostachys spp.* (MUÑA)**

Se determinó el porcentaje de inhibición del aceite esencial de *Citrus sinensis* (naranja) y *Minthostachys spp.* (muña) contra los hongos aislados de los frutos *Fragaria x ananassa* (fresa) y *Ficus carica* (Higo). Para esto se sembraron los hongos ya aislados en placas separadas en las cuales se introdujeron discos de papel filtro que fueron sumergidos en

diferentes porcentajes de los aceites esenciales de *Citrus sinensis* (naranja) y *Minthostachys spp.* (muña) respectivamente. Se realizó también un control sin aceite esencial solo la mezcla de agua destilada y tween 60.

Para realizar la dilución de los aceites esenciales se utilizó agua destilada con 1% de tween 60. Se realizaron diluciones que se muestran a continuación.

**Tabla 4. Primera batería de tubos con diferentes porcentajes de inhibición de aceites esenciales de *Citrus sinensis* (Naranja) y *Minthostachys spp.* (Muña)**

%	Aceite esencial Naranja o Muña (µL)	
	Aceite esencial Naranja o Muña (µL)	Agua destilada (µL)
0	0	1000
10	100	900
20	200	800
30	300	700
40	400	600
50	500	500
60	600	400
70	700	300
80	800	200
90	900	100
100	1000	0

\*Primera serie de diluciones

**Tabla 5. Segunda batería de tubos con diferentes porcentajes de inhibición de aceites esenciales de *Citrus sinensis* (Naranja) y *Minthostachys spp.* (Muña)**

%	Aceite esencial Naranja o Muña	
	( $\mu\text{L}$ )	Agua destilada ( $\mu\text{L}$ )
1	10	990
2	20	980
3	30	970
4	40	960
5	50	950
6	60	940
7	70	930
8	80	920
9	90	910
10	100	900

\*Segunda serie de diluciones

**Tabla 6. Tercera batería de tubos con diferentes porcentajes de inhibición de aceites esenciales de *Citrus sinensis* (Naranja) y *Minthostachys spp.* (Muña)**

%	Aceite esencial Naranja o Muña( $\mu\text{L}$ )	
		Agua destilada ( $\mu\text{L}$ )
6.0	60	940
6.1	61	939
6.2	62	938
6.3	63	937
6.4	64	936
6.5	65	935
6.6	66	934
6.7	67	933
6.8	68	932
6.9	69	931
7.0	70	930

\*Tercera serie de diluciones

El tiempo de incubación de los hongos aislados con las diferentes diluciones fue de cinco días, tras lo cuales se procedió a realizar la medición del radio del halo de inhibición

### **3.3.7 ELABORACIÓN DE LAS PELÍCULAS COMESTIBLES.**

Se elaboraron los diferentes tipos de películas manteniendo la composición de 2 g de material hidrocoloide (almidón y/o proteína), 2 g glicerol y 0.4g Tween 60 por cada 100 g de solución dentro de los cuales se tiene que considerar los porcentajes de inhibición de los aceites esenciales, siendo 6.8 % de aceite esencial de muña y 6.2% de aceite esencial de naranja.

En las películas hechas en base a almidón, el total de agua a utilizar se dividió en tres fracciones: en la primera se dispersó el almidón de papa y/o yuca según corresponda que se llevó a calentamiento hasta su gelatinización, mientras se mantiene en agitación constante haciendo uso del hot plate. En la segunda fracción, se adicionó la cantidad de glicerol que posteriormente se incorporó gota a gota al gel de almidón ya formado. Estos componentes se dejaron en agitación constante durante 10 minutos y seguidamente se adicione el aceite esencial según corresponda. Posterior a esto se adicione gota a gota la tercera porción de agua en la que previamente se le incorporo el emulsificante (Tween 60) con el fin de formar la emulsión. Finalmente se dejó el sistema en agitación constante por 20 minutos.

Con respecto a la película en base a proteína, se empleó un procedimiento similar al descrito en las películas en base de almidón, con la diferencia que el agua a utilizar se llevó a pH 10 empleando una solución de hidróxido de sodio 0.1 N.

En el caso de las película hechas en base a almidón y proteína (50:50), se realizó por separado la disolución del almidón y de la proteína. Cuando el almidón se encontró gelatinizado se procedió a adicionar gota a gota la proteína ya disuelta en una cantidad de agua a pH 10. Se dejó en agitación constante durante un tiempo aproximado de 10 minutos luego se le adicionó gota a gota la fracción de glicerol y se siguió con el procedimiento descrito en las formulaciones anteriores. Una vez obtenida la suspensión filmogénica utilizando el método de Casting que consiste en verter la suspensión sobre un molde de teflón de 20 cm x 10.5 cm para la formación de la película el cual se lleva a la

estufa durante 24 horas a una temperatura de 40 °C. Una vez formada la película seca se desmoldo y se realizaron las caracterizaciones, mecánicas y morfológicas (33).

### 3.3.8 APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO

Inicialmente las frutas pasaron por un proceso de selección visual y mecánica, posteriormente se realizó de un lavado y desinfección utilizando una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 60 ppm. Luego se realizó un nuevo lavado con agua para retirar los restos de hipoclorito y se finalizó con el secado de las frutas.



**Figura 9. Desinfección de los frutos. a) fresas , b) higos**

La aplicación del recubrimiento se realizó utilizando el método de Inmersión, el cual consiste en sumergir los frutos de fresa e higo en la suspensión filmogénica durante 1 minuto (49).



**Figura 10. Aplicación de recubrimiento a los frutos**

Seguidamente se colocaron las fresas en superficies planas permitiendo el secado del recubrimiento. Al siguiente día se procedió a separar cada una de las formulaciones empleadas en dos grupos de estudio.

- a. Temperatura 1: Temperatura ambiente
- b. Temperatura 2: temperatura de 4°C comparando siempre con las fresas y/o higos patrón (sin recubrimiento).

### 3.3.9 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MICROSCÓPICA DE LAS PELÍCULAS

Para la caracterización mecánica y morfológica de las películas se realizaron pruebas como la medición de la tensión para determinar flexibilidad y estabilidad a los cambios físicos y ambientales (50), la medición del espesor de la película, microscopía electrónica de barrido (SEM) y la microscopía óptica ambas para determinar su estructura microscópica.

Con respecto a la medición de la tensión de las películas se hizo uso de un dinamómetro el que se empleó para medir la fuerza, todo esto con el fin de poder medir el esfuerzo de tracción en la ruptura (la resistencia que ofrece la membrana a la ruptura) de cada una de las películas (51) las películas que se utilizaron fueron de 2 cm de ancho por 8 cm de largo (52).

La medición del espesor se realizó con un micrómetro con una sensibilidad de 0.01mm, fue utilizado para medir el espesor de las películas. Se tomaron 3 mediciones en varios puntos de las películas, calculando posteriormente el promedio para cada muestra. (53). Para calcular el esfuerzo de tracción en la ruptura, se utilizó la siguiente fórmula (2):

$$ETR = \frac{C}{A_R} \quad (2)$$

ETR: Esfuerzo de tracción en la ruptura, en  $\text{Nmm}^{-2}$

C: Carga máxima en la ruptura de la película en N

$A_R$ : Área transversal inicial de la película  $\text{mm}^2$

Para calcular el área transversal inicial se utilizó la siguiente fórmula (3):

$$A_R = \varepsilon \times A \quad (3)$$

$A_R$ : Área transversal inicial de la película  $\text{mm}^2$

$\varepsilon$ : Espesor de la película  $\text{mm}$

$A$ : Ancho de la película  $\text{mm}$

Para la Microscopia Electrónica de Barrido, las películas fueron rasgadas con el fin de obtener vistas superficiales de la película. Las muestras fueron fotografiadas en un microscopio electrónico de barrido.

En la microscopia óptica, las películas fueron cortadas y llevadas al microscopio de donde se pudo observar cada película con detenimiento.

### 3.3.10 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS FRUTOS RECUBIERTOS

Para la realización de las pruebas fisicoquímicas en los frutos recubiertos se decidió la dividir los frutos en lotes tanto para *Fragaria x ananassa* (fresa) como para *Ficus carica* (higos), se realizó el seguimiento de las características visuales como son la de pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles, pH y acidez titulable desde el día 1 al 7 para *Fragaria x ananassa* (fresa) como para *Ficus carica* (higos), tanto para las frutas que se encuentran a temperatura ambiente como las que se encuentran a  $4^\circ\text{C}$ .

Para la medición de pérdida de peso, se tomaron los lotes de *Fragaria x ananassa* (fresa) y *Ficus carica* (higos), estas muestras fueron pesadas inicialmente en una balanza analítica y los días indicados durante el tiempo de estudio, cabe resaltar que cada lote consta de tres repeticiones.

Se utilizó la formula (4) para la determinación del porcentaje de pérdida de peso (PPP), de estos datos registrados se utilizaron los que corresponden al último día de tratamiento.

$$\%PP = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100 \quad (4)$$

%PP: Porcentaje de Pérdida de Peso

P<sub>i</sub>: Peso Inicial

P<sub>f</sub>: Peso Final

Con ayuda de la fórmula del porcentaje de pérdida de peso (PPP) se calculó el porcentaje de peso restante (PPR) que queda después del tratamiento con las películas comestibles, utilizando la fórmula N° 5

$$\%PR = 100\% - \%PP \quad (5)$$

%PR: Porcentaje de Peso Restante

%PP: Porcentaje Pérdida de Peso

Con respecto a la medición de firmeza, se eligieron al azar tres fresas y tres higos de cada lote y cada una de ellas se dispuso frente a un operario el cual según el tacto determinó el grado de firmeza realizándose una escala de 0 a 10, siendo la más dura 10 y la más blanda 0.

Para establecer el valor de SST (sólidos solubles totales) como °Brix, se extrajo el jugo de la frutas en forma mecánica, del cual se tomó una gota para efectuar las mediciones con el refractómetro, realizando tres repeticiones de la medida, con dos fresas y dos higos diferentes elegidos al azar (54).

La medición de pH de las frutas se realizó tomando una alícuota de cada uno de los jugos extraídos para valorar SST, por cada lote se realizaron tres mediciones mediante un pHmetro previamente calibrado.

En la determinación de la acidez titulable, se tomaron 2,5 g de las unidades de estudio ya recubiertas (fresa e higo) las cuales se licuaron con 25 ml de agua, del jugo obtenido se

midió 10 ml a los cuales se le agregaron 2 gotas de fenolftaleína para posteriormente ser titulado con NaOH 0.1 N, después se procedió a calcular el porcentaje de acidez.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} (\text{gasto}) \times N_{\text{NaOH}} \times \text{meq}}{V_{\text{muestra}}} \times 100 \quad (5)$$

$V_{\text{NaOH}}$ : Volumen del gasto de NaOH

NaOH: Normalidad de NaOH

Meq: miliequivalentes

$V_{\text{muestra}}$ : Volumen de muestra

El Índice de Madurez se calculó como el cociente entre los sólidos solubles y la acidez titulable. (51).

$$IM = \frac{SST}{\% \text{ Acidez}} \quad (6)$$

IM : Índice de Madurez

SST : Sólidos Solubles Totales

### 3.3.11 EVALUACIÓN VISUAL DE LOS FRUTOS RECUBIERTOS

Para la evaluación visual de la vida de anaquel de los frutos recubiertos sean fresas o higos, se realizó una comparación entre los frutos recubiertos frente a los frutos no recubiertos, esta evaluación se realizó durante los siete días de tratamiento.

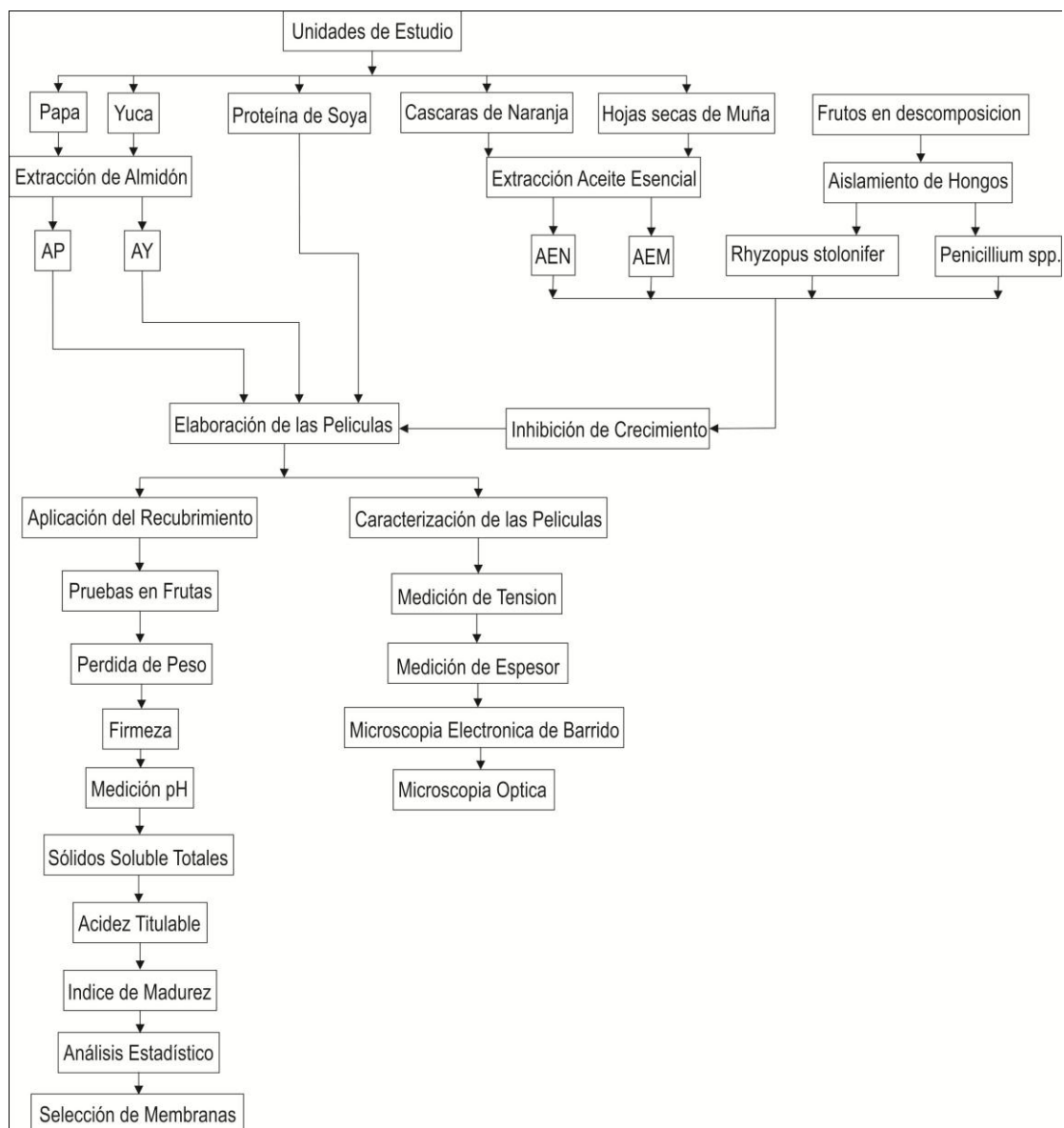
### 3.3.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba estadística ANOVA y el test de Tuckey. Mediante la prueba estadística ANOVA se pudo comparar las características fisicoquímicas de los frutos recubiertos por las películas comestibles y establecer la existencia de la diferencia estadística entre las mismas. Se trabajó a un nivel de confianza del 95% , si los resultados arrojan un nivel de significancia menor a 0.05 entonces se afirma la existencia de la diferencia significativa entre los mismos, siendo este el caso se

procedió a realizar el test de Tuckey para determinar las películas que mejor actuaron tanto para *Fragaria x ananassa* (fresa) como para *Ficus carica* (higo). Se evaluaron los datos correspondientes al último día de tratamiento. Se trabajó en el software Statgraphics.

### 3.4. DIAGRAMA OPERACIONAL

En el presente diagrama corresponde a los pasos seguidos durante todo el proceso de experimentación.



**Figura 11. Diagrama Operacional de la Extensión de la vida post-cosecha de *Ficus carica* (higo) y *Fragaria x ananassa* (fresa) por recubrimiento con películas comestibles en base a almidón de *Manihot esculenta* (yuca) y *Solaum tuberosum* (papa), proteína de soya y aceites esenciales de *Minthosrachys spp.* (muña) y *Citrus sinensis* (naranja).”**



# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### **4.1 EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS *Solanum tuberosum* (PAPA) Y *Manihot esculenta* (YUCA)**

Se extrajo 147.25 gr de almidón de yuca y 103.25 gr de almidón de papa a partir de 1 Kg de materia prima respectivamente, a la vez se calculó que el rendimiento de los almidones fue de 14.72% para el almidón de yuca y de 10.32% para el almidón de papa, los cálculos realizados se encuentran en el Anexo 01.

Analizando estos resultados observamos que el almidón de yuca tiene mayor rendimiento que el almidón de papa.

En comparación con otros autores como es el caso de Aristizabal y Sanchez (48) quienes obtuvieron valores que fluctuaban entre el 15,86% y 29.77% , o como el en el caso de Heimlich , citado por Melian (46) que presenta valores entre 12.66% y 21.15% con respecto a la extracción de almidón de papa. En otros trabajos realizados sobre la extracción de yuca, se obtuvieron valores que fluctúan los 28,39% y 30.88% (55).

Para ambos casos los resultados obtenidos fueron menores que los citados por otros autores, la disminución en el porcentaje de rendimiento puede deberse a que la cantidad de almidón que se encuentra en la papa y en la yuca ha de ser distinto dependiendo de la variedad utilizada.

#### 4.2 EVALUACIÓN PROTEÍNA DE SOYA POR MÉTODO DE BIURET

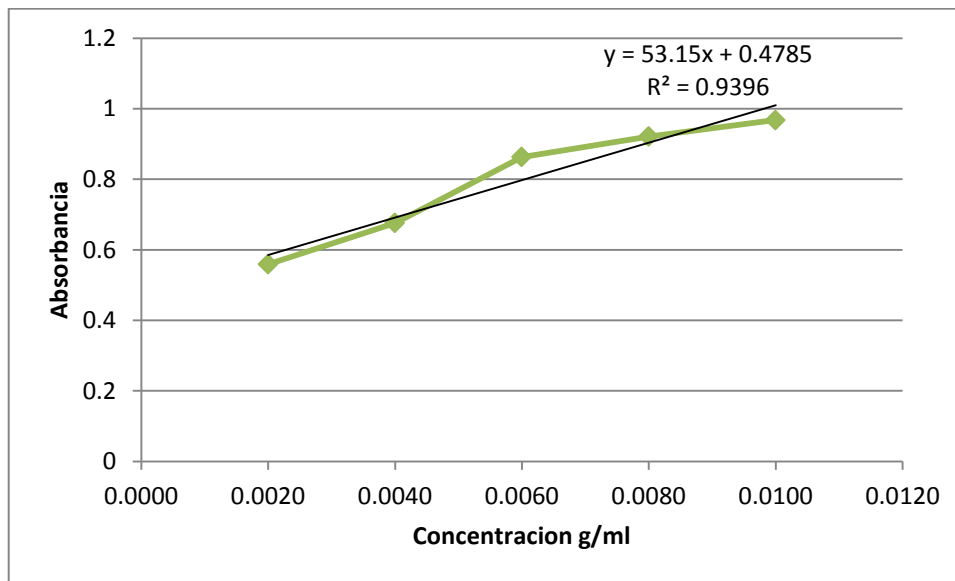
Para la determinación de la concentración de la proteína adquirida en la empresa Montana S.A., se realizó una curva de calibración utilizando albumina de suero bovino que es un estándar muy conocido. Al hacer esta curva introducimos los datos de nuestra muestra en ella y se calculó su concentración.

**Tabla 7. Resultados de absorbancias y concentraciones de la curva de calibración**

TUBO N°	Absorbancias	Concentración g/ml
1 (blanco)	0.031	0.0000
2	0.590	0.0020
3	0.707	0.0040
4	0.894	0.0060
5	0.952	0.0080
6	0.999	0.0100
7 (Proteína aislada de soya)	0.962	X

Al tener la tabla N° 7 con los datos de las absorbancias obtenidas y las concentraciones, gracias al patrón, se pudo determinar la concentración de la proteína aislada de soya haciendo

la curva patrón y ubicando en ella la absorbancia obtenida para la muestra en este caso la proteína de soya, el grafico se muestra a continuación:



**Gráfico N° 1. Determinación de la concentración de la proteína de soya**

En el grafico mostrado se analizaron las absorbancias obtenidas frente a las concentraciones, como se observa la absorbancia para la proteína de soya se encuentra casi en la última medición y al estar dentro del grafico se puede obtener mediante fórmulas la concentración de esta proteína.

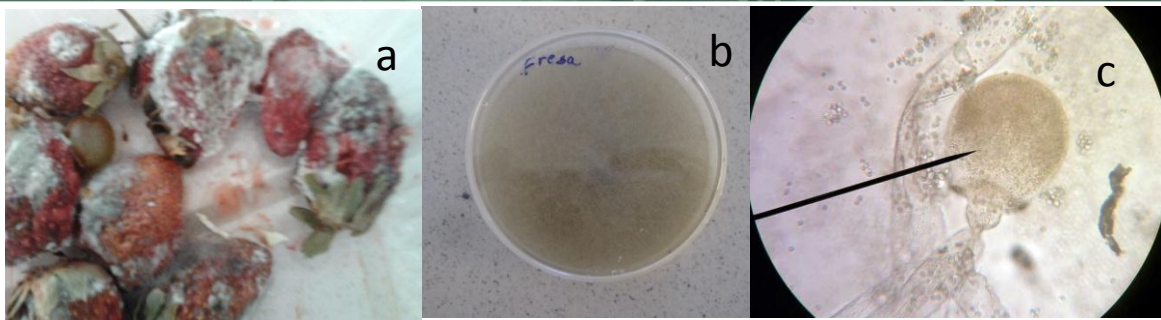
Se utilizó la fórmula de regresión lineal que se extrae de la gráfica para obtener la concentración de la proteína asilada de soya, la fórmula utilizada es:

$$Y = 53.15x + 0.4185$$

Utilizando esta fórmula y reemplazando se obtiene la concentración de la proteína. Siendo esta de 0.0085 g/mL (Anexo 02). Al tener esta concentración se puede decir que es una proteína de buena calidad.

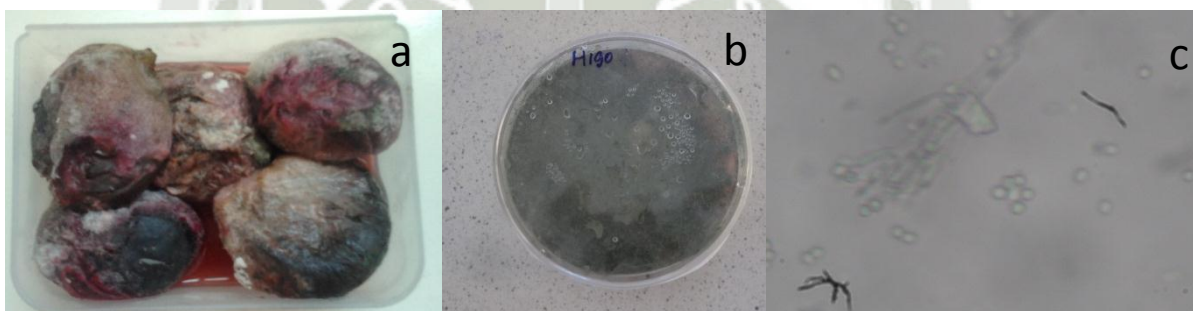
### **4.3 AISLAMIENTO DE HONGOS QUE CAUSAN PODREDUMBRE EN FRUTOS DE FRESAS E HIGOS**

En el aislamiento de los hongos que causan podredumbre en los frutos de fresa como de higos se consiguieron aislar e identificar dos hongos. En el caso de la fresa se aisló el hongo *Rhizopus stolonifer*. Detectando hifas, esporangióforos de color negro y esporangiosporas [5], como se muestra en la siguiente figura.



**Figura N° 12. a) Materia orgánica en descomposición, b) aislamiento de Hongo patógeno, c) identificación microscópica a 40X *Rhizopus stolonifer*.**

Continuando con el aislamiento de hongos que causan podredumbre en frutos frescos como en este caso el higo se logró aislar un hongo filamentososo del género *Penicillium* realizando su identificación observando los conidióforos, fiálides y conidios (56).



**Figura N° 13. a) Materia orgánica higos en descomposición, b) aislamiento de Hongo patógeno, c) identificación microscópica a 40X *Penicillium spp.***

Otros autores señalan a su vez que el *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinérea*, *Fusarium flocciferum* y *Penicillium* son los causantes de pudrición en el higo (57), la pudrición en fresa tiene como principales causantes los hongos *Aspergillus sp.*, *Botrytis sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Geotrichum sp.*, *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*, *Pestalotiopsis.*, *Phytophthora.*, y *Rhizopus stolonifer* (38).

Se coincide con la literatura citada anteriormente que los hongos aislados son los principales causantes de las pudriciones de fresas e higos.

#### 4.4 EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL DE MUÑA Y NARANJA

La extracción de los aceites esenciales se realizó en el destilador por arrastre de vapor de los laboratorios ubicados en el parque industrial del programa profesional de Ingeniería de Industrias Alimentaras.

Para obtener el aceite esencial muña se utilizaron 7.3 Kg de hojas de muña seca de la cual se obtuvo 340 mL de aceite esencial de muña, es decir resultaron 46.6 mL por cada kilogramo de hojas secas de muña con un rendimiento del 4.7%.

Para el caso del aceite esencial de naranja se utilizaron 10 Kg de cascara de naranja fresca de los cuales se obtuvieron 226 mL de aceite esencial de naranja, es decir se obtuvieron 22,6 mL por cada kilogramo de cascara de naranja con un rendimiento del 2.26%. Los cálculos realizados son señalados en el Anexo 03.



**Figura N° 14. Extracción de aceites esenciales de muña y naranja**

Según Margarito Rodríguez los usos de los aceites esenciales obtenidos por hidro destilación son muy amplios y requeridos debido a que estos son libres de terpenos, porque se busca solo los principios activos farmacológicos de la planta (58).

En otros autores encontramos que lograron un rendimiento de 0.4 % , este resultado tiene que ver con las características geográficas , la época y la zona de recolección del fruto, ya que la altitud y el carácter climático tienen efectos en la producción del aceite esencial , considerando que para un material fresco existe un intervalo del 0.07% a 0.2 % de variación de una especie a otra (59).

#### 4.5 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE CRECIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA y MUÑA CONTRA HONGOS QUE CAUSAN PODREDUMBRE EN FRESAS E HIGOS

Se realizaron las pruebas de inhibición de los aceites esenciales siendo el aceite esencial de muña el que inhibe el crecimiento de los hongos *Rhizopus stolonifer* y *Penicillium*. Tras las tres series de diluciones realizadas se determinaron los porcentajes de inhibición siendo para *Rhizopus stolonifer* el porcentaje de inhibición de 6.4% y para *Penicillium* 6.8% por otro lado el aceite esencial de naranja solo muestra una actividad inhibitoria contra el *Penicillium* con una concentración de 6.2% mas no contra *Rhizopus stolonifer*, como se muestra en la figura N°15.

Estos porcentajes fueron determinados midiendo el halo de inhibición que estos generaron, para el aceite esencial de muña que actuó contra *Rhizopus stolonifer* se midió un halo de 11 mm. Seguidamente se midió el halo de inhibición generado para *Penicillium* que fue de 9 mm; finalmente se determinó el halo de inhibición del aceite de naranja contra *Penicillium* siendo este de 9 mm, como se mencionó anteriormente el aceite esencial de naranja no muestra acción inhibitoria contra el hongo *Rhizopus stolonifer*. Los resultados antes mencionados son observados en las siguientes tablas.

**Tabla N° 8. Formación de halo de inhibición de crecimiento de hongos *Rizophus stolonifer* y *Penicillium spp.***

		Porcentaje de dilución de los aceites esenciales (%)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ac. Muña	<i>Penicillium spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Rhizopus stolonifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ac. Naranja	<i>Penicillium spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Rhizopus stolonifer</i>	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

S/I: Sin Inhibición

- : Sin crecimiento

**Tabla N° 9. Formación de halo de inhibición (mm) de crecimiento de hongos *Rizopus stolonifer* y *Penicillium spp.***

		Porcentaje de dilución de los aceites esenciales (%)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ac. Muña	<i>Penicillium spp.</i>	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	7	9	11	-	-
	<i>Rizopus stolonifer</i>	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	10	11	12	-	-
Ac. Naranja	<i>Penicillium spp.</i>	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	8	9	11	-	-
	<i>Rizopus stolonifer</i>	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

S/I: Sin Inhibición

- : Sin crecimiento

**Tabla N° 10. Formación de halo de inhibición (mm) de crecimiento de hongos *Rizopus stolonifer* y *Penicillium spp.***

		Porcentaje de dilución de los aceites esenciales (%)										
		6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0
Ac. Muña	<i>Penicillium spp.</i>	7	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9
	<i>Rizopus stolonifer</i>	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11
Ac. Naranja	<i>Penicillium spp.</i>	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	<i>Rizopus stolonifer</i>	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

S/I: Sin Inhibición

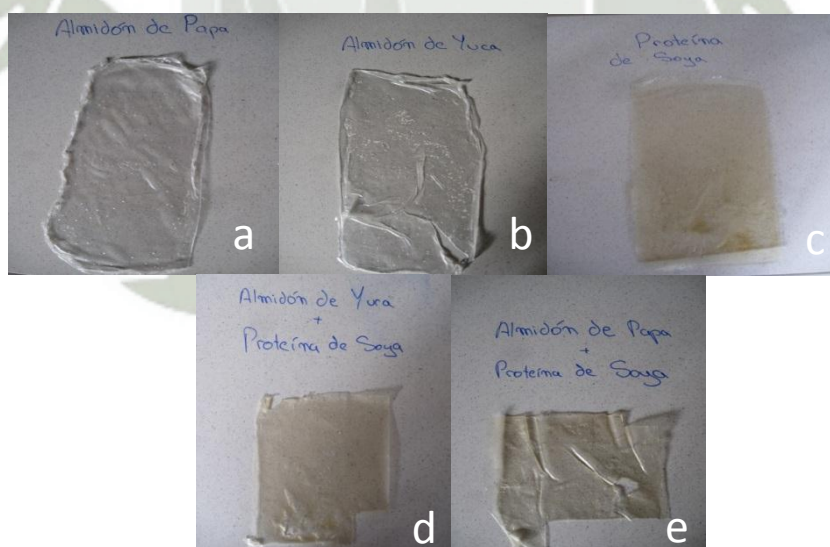
Otros autores coinciden que el aceite esencial de naranja presenta actividad inhibitoria de crecimiento en diferentes cepas de hongos entre los que se encuentra *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *P.verrucosum*, *P. chrysogenum*, *P. digitatum* y *P. itacum* (23).



**Figura N°15. Pruebas de porcentaje de inhibición. a) Aceite esencial de muña contra *Rizophus stolonifer*, b) Aceite esencial de muña contra *Penicillium*, c) aceite esencial de naranja contra *Penicillium***

#### 4.6 CARACTERIZACIÓN DE LAS PELICULAS COMESTIBLES

Con respecto a la apariencia física y facilidad para desmoldar las películas formadas se observaron diferencias, aquellas que contenían únicamente almidón de papa fueron mucho más blancas y frágiles en comparación con las de proteína, por otro lado las películas formadas de las mezclas de almidón y proteína (50:50) presentaban mayor facilidad de desmolde que los almidones así como también eran mucho más estables que los mismos.



**Figura N° 16. Películas formadas a partir de 150 ml de películas (21 cm x 10.5 cm). a) película de almidón de papa, b) película de almidón de yuca, c) película de proteína de soya, d) película mezcla (50:50) de almidón de yuca con proteína de soya, e) película mezcla (50:50) de almidón de papa con proteína de soya**

### A. Medición de tensión

En la Tabla N° 11 se muestran los resultados obtenidos en la fuerza de ruptura en las películas mediante el uso de un sistema de medición de tensión. Acto seguido fue calculado el esfuerzo de tracción en la ruptura con la finalidad de determinar la resistencia de las diferentes películas, los resultados se muestran en la misma tabla.



**Figura N° 17. Sistema de medición de tensión**

**Tabla N°11. medición de tensión**

Películas	Fuerza (N)	ETR (Nmm <sup>-2</sup> )
Almidón de papa	8.67	0.2168
Almidón de yuca	4.10	0.1025
Proteína de soya	4.20	0.0926
Almidón de papa+ proteína de soya	3.47	0.0740
Almidón de yuca+ proteína de soya	3.70	0.1157

Se observa que la película de almidón de papa presenta el mayor valor con respecto al esfuerzo de tracción de ruptura, seguido al almidón de papa está la mezcla de almidón de papa con proteína de soya (50:50), aquí observamos que la proteína de soya al estar en una mezcla con el almidón de papa esta reduce la resistencia del almidón de papa. Por otro lado la proteína de soya, almidón de yuca y la mezcla de este con la proteína de soya no presentan mayor diferencia entre ellos reflejando una resistencia menor a las anteriores.

En otros trabajos realizados en películas hechas de proteína de soya mencionados por Villaman demuestra que el aporte de proteínas disminuye significativamente la firmeza y la rigidez de estos films por lo cual justificamos que las películas formadas a partir de las mezclas tengan menor resistencia que las de almidón (51). Según describe Gontard, Arvanitoyannis ambos mencionados por Aguilar, el glicerol, al ser una molécula hidrofílica de tamaño relativamente pequeño, puede ser fácilmente introducido y formar puentes de hidrógeno, no sólo entre cadenas proteicas, sino también entre complejos proteína-almidón (53).

De esta manera, al existir interacciones indirectas, se reduce la proximidad o cercanía entre los biopolímeros, lo que facilita el movimiento y flexibilidad de los mismos.

### B. Medición de espesor

El espesor de las películas se midió gracias a un micrómetro como se muestra en la figura N° 18



**Figura N° 18. Medición del espesor con el micrómetro**

Los promedios de las tres mediciones realizadas a cada una de las películas se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla N° 12. Medición de espesor**

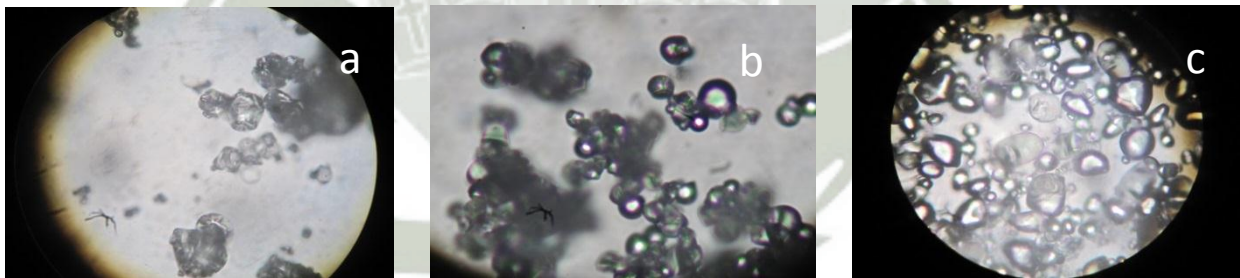
Películas	Espesor (mm)
Almidón de papa	20.00
Almidón de yuca	20.00
Proteína de soya	22.67
Almidón de yuca + proteína de soya	25.00
Almidón de papa+ proteína de soya	15.00

Se observa que la película que es la mezcla de proteína de soya y almidón de yuca es la que presenta mayor espesor, según McHugh mencionado por Bósquez E., se dice que conforme la difusión de vapor de agua procede a través de la película, una porción del vapor de agua es absorbido por las moléculas hidrofílicas que conforman la matriz hidrofílica de la película. Entre más delgada la película, hay menos moléculas hidrofílicas disponibles para la absorción de una masa unitaria de moléculas de agua, de manera que el hinchamiento de estas moléculas ocurre a una tasa más rápida que en películas de mayor grosor en donde hay un mayor número de moléculas hidrofílicas disponibles para absorber la misma masa unitaria de moléculas de agua (60).

Entonces podemos decir que el grosor de las películas afecta la permeabilidad al vapor de agua. A mayor grosor, mayor permeabilidad. Sin embargo, las películas elaboradas tienden a dispersarse al aplicarse a los frutos, resultando en películas de grosor mínimo, lo que maximiza sus propiedades de barrera.

### C. Microscopia Óptica.

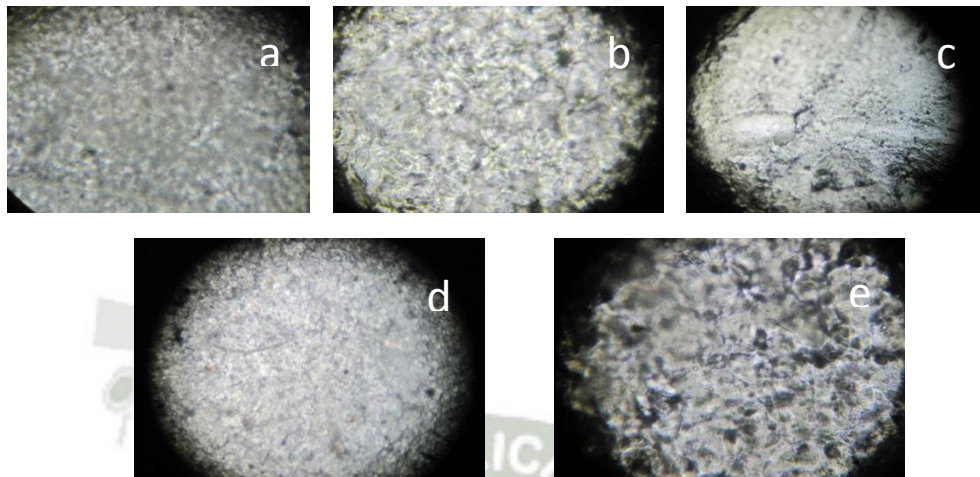
En la microscopia óptica de los almidones nativos y de la proteína de soya, observamos la estructura granular de cada una de ellas destacando que cada estructura es diferente una de otra.



**Figura N° 19. Estructura granular de almidón y proteína (Microscopia óptica 40X) . a) Almidón de Papa, b) Almidón de Yuca, c) Proteína de soya**

Por otro lado la microscopia óptica realizada a las películas conformadas por los almidones y la proteína muestran una imagen mucho más homogénea que las películas formadas por las mezclas de los almidones con la proteína, esto debido a que estas películas no sufren interacción con ninguna otra sustancia base y son solo ellas las que forman la película propiamente dicha. Comparando los resultados obtenidos con los de Saavedra se puede decir que la película formada a base de almidón de yuca con proteína de soya es la película que

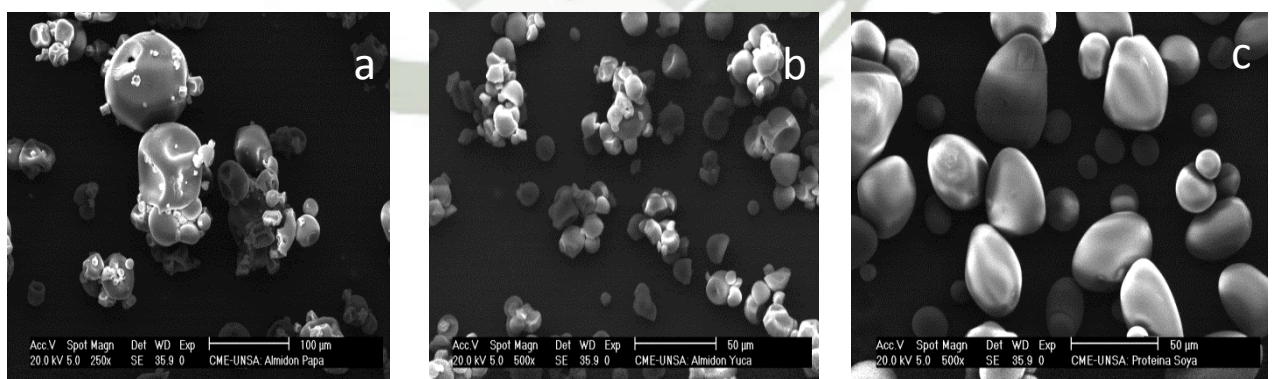
presenta mayor uniformidad al ser comparada con la película elaborada en base a almidón de papa con proteína de soya, esto debido a la interacción de la proteína de soya con los diferentes almidones (31).



**Figura N° 20. Microscopia óptica (40 X). a) película de almidón de papa, b) película de almidón de yuca, c) película de almidón de proteína de soya, d) película de almidón de papa y proteína (50:50), e) ) película de almidón de yuca y proteína (50:50)**

#### D. Microscopia Electrónica de Barrido (SEM)

Se observó tanto los almidones y proteína en su forma original y en su formación como películas.

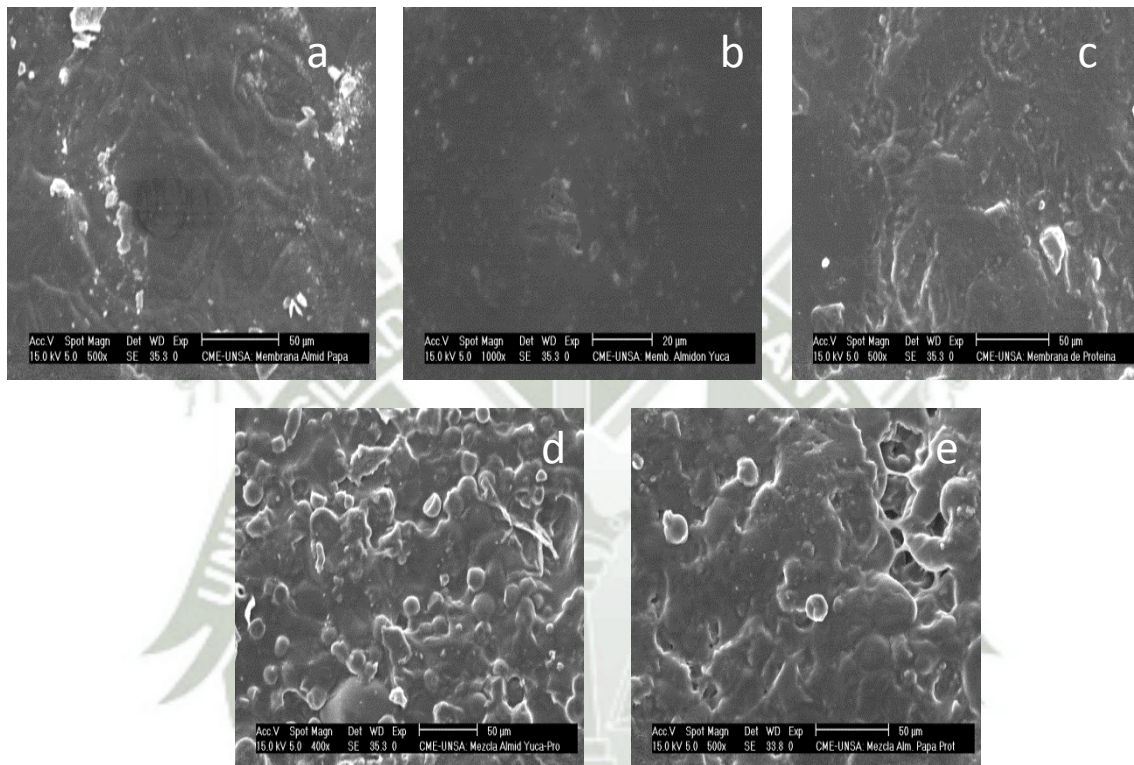


**Figura N° 21. Estructura granular de almidón y proteína. a) Almidón de Papa, b) Almidón de Yuca, c) Proteína de soya**

En la figura anterior se muestra la estructura microscópica de los almidones de papa, yuca y proteína de soya; Se observa en el almidón de papa y yuca un tipo de cruz denominado cruz

de malta, según Vaclavik cuando el granulo de almidón no cocido se ve bajo el microscopio electrónico de barrido, se observa una estructura cristalina muy ordenada que presenta una formación de birefringencia o lo comúnmente llamado cruz de malta (5)

Por otro lado, la microestructura de las películas se estudió de forma cualitativa, con la finalidad de ver como se organizan los componentes y observar los efectos en los cambios de la estructura cuando se utiliza almidón, proteína o la mezcla de las mismas.



**Figura N° 22. Microscopia Electrónica de Barrido. a) película de almidón de papa, b) película de almidón de yuca, c) película de almidón de proteína de soya, d) película de almidón de yuca y proteína (50:50), e) película de almidón de papa y proteína (50:50)**

En dichas figuras se observa cómo se pierden las estructuras originales de los almidones o proteína respectivamente y se forman estructuras un poco más compactas, en el caso de la película elaborada con almidón de yuca es la más compacta.

Según López el que se observe estructuras un poco más compactas y homogéneas se debe a que el glicerol interfiere en las interacciones de las cadenas y por ende no se obtienen películas rugosas, sino todo lo contrario películas mucho más homogéneas (61).

#### 4.7 PRUEBAS FISICOQUIMICAS Y ESTADISTICA REALIZADAS A LOS FRUTOS RECUBIERTOS

Para la realización del análisis estadístico, el primer paso a seguir fue la aplicación de la prueba ANOVA, esta prueba se aplicó a los resultados obtenidos de Porcentaje de Pérdida de Peso, Acidez titulable, Solidos solubles totales e índice de madurez; esto con la finalidad de seleccionar las mejores películas que actuaron sobre los frutos de *Fragaria x ananassa* (fresa) y *Ficus carica* (higo).

Cabe resaltar que esta prueba fue realizada agrupando los datos por especie dígame grupo 1 frutos recubiertos con películas en base a almidón de papa, grupo 2 frutos recubiertos con películas en base a almidón de yuca, grupo 3 frutos recubiertos con películas en base a proteína de soya y sus respectivas mezclas como son almidón de papa con proteína de soya (50:50) grupo 4 y almidón de yuca con proteína de soya (50:50) grupo 5, los grupos formados se muestran a continuación en la tabla N°13.

**Tabla N° 13. División de las películas por grupos**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
AAP	AAY	AP	APAP	APAY
AAPM	AAYM	APM	APAPM	APAYM
AAPN	AAYN	APN	APAPN	APAYN
RAP	RAY	RP	RPAP	RPAY
RAPM	RAYM	RPM	RPAPM	RPAYM
RAPN	RAYN	RPN	RPAPN	RPAYN

Esta prueba muestra que existe diferencia significativa en la mayoría de los grupos anteriormente mencionados.

Al obtener diferencia significativa en la mayoría de los grupos, necesitamos la ayuda de la prueba de Tuckey para determinar la diferencia que existe entre los integrantes de cada grupo. Con esta prueba se pueden inferir las mejores películas por cada grupo según las características fisicoquímicas medidas a los frutos.

Se considerara que las películas que prologuen la vida post-cosecha de los frutos, son las que tengan menor pérdida de peso, menor cantidad de solidos solubles, mayor porcentaje de acidez y menor índice de madurez.

## A. Pérdida de Peso

Se calculó el porcentaje de pérdida de peso restante después del tratamiento (%PR) de cada lote de *Ficus carica* (higo) y *Fragaria x ananassa* (fresa), los resultados utilizados para las pruebas estadísticas se muestran en el Anexo N° 06. En la tabla 14 se muestran los promedios del porcentaje de peso restante correspondiente al día 7, tanto para *Ficus carica* (higo) como *Fragaria x ananassa* (fresa).

Seguidamente al cálculo del porcentaje de pérdida de peso restante se realizó el análisis estadístico con las pruebas estadísticas anteriormente mencionadas se encuentra en el Anexos N° 07 de los cuales se realizaron las respectivas selecciones por cada grupo tanto para los frutos de *Fragaria x ananassa* (fresa) y *Ficus carica* (higo).



**Tabla 14. Promedio resultados de porcentaje de pérdida de peso restante séptimo día**

	Película	Fresas	Higos
Grupo 1	AAP	61.62	88.02
	AAPM	85.81	92.99
	AAPN	72.53	85.21
	RAP	55.77	93.48
	RAPM	73.16	94.49
	RAPN	71.99	93.53
Grupo 2	AAY	53.16	81.27
	AAYM	86.71	91.06
	AAYN	74.83	90.13
	RAY	46.55	89.66
	RAYM	73.92	95.82
Grupo 3	RAYN	69.28	97.27
	AP	71.58	83.52
	APM	88.055	90.40
	APN	69.36	90.01
	RP	50.25	85.94
	RPM	76.35	95.68
Grupo 4	RPN	65.54	94.63
	APAP	71.18	83.07
	APAPM	84.57	92.89
	APAPN	51.03	85.36
	RPAP	54.77	80.36
	RPAPM	63.26	95.58
Grupo 5	RPAPN	68.50	83.68
	APAY	61.99	85.83
	APAYM	81.63	92.64
	APAYN	64.02	93.41
	RPAY	75.13	93.91
	RPAYM	72.62	92.48
Frutos Blanco	RPAYN	55.57	97.13
	AB	28.55	86.09
	RB	25.10	92.65

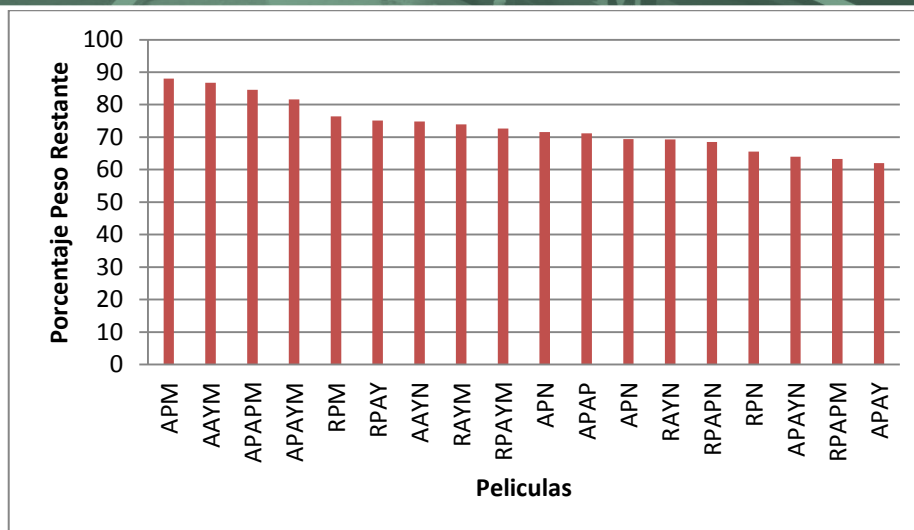
Para el caso de la Fragaria x ananassa (fresa) con respecto a la prueba ANOVA cuyos resultados se encuentran en el anexo N° 07. El grupo 1 tiene un nivel de significancia mayor a 0.05 por lo que se considera que no existe diferencia significativa entre los elementos que componen este grupo. Seguidamente se realizó la prueba de Tuckey que se encuentra en el anexo N° 05, en la que se demostró que todos los elementos que conforman el grupo 1 presentan el mismo comportamiento con respecto a la pérdida de peso, por ende no existe diferencia entre ellos.

Para los cuatro grupos restantes se realizó la prueba ANOVA cuyos resultados se presentan en las tablas del anexo N° 07. En estas pruebas el nivel de significancia es menor a 0.05 por lo que se discierne que existen diferencias estadísticas entre cada uno de los elementos que componen cada uno de dichos grupos. Los test de Tuckey se encuentran en las tablas del mismo anexo, En estos test se determinó que los elementos que componen cada uno de los grupos se dividieron en dos subconjuntos estadísticamente distintos lo que facilito la identificación de las películas que mejor actuaron frente a la pérdida de peso.

En la tabla N°15 y en el grafico N° 2 se muestran las películas que mejor actuaron con respecto a la pérdida de peso, dichas películas se muestran en sus respectivos grupos.

**Tabla N° 15. Selección de las mejores películas en pérdida de peso – Fresa**

Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
RAYN	RPN	RPAP	APAY
RAYM	APN	RPAPM	APAYN
AAYN	AP	RPAPN	RPAYM
AAYM	RPM	APAP	RPAY
	APM	APAPM	APAYM



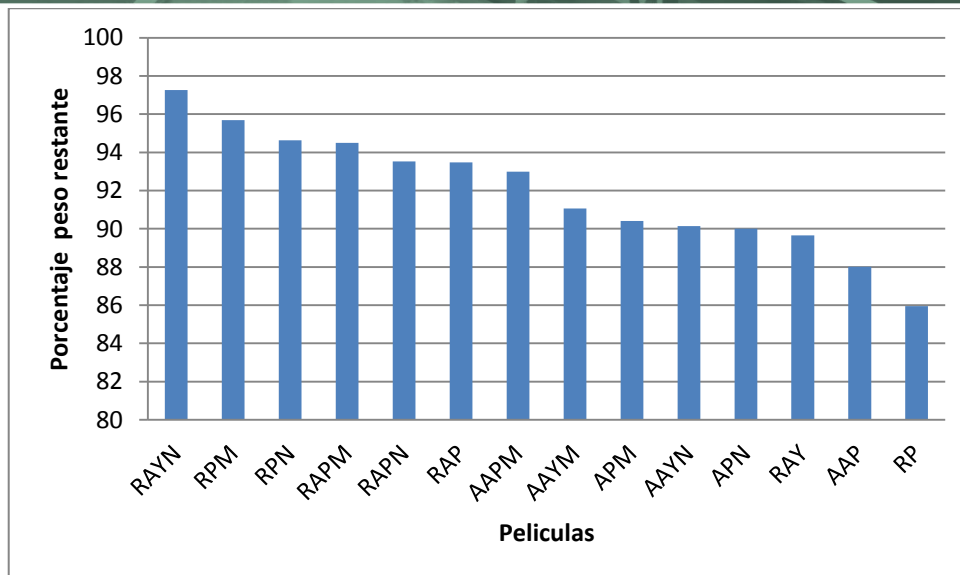
**Gráfico N° 2. Mejores películas en pérdida de peso - Fresas**

Por otro lado para el Ficus carica (higo) se realizó como en el caso anterior la prueba ANOVA a los grupos 1, 2 y 3, las pruebas respectivas se muestran en las tablas del anexo N° 07. Existen diferencias estadísticas demostrándose así que las películas que conforman los grupos antes mencionados actúan de diferente manera con respecto a la pérdida de peso. En la prueba de Tuckey que se encuentra en las tablas del mismo anexo, los grupos 1,2 y 3 cada uno de ellos fueron fraccionados en sub conjuntos estadísticamente diferentes, este resultado revelo las mejores películas que actuaron frente a la pérdida de peso en los higos las cuales fueron seleccionadas.

Los grupos 4 y 5 tienen un nivel de significancia mayor a 0.05 como se muestra en la prueba de ANOVA en el anexo N° 07, por lo que se considera que no existe diferencia estadística entre los elementos que componen dichos grupos. Seguidamente se realizó la prueba de Tuckey mostrada en las tablas del anexo N°07, en la que se observó que todos los elementos de los grupos mencionados conformaron un solo subconjunto por ende no fueron los que mejor actuaron con respecto a la pérdida de peso.

**Tabla N° 16. Selección de las mejores películas en pérdida de peso – Higo**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
AAP	RAY	RP
AAPM	AAYN	APN
RAP	AAYM	APM
RAPN	RAYM	RPN
RAPM	RAYN	RPM



**Gráfico N° 3. Mejores películas en pérdida de peso – Higos**

La pérdida de peso es menor en los frutos recubiertos por las películas que en los frutos no recubiertos tanto en temperatura ambiente como en refrigeración (4°C), este comportamiento fue observado de la misma forma tanto para fresas como para higos.

Según literatura autores como Aguilar utilizando películas comestibles en base a almidón y glicerol obtuvieron una pérdida de peso que oscila entre el 12 y 22%, esto indica que las películas disminuyen la pérdida de peso en los frutos recubiertos, es decir presentan menor deshidratación en comparación con los frutos no recubiertos (53).

El mecanismo principal de la pérdida de peso en frutas frescas es la difusión del vapor de agua. Esto debido a un gradiente de presión entre el interior y exterior del fruto, las películas sobre la superficie del fruto actúan como barreras a la difusión del vapor de agua lo que se traduce en menores tasas de pérdida de humedad (62).

### **B. Firmeza**

Para determinar la firmeza se utilizó una prueba cualitativa, se tomó una escala de firmeza del 0 al 10, de la cual se obtuvo una serie de resultados a los cuales se les sacó un promedio, en la siguiente tabla se muestran los promedios correspondientes al día 7.

**Tabla 17. Promedio resultados de firmeza séptimo día**

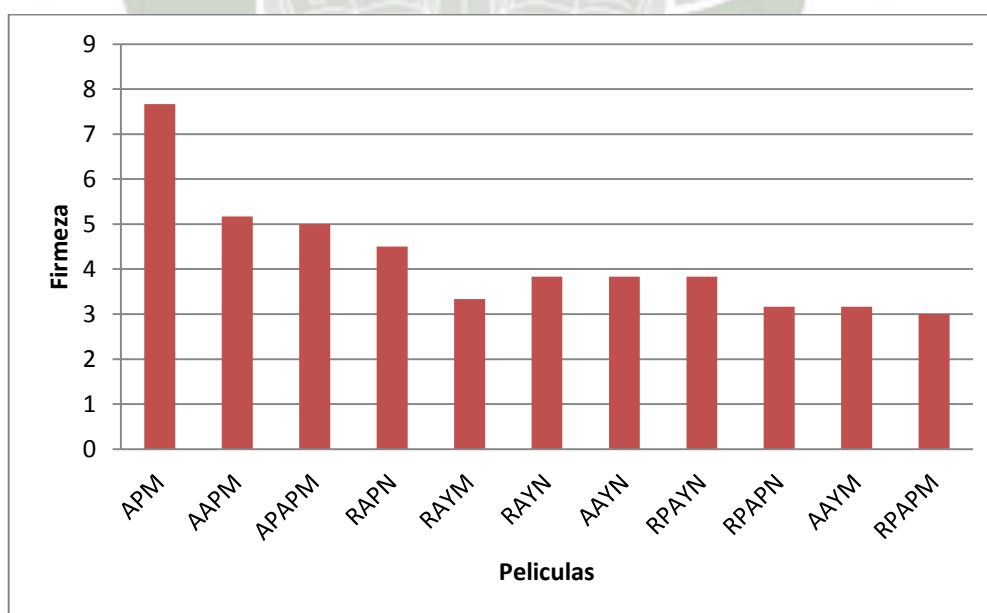
	Película	Fresas	Higos
Grupo 1	AAP	1.33	6.00
	AAPM	5.17	8.33
	AAPN	2.3333	8.33
	RAP	2.67	7.67
	RAPM	3.00	7.17
	RAPN	4.50	7.50
Grupo 2	AAAY	1.67	4.50
	AAAYM	3.17	8.83
	AAAYN	3.83	6.00
	RAY	1.33	7.50
	RAYM	3.33	8.83
	RAYN	3.83	6.00
Grupo 3	AP	1.67	3.83
	APM	7.67	6.00
	APN	3.50	3.17
	RP	1.83	8.67
	RPM	4.67	7.83
	RPN	4.17	6.83
Grupo 4	APAP	1.67	2.33
	APAPM	5.00	5.67
	APAPN	1.33	3.50
	RPAP	1.83	7.83
	RPAPM	3.00	8.17
	RPAPN	3.17	8.50
Grupo 5	APAY	1.67	3.83
	APAYM	4.83	7.67
	APAYN	2.00	7.83
	RPAY	2.67	8.17
	RPAYM	2.83	7.17
	RPAYN	3.83	8.50
Frutos Blanco	AB	1.00	1.33
	RB	1.00	6.67

Se observa claramente que la mayoría de frutos recubiertos presenta una mayor firmeza a través de los siete días en comparación a los blancos, se analizó dicho comportamiento para ambas condiciones de almacenamiento y para ambos frutos (fresas e higos).

Para obtener las películas que mejor trabajaron con respecto a la firmeza tanto para fresa como para higo, se realizó la prueba estadística ANOVA la cual se encuentra en las tabla del anexo 08, se evaluaron los datos correspondientes a todos los grupos (grupo 1 al 5), encontrándose un nivel de significancia menor a 0.05 por lo que se determinó que existe una diferencia estadística. Al obtener la diferencia estadística se procedió a realizar el test de Tuckey para cada uno de los frutos respectivamente, que está ubicado en el anexo 08 con el cual se observó la creación de subconjuntos estadísticamente distintos y como resultado se obtuvieron las películas que actuaron mejor con respecto a la firmeza siendo estas mostradas en las tablas N° 18, 19 y en los gráficos N° 4 y 5.

**Tabla N° 18. Selección mejores películas por Firmeza – Fresa**

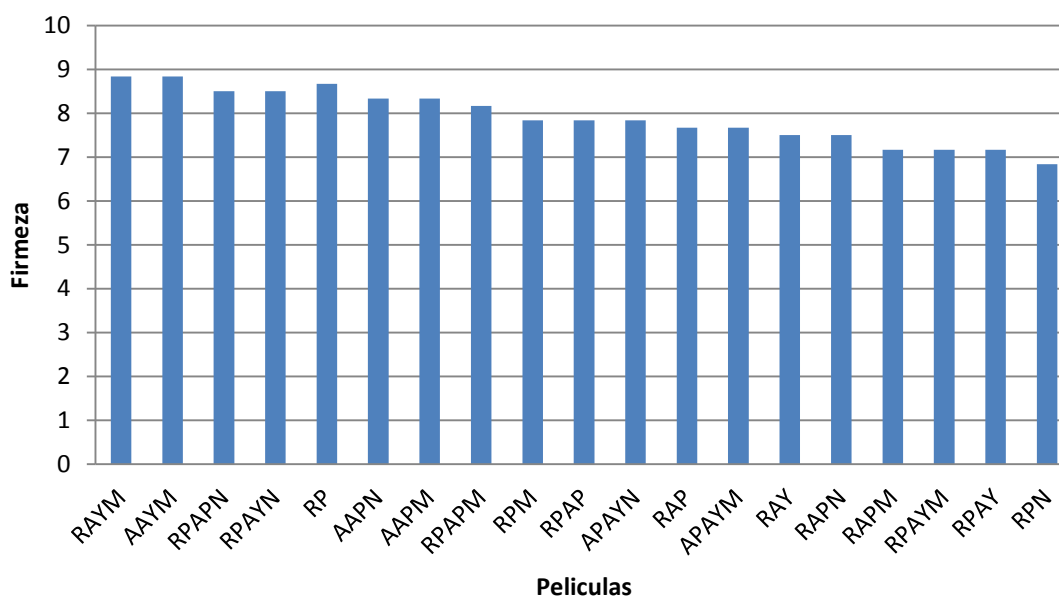
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
RAPN	AAYM	APM	RPAPM	RPAYN
AAPM	RAYM		RPAPN	APAYM
	RAYN		APAPM	
	AAYN			



**Gráfico N° 4. Mejores películas en firmeza – Fresas**

**Tabla N° 19. Selección mejores películas por Firmeza – Higo**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
RAPM	RAY	RPN	RPAP	RPAYM
RAPN	RAYM	RPM	RPAPM	APAYM
RAP	AAYM	RP	RPAPN	APAYM
AAPN				RPAY
AAPM				RPAYN



**Gráfico N° 5. Mejores películas en firmeza – Higos**

Trabajos como el de Aguilar que expresan que los frutos recubiertos mantuvieron una mayor firmeza en comparación con los frutos sin películas. El ablandamiento de los frutos es atribuido a la degradación de los componentes de la pared celular, debido a la acción de enzimas específicas, estas modificaciones a nivel celular traen como consecuencia la pérdida de agua por parte de los tejidos vegetales (53).

### C. Medición del pH

Del conjunto de resultados obtenidos tras la medición de pH de los frutos recubiertos sean estos fresa e higo se les calculo el promedio, siendo mostrados a continuación los que corresponden al día 7.

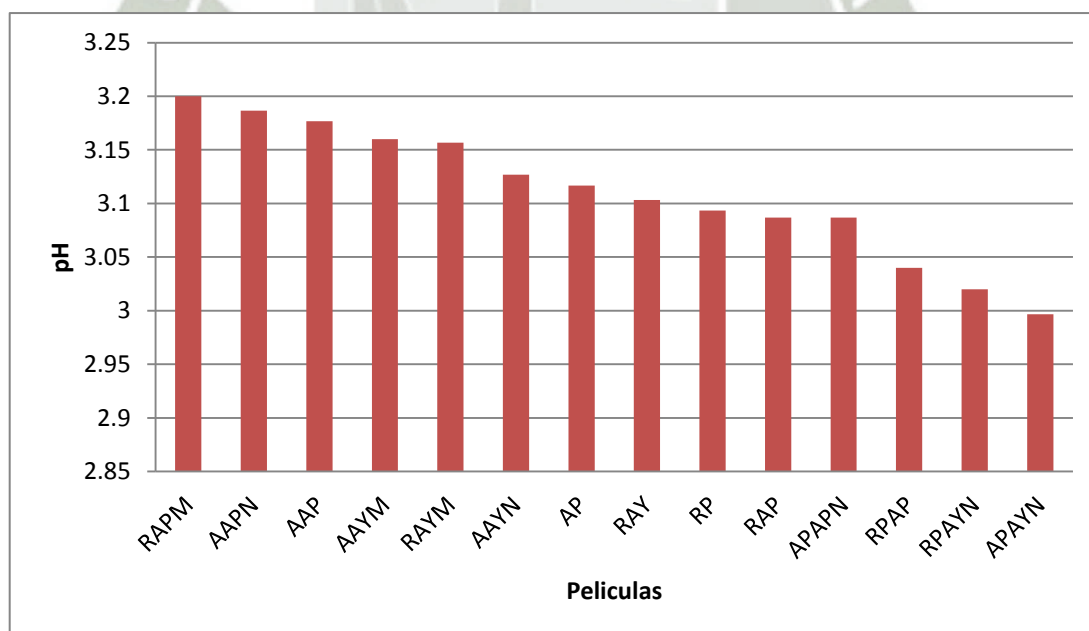
**Tabla 20. Promedio resultados de pH séptimo día**

	Película	Fresas	Higos
Grupo 1	AAP	3.18	4.07
	AAPM	3.25	4.75
	AAPN	3.19	4.27
	RAP	3.09	4.46
	RAPM	3.20	4.74
	RAPN	3.30	4.44
Grupo 2	AAY	3.29	3.13
	AAYM	3.16	4.46
	AAYN	3.13	4.03
	RAY	3.10	4.02
	RAYM	3.16	3.46
	RAYN	3.29	4.53
Grupo 3	AP	3.12	3.32
	APM	3.21	4.62
	APN	3.15	3.76
	RP	3.09	4.02
	RPM	3.31	4.56
	RPN	3.20	4.99
Grupo 4	APAP	3.12	3.68
	APAPM	3.21	4.51
	APAPN	3.09	4.69
	RPAP	3.04	4.91
	RPAPM	3.19	4.68
	RPAPN	3.21	4.54
Grupo 5	APAY	3.23	3.88
	APAYM	3.33	4.30
	APAYN	2.99	3.76
	RPAY	3.11	3.95
	RPAYM	3.20	4.22
	RPAYN	3.02	4.65
Frutos Blanco	AB	3.12	4.96
	RB	3.12	4.36

Con la finalidad de determinar las películas que beneficiaron de la mejor maneja a los frutos de fresa e higo con respecto al pH, se realizó la prueba estadística ANOVA la cual está ubicada en las tablas del anexo N° 09, se procesaron los datos correspondientes a todos los grupos (grupo 1 al 5), encontrándose un nivel de significancia menor a 0.05 para ambos frutos por lo que se determinó que existe una diferencia estadística. Seguidamente se procedió a realizar el test de Tuckey para cada uno de los frutos respectivamente, que está ubicado en las tablas correspondientes al anexo N° 09. Analizando el test se distinguieron subconjuntos estadísticamente distintos tanto para el caso de la fresa como el higo. Estos resultados se muestran en las tablas N° 21,22 y en los gráficos N° 6 y 7 los cuales permiten reconocer las películas que tuvieron un mejor comportamiento frente al pH.

**Tabla N° 21. Listado de las mejores películas con respecto al pH – Fresa**

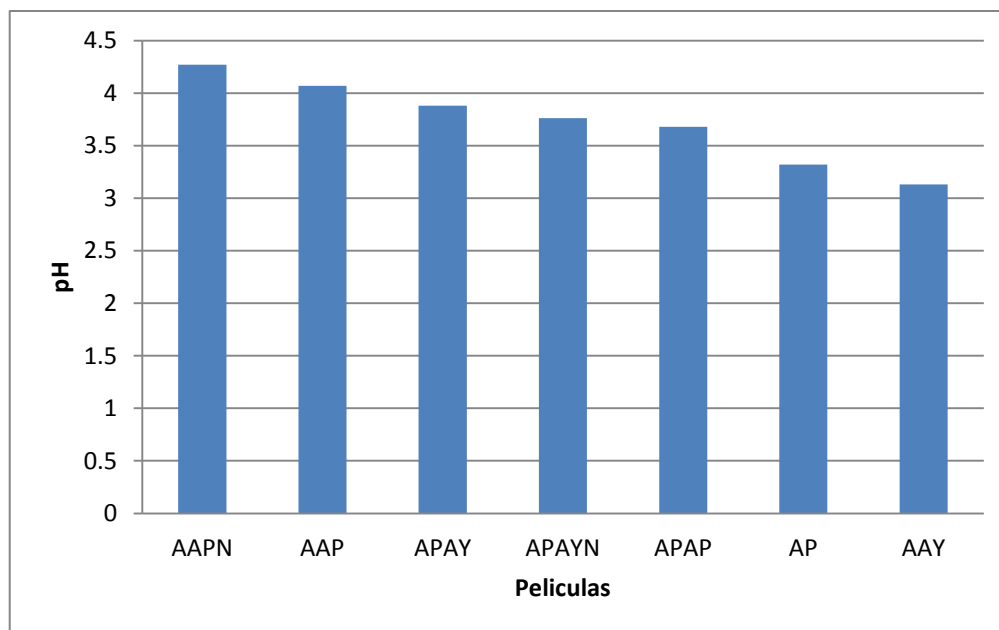
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
RAP	RAY	RP	RPAP	APAYN
AAP	AAYN	AP	APAPN	RPAYN
AAPN	RAYM			
RAPM	AAYM			



**Gráfico N° 6. Mejores películas con respecto a pH – Fresas**

**Tabla N° 22. Listado de las mejores películas con respecto al pH – Higo**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
AAP	AAV	AP	APAP	APAYN
AAPN				APAY



**Gráfico N° 7. Mejores películas con respecto a pH – Higos**

Siendo el valor mínimo de pH obtenido de 2.8067 y el máximo de 3.35 esto para fresas, en el caso de higos el valor de pH mínimo 3.09 y el valor máximo de 5.04, se seleccionaron las películas que mantuvieron el menor pH en los frutos recubiertos. Lo cual coincide con lo dicho por Pelayo C., Ebeler SE, Kader AA, mencionado por Restrepo. El cual dice que existe la tendencia a disminuir la acidez con el aumento del pH de los frutos, posiblemente debido a que en el caso de los recubrimientos comestibles estos retrasan la frecuencia respiratoria de las fresas y la utilización de los ácidos orgánicos en las reacciones enzimáticas (38).

#### **D. Determinación de sólidos solubles totales**

Los datos obtenidos en las mediciones fueron utilizados para el análisis estadístico, utilizándose solo los resultados del último día de tratamiento (Anexo N° 10). Los promedios de las mediciones tanto para fresa e higo correspondientes al día 7 son presentados en la tabla N° 23.

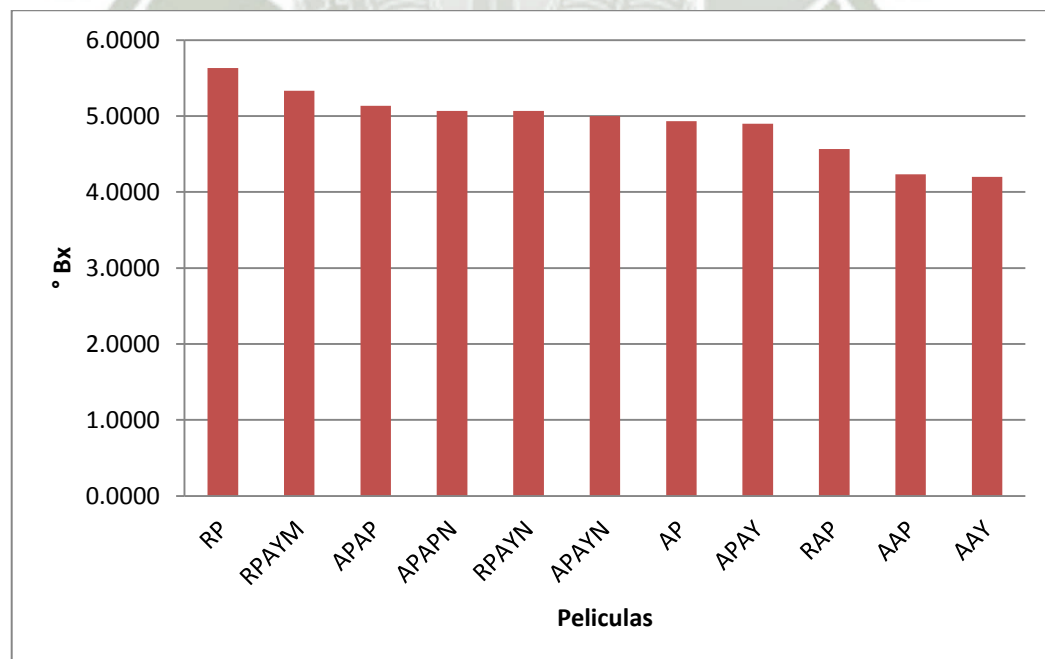
**Tabla 23. Promedio resultados de solidos solubles totales séptimo día**

	Película	Fresas	Higos
Grupo 1	AAP	4.23	21.50
	AAPM	5.90	20.03
	AAPN	4.93	23.5333
	RAP	4.57	23.40
	RAPM	5.63	25.67
	RAPN	5.60	21.53
	Grupo 2	AAY	4.20
AAYM		5.77	20.83
AAYN		5.13	17.57
RAY		5.80	21.87
RAYM		5.73	23.80
Grupo 3	RAYN	5.60	20.97
	AP	4.93	22.40
	APM	6.10	18.23
	APN	5.73	17.07
	RP	5.63	24.33
	RPM	5.87	16.07
Grupo 4	RPN	5.87	21.10
	APAP	5.13	21.30
	APAPM	6.13	20.07
	APAPN	5.07	20.93
	RPAP	5.83	22.13
	RPAPM	5.97	16.60
Grupo 5	RPAPN	5.80	20.37
	APAY	4.90	21.30
	APAYM	5.57	23.00
	APAYN	5.00	22.80
	RPAY	5.87	27.33
	RPAYM	5.33	23.60
Frutos Blanco	RPAYN	5.07	25.67
	AB	4.53	31.33
	RB	5.47	21.53

Para la determinación de las películas que ofrecieron los mejores resultados para los frutos de fresa e higo referido a sólidos solubles totales, se aplicó la prueba estadística ANOVA cuyos resultados se encuentran en las tablas del anexo N° 11, se analizaron los datos correspondientes a todos los grupos, resultando un nivel de significancia menor a 0.05 para ambos frutos por lo cual se dedujo que existe una diferencia estadística. Al obtener dichos resultado se aplicó el test de Tuckey para cada uno de los frutos, las tablas obtenidas del test de Tuckey están ubicadas en el anexo N°11, tras el análisis estadístico realizado se encontraron subconjuntos estadísticamente distintos tanto para fresa como higo. Los resultados proporcionados por las pruebas estadísticas permiten denotar las películas que con referencia a los sólidos solubles totales presentaron las mejores características, dichos resultados se encuentran en las tablas N° 24 y 25 y representados en los gráficos N° 8 y 9.

**Tabla N° 24. Registro de las mejores películas referidas a solidos solubles totales – Fresa**

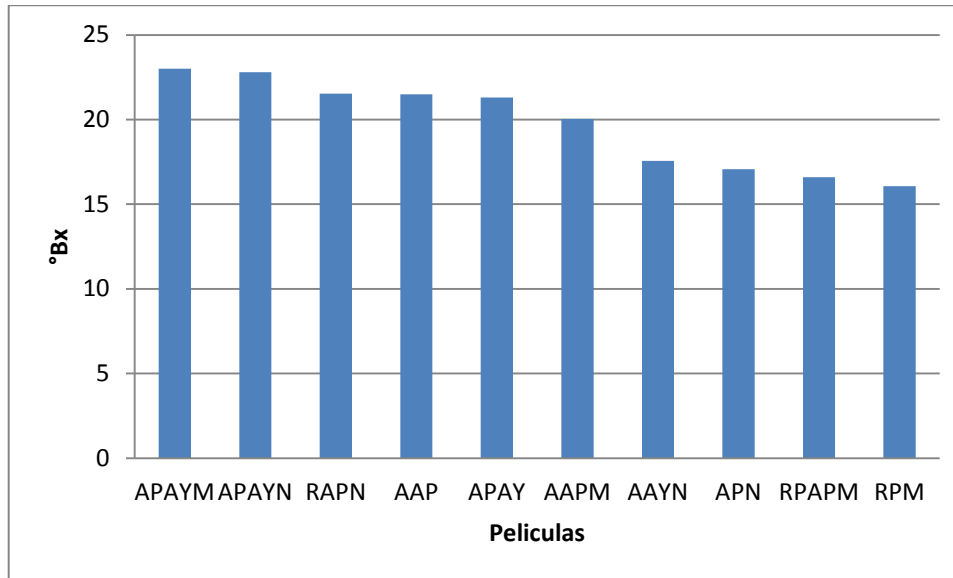
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
AAP	AA Y	AP	APAPN	APAY
RAP		RP	APAP	APAYN
				RPAYN
				RPAYM



**Gráfico N° 8. Mejores películas con respecto a solidos solubles totales – Fresas**

**Tabla N° 25. Registro de las mejores películas referidas a solidos solubles totales – Higo**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
AAPM	AAYN	RPM	RPAPM	APAY
AAP		APN		APAYN
RAPN				APAYM



**Gráfico N° 9. Mejores películas con respecto a solidos solubles totales – Higos**

Se puede observar que existe variabilidad en los resultados obtenidos, aun así los frutos no recubiertos a temperatura ambiente presentan los valores altos, siendo este un punto muy importante dentro de lo que es el proceso de maduración.

En el trabajo realizado por Ramírez coincide con el trabajo realizado en esta investigación que los SST presentaron mayor incremento en los frutos sin recubrimiento con los días de almacenamiento, esto se puede ver influenciado por la hidrólisis de los materiales de la pared celular. Este comportamiento es inverso a la acidez total AT (63).

#### **E. Determinación de porcentaje de acidez titulable**

El análisis estadístico fue realizado empleando los datos resultantes del cálculo del porcentaje de acidez titulable, empleándose siempre los resultados de las repeticiones del último día de tratamiento (Anexo N° 12). Los promedios del porcentaje de acidez titulable para el último día, se muestran en la siguiente tabla para ambos frutos.

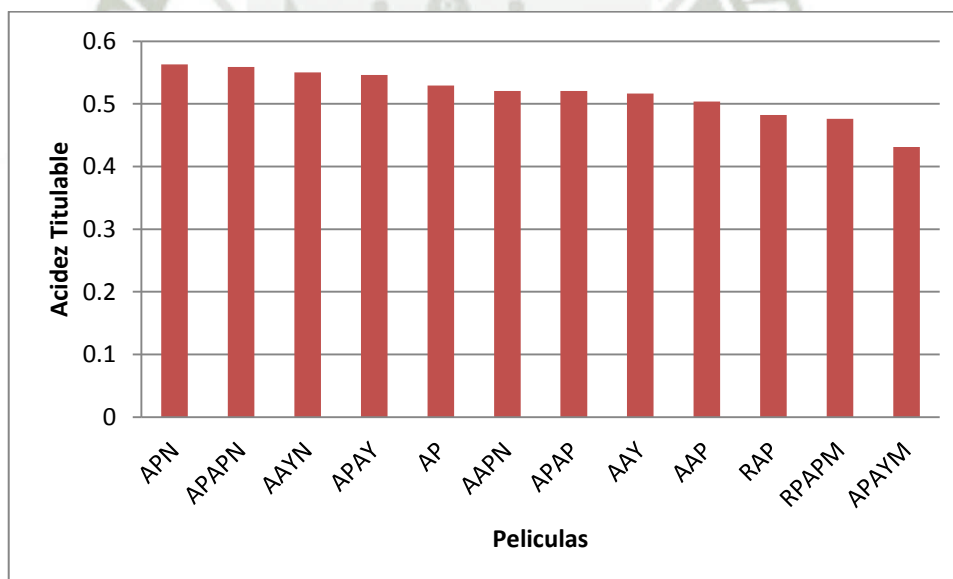
**Tabla 26. Promedio resultados de acidez titulable séptimo día**

	Película	Fresas	Higos
Grupo 1	AAP	0.50	0.40
	AAPM	0.41	0.16
	AAPN	0.52	0.15
	RAP	0.48	0.21
	RAPM	0.44	0.15
	RAPN	0.45	0.18
Grupo 2	AAY	0.52	0.38
	AAYM	0.44	0.21
	AAYN	0.55	0.25
	RAY	0.46	0.24
	RAYM	0.44	0.16
	RAYN	0.42	0.15
Grupo 3	AP	0.53	0.43
	APM	0.46	0.19
	APN	0.56	0.21
	RP	0.47	0.18
	RPM	0.44	0.14
	RPN	0.45	0.16
Grupo 4	APAP	0.52	0.42
	APAPM	0.41	0.21
	APAPN	0.56	0.31
	RPAP	0.44	0.17
	RPAPM	0.47	0.15
	RPAPN	0.40	0.15
Grupo 5	APAY	0.55	0.40
	APAYM	0.43	0.24
	APAYN	0.61	0.23
	RPAY	0.42	0.24
	RPAYM	0.44	0.14
	RPAYN	0.38	0.15
Frutos Blanco	AB	0.48	0.19
	RB	0.37	0.15

La respectiva prueba estadística ANOVA se encuentra en las tablas del anexo N° 13, se procesaron los datos correspondientes a los grupos 1, 2, 3, 4 y 5, encontrándose niveles de significancia menores a 0.05 por lo que existe una diferencia estadística, esto fue realizado para los frutos de fresa e higo. Con el test de Tuckey ubicado en los anexos N° 13 en las tablas se contempló la creación de subconjuntos para cada uno de los frutos respectivamente siendo estos estadísticamente distintos dando como resultado la selección de películas de mejor comportamiento con respecto al porcentaje de acidez titulable, dichos resultados son apreciados en las tablas N° 27 y 28 y en los gráficos N° 10 y 11.

**Tabla N° 27. Lista de las mejores películas con mejor acción frente al porcentaje de acidez titulable – Fresa**

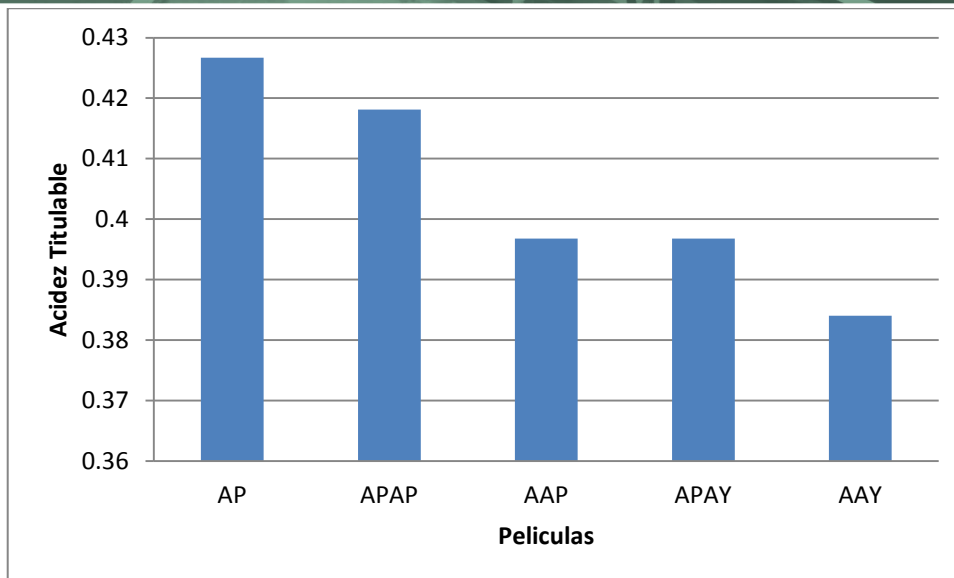
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
RAP	AAY	AP	RPAPM	APAY
AAP	AAYN	APN	APAP	APAYN
AAPN			APAPN	



**Gráfico N° 10. Mejores películas referentes a acidez titulable – Fresas**

**Tabla N° 28. Lista de las mejores películas con mejor acción frente al porcentaje de acidez titulable – Higo**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
AAP	AAY	AP	APAP	APAY



**Gráfico N° 11. Mejores películas referentes a acidez titulable – Higos**

Los frutos recubiertos sean estos de fresa e higo tienen valores más altos de acidez con respecto a los frutos no recubiertos, lo ocurrido debe a que hay menor pérdida de peso y por ende el agua perdida es menor por lo que el fruto recubierto no afecta su acidez tan rápidamente como lo que sucede en los frutos a los cuales no se les aplicó la película comestible.

Autores como Zambrano explican que el decrecimiento de acidez titulable es debido a que en la atmósfera modificada generada por los recubrimientos produce la acumulación de CO<sub>2</sub> en el tejido, resultando en mayor acidez en comparación con los frutos no recubiertos (64).

#### **F. Determinación de índice de madurez**

Finalmente para la determinación del índice de madurez se utilizó la fórmula N° 6 mencionada en los métodos, con los datos obtenidos se procede a utilizar como en los casos anteriores solo los valores de las repeticiones de cada lote correspondiente al último día de tratamiento (Anexo N° 14). El promedio del séptimo día se muestra en la tabla N° 29.

**Tabla 29. Promedio resultados de índice de madurez séptimo día**

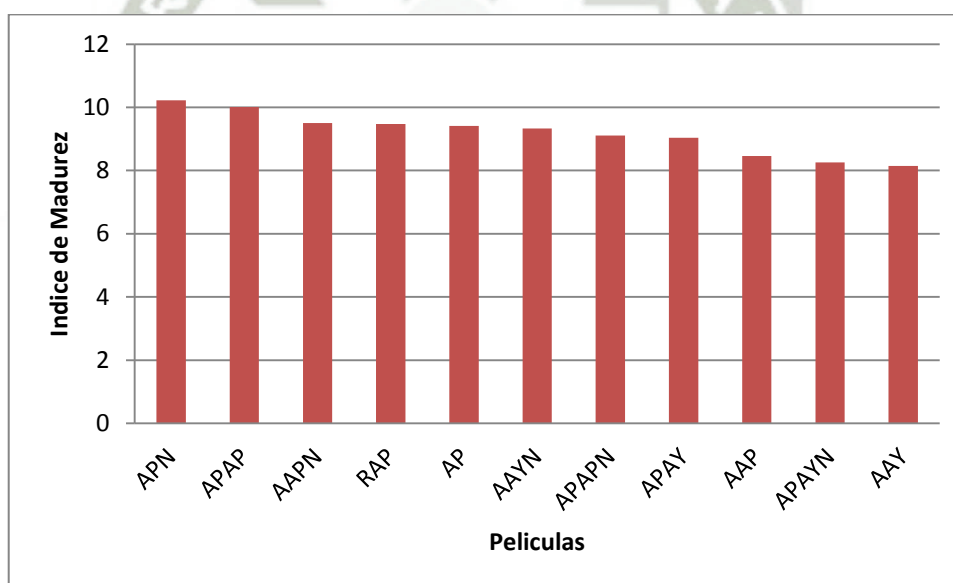
	Película	Fresas	Higos
Grupo 1	AAP	8.46	54.19
	AAPM	14.42	123.65
	AAPN	9.50	153.69
	RAP	9.48	112.32
	RAPM	12.72	183.44
	RAPN	12.40	120.62
	Grupo 2	AAY	8.15
AAYM		12.99	100.17
AAYN		9.33	71.18
RAY		12.61	90.06
RAYM		13.20	151.37
RAYN		13.28	140.70
Grupo 3	AP	9.41	52.53
	APM	13.24	97.32
	APN	10.23	83.40
	RP	11.89	136.12
	RPM	13.38	114.64
	RPN	13.10	130.33
Grupo 4	APAP	10.01	51.03
	APAPM	14.82	96.06
	APAPN	9.11	68.25
	RPAP	13.41	133.57
	RPAPM	12.61	111.35
	RPAPN	14.63	136.48
Grupo 5	APAY	9.04	53.72
	APAYM	12.92	94.72
	APAYN	8.26	101.13
	RPAY	13.90	112.67
	RPAYM	12.29	173.11
	RPAYN	13.20	178.30
Frutos Blanco	AB	9.41	167.10
	RB	14.76	146.05

Con la finalidad de determinar las películas de mejor efecto frente al índice de madurez, se utilizó la prueba estadística ANOVA, en esta prueba se evaluaron los datos correspondientes a

todos los grupos (grupos 1 al 5), dando como consecuencia un nivel de significancia menor a 0.05 para los frutos de fresa e higo por lo cual, se dedujo que existe una diferencia estadística, las tablas obtenidas en la prueba de ANOVA se muestran en el anexo N° 15. Luego de realizar la prueba estadística anterior se realizó el test de Tuckey para cada uno de los frutos los resultados de este test se encuentran en las tablas ubicadas en el anexo N°15, en este test se observaron subconjuntos estadísticamente distintos tanto para fresa como higo, por lo que finalmente se deduce que existen ciertas películas que actúan de mejor manera frente al índice de madurez. La películas mencionadas se muestran en las tablas N° 30 y 31 y en los gráficos N° 12 y 13.

**Tabla N° 30. Películas seleccionadas por Índice de Madurez en Fresas**

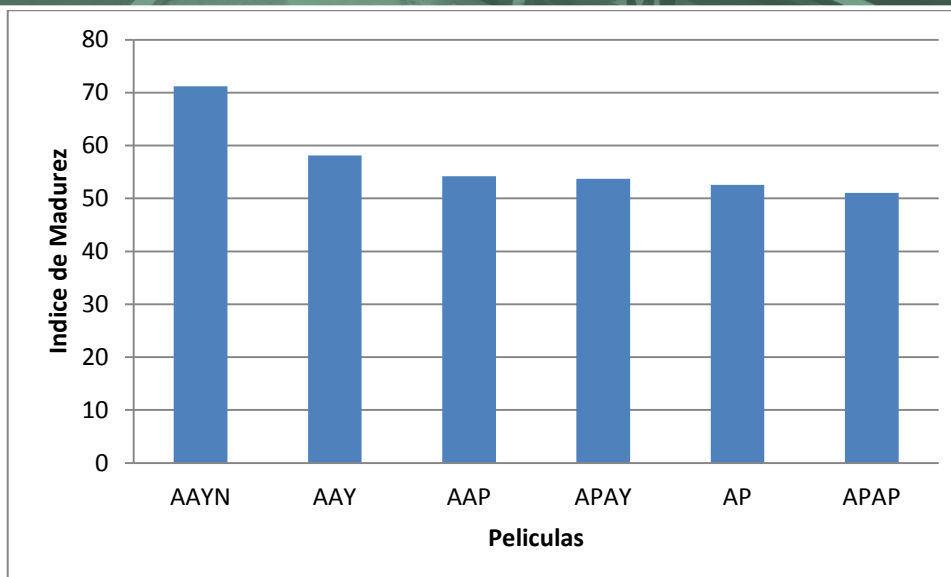
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
AAP	AAY	AP	APAPN	APAY
RAP	AAYN	APN	APAP	APAYN
AAPN				



**Gráfico N° 12. Mejores películas en Índice de Madurez – Fresas**

**Tabla N° 31. Películas seleccionadas por Índice de Madurez en Higos**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
AAP	AAY	AP	APAP	APAY
	AAYN			



**Gráfico N° 13. Mejores películas en Índice de Madurez – Higos**

Los resultados revelaron que los índices de madurez alcanzados por los frutos no recubiertos son mayores que los frutos recubiertos, tanto para fresa como para higos y en sus distintas temperaturas de almacenamiento el comportamiento fue el mismo, esto ratifica lo mencionado por Baldwin y Cáceres, que refieren que el menor índice de madurez se da a través de una menor evolución de los sólidos solubles y un mantenimiento de la acidez total como se muestra en el trabajo mencionado por dichos autores en el que utilizan recubrimientos de celulosa, cera de carnauba o éster de sacarosa en mango (62).

Relacionando las propiedades fisicoquímicas anteriormente mencionadas, se logró determinar las películas que tuvieron un mejor comportamiento global por grupos, dicha selección se expresa en las siguientes tablas.

**Tabla N° 32. Películas de mejor comportamiento global - Fresas**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
RAP	AAYN	AP	APAP APAPN	APAYN

**Tabla N° 33. Películas de mejor comportamiento global – Higos**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
AAP	AAY AAYN	AP RPM	APAP	APAY

Por lo tanto como se muestra en las tablas anteriores se reafirma lo dicho por Martin- Belloso Olga, que las películas comestibles Mejoran la retención de ácidos, azúcares y componentes del sabor, reducen la pérdida de agua, mantienen la calidad durante el almacenamiento, disminuyen los desórdenes metabólicos durante el período de conservación y permiten la adición de otros compuestos (27).

#### **4.8. EVALUACIÓN VISUAL DE LOS FRUTOS RECUBIERTOS**

En este caso los resultados de tipo cualitativos se muestran en el anexo 16, donde se aprecia que los frutos denominados blanco presentaron contaminación y mayor deterioro a partir del día 3 del tratamiento tanto en temperatura ambiente como refrigerada, mientras que en algunos casos los frutos recubiertos con las películas comestibles sin aceite esencial presentaron ligeras contaminaciones. Refiriéndonos a las fresas e higos recubiertos con las películas que contenían en su composición aceites esenciales de muña y naranja se pudo observar que presentaban un ligero deterioro mas no contaminación ´por lo que se puede validar la acción anti fúngica que le ofrecen los aceites esenciales en las películas.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

- Se determinó el porcentaje de rendimiento de la extracción de almidón de *Solanum tuberosum* (papa), *Manihot esculenta* (yuca) y aceites esenciales de *Minthostachys spp.* (muña) y de *Citrus sinensis* (naranja) a partir de sus fuentes naturales, de los cuales se obtuvo un rendimiento del 14.72% de rendimiento para el almidón extraído de yuca Y 10.32 % para el almidón de papa. Con respecto lo aceites esenciales el rendimiento fue de 4.7% para el aceite esencial de *Minthostachys spp* (muña) y de 2.26% para el aceite esencial de *Citrus sinensis* (naranja).
- Se determinaron los porcentajes de inhibición de crecimiento fungal de los aceites esenciales de *Minthostachys spp.* (muña) y de *Citrus sinensis* (naranja) frente a los hongos causante de la podredumbre *Rhizopus stolonifer* y *Penicillium spp.* en *Ficus carica* (higo) y *Fragaria x ananassa* (fresa), siendo el porcentaje de inhibición del aceite esencial de *Minthostachys spp* (muña) frente a *Rhizopus stolonifer* de 6.4% y para *Penicillium spp.* de 6.8% .Con respecto a el aceite esencial de *Citrus sinensis* (naranja) solo muestra actividad inhibitoria contra el *Penicillium spp.* con porcentaje de inhibición de 6.2% mas no contra *Rhizopus stolonifer*.

- Se evaluó la calidad de las películas comestibles elaboradas mediante una caracterización mecánica y microscópica. Mediante la medición de tensión se observó que la película de almidón de papa presentó mayor esfuerzo de tracción a la ruptura, mientras que la película mezcla de almidón de yuca y proteína de soya presentó mayor fragilidad. A través de la microscopía óptica y la microscopía electrónica de barrido se observó la pérdida de la estructura nativa de los almidones de *Solanum tuberosum* (papa), *Manihot esculenta* (yuca) y de la proteína de soya.
- Se evaluó y comparó las características fisicoquímicas de las películas comestibles en los frutos recubiertos, los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicas realizadas a los frutos recubiertos (fresa e higo) durante su vida de anaquel a través de pruebas como la pérdida de peso, firmeza, pH, acidez titulable, sólidos solubles totales, índice de madurez con las cuales se logró determinar las películas que lograron una mejor extensión de la vida de anaquel, para *Fragaria x ananassa* (fresa) las películas seleccionadas fueron RAP, AAYN, AP, APAP, APAPN, APAYN y en el caso de *Ficus carica* (higo) las mejores películas fueron AAP, AAY, AAYN, AP, RPM, APAP, APAY.

## CAPÍTULO VI

### SUGERENCIAS

- Evaluar las películas comestibles en base a proteína de soya, almidón de papa, almidón de yuca, en otros frutos perecibles.
- Comparar la acción de diferentes almidones provenientes de distintos tubérculos y/o raíces nativas.
- Comparar la acción de otras proteínas de origen vegetal en la elaboración de películas comestibles.
- Elaborar y comparar películas comestibles con base de mezclas almidón - proteína a diferentes porcentajes.
- Realizar y evaluar la elaboración de las películas comestibles utilizando diferente emulsificantes.
- Elaborar y evaluar películas comestibles utilizando diversos aceites esenciales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. - Embuscado Milda, Huber Kerry. Endible films and coatings for food application, 2009, p. 2-19
- 2.- Colelli, G. Extension of postharvest life of «MISSION» figs by CO<sub>2</sub> enriched atmospheres. Hortscience, 1991, 26(9): 1193-1195.
- 3.- Tovar Benites T. Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz (*Zea mays* L) obtenido por diferentes métodos de aislamiento [Tesis Pregrado]. Pachuca de Soto, Hidalgo: Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2008.
- 4.- Espinoza Solis Vicente. Estudios Estructurales de Almidón de Fuentes No Convencionales: Mango (*Mangifera indica* L.) y Plátano (*Musa paradisiaca* L.). [Tesis de Maestría]. Yautepec, Morelos: Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional, 2008.
- 5.- Vaclavik Vickie A. Fundamentos de Ciencia de los Alimentos.:Acribia; 2008
- 6.- Cubero N., Monferrer A.m Villalta J.Colección de Tecnología de Alimentos Aditivos Alimenticios, Barcelona: Mundi-prensa ;2002.
- 7.- Borba Nathalie. La papa un alimento básico Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica Uruguay.RAP-AL.2008.6-7.
- 8.- Maldonado Luis, Suarez Víctor, Thiele Graham. Estudio de la adopción de variedades de papas en zonas pobres del Perú. Documento de Trabajo. 2008:18.
- 9.- Quilca Burga Nancy. Caracterización física, morfológica, organoléptica, química y funcional de papas nativas para orientar sus usos futuros. [Tesis Pregrado]. Quito : Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, 2007.
- 10.-Meré Marcos Javier. Estudio del procesado de un polímero termoplástico basado en almidón de patata amigable con el medio ambiente [Tesis Pregrado]. Madrid: Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química, Universidad Carlos III de Madrid, 2009.
- 11.- Cultivo de yuca guía técnica – Serie cultivos. Fundación de desarrollo agropecuario, Inc. (FDA), 1997, (31): 9.
- 12.- Inga Sánchez H., Lopez Parodi J. Diversidad de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Jenaro Herrera ,Loreto – Perú, Documento Técnico. 2001; (28): 7-12
- 13.- Alarcón F. Dufour D., Almidón agro de yuca en Colombia Tomo 1: producción y recomendaciones, Publicación CIAT. 1998; (323): 9

- 14.- Bueno Manuel, Sarria A., Pérez Gonzales J.M., Nutrición en Pediatría. Zaragoza: Ergon; 2007.
- 15.- De Luna Jimenez Alfonso, Valor Nutritivo de la Proteína de Soya, Investigación y Ciencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes (México). 2006; 14 (36):29-34.
- 16.- Casale M.G, Soja y Nutrición: Informe sobre el uso y la seguridad de la soja, Internacional Life Sciences Institute. Argentina Serie de Informes Especiales (Argentina).2004; 1: 19-21
- 17.- Munive Ledesma Pablo, Elaboración de un suplemento alimenticio en polvo para consumo humano a partir de una mezcla de Hidrolizado de soya y Almidón de maíz.[Tesis Pregrado]. Quito: Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, 2009.
- 18.- Llanos Navarro Maria,.Efecto de la composición de recubrimientos comestibles a base de Hidroxipropilmetilcelulosa y cera de abeja en la calidad de ciruela, naranjas y mandarinas. [Tesis Doctoral] Valencia: Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, 2007.
- 19.- Rodríguez Saucedo Elvia, Uso de Agentes Antimicrobianos Naturales en la Conservación de frutas y hortalizas, Ra Ximhai. Universidad Autónoma Indígena de México. 2011; 1(7):153-170
- 20.- Burt, S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods - A review. International Journal of Food Microbiology. 2004; 94(3): 223-253.
- 21.- Van Vuuren, S. F. y A. M. Viljoen. Antimicrobial activity of limonene enantiomers and 1,8-cineole alone and in combination. Flavour and Fragrance Journal. 2007; 22(6): 540-544.
- 22.- Yañez Rueda X, Lugo Mancilla L., Parada D. Estudio del aceite esencial de la cascara de la naranja dulce (*Citrus sinensis*, variedad Valenciana) cultivada en Labateca (Norte de Santander, Colombia). Bistua. 2007; 1(5): 3-8.
- 23.- Alzate N. A., Lopez V. K., Marin H. A., Murillo A. W., Evaluación preliminar de la actividad fungicida de los aceites esenciales de eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*, *Myrtaceae*) y cascara de naranja (*Citrus sinensis*, *Rutaceae*) sobre algunos hongos filamentosos. Tumbaga, Ciencias – Química. 2009: 59-71.
- 24.- Comberiza, M., Blanco C. Estudio comparativo de los aceites esenciales de hojas y frutos cítricos colombianos. Bucaramanga [Tesis de Pregrado] (Química). Facultad de Ciencias. Universidad Industrial de Santander, 1995.
- 25.- Cano Carlos, Bonilla Pablo, Roque Mirtha, Ruiz Julio. Actividad antimicótica in vitro y metabolitos del aceite esencial de las hojas de *Mintostachys Mollis* (Muña). Perú Med. Exp Salud Publica, 2008; 25(3) : 298-301.

- 26.- Fernández Idoya y Maté Juan. Películas y recubrimientos comestibles como herramienta emergente para la industria alimentaria. Retos de Actuales de la Industria Alimentaria Madrid, 2011: 27- 30
- 27.- Martin-Belloso Olga, Rojas-Grau Maria Alejandra, Oms-Oliu Gemma. Calidad de Frutas Frescas cortadas y Películas Comestibles, UTPV-CeRTA, 2005:8 -9.
- 28.- Yang L, Paulson AT . Mechanical and water vapor barrier properties of edible gellan films. Food Res. Int. 2000; 33: 563-570
- 29.- Aguirre Aranmendia Miguel. Selección y entrenamiento de un panel de cata para análisis discriminativo de productos cárnicos con recubrimientos antimicrobianos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos , Universidad Pública de Navarra, 2011.
- 30.- Ramírez Martínez J. , Evaluación sensorial de productos cárnicos frescos con recubrimientos comestibles antimicrobianos.[Tesis Pregrado].Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Pública de Navarra, 2011.
- 31.- Saavedra N. Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas. Publicación Científica en Ciencias Biomédicas; 2010, 14(8): 121- 240.
- 32.- Devlieghere, F., L. Vermeiren y J. Debevere.. New preservation technologies: Possibilities and limitations. International Dairy Journal.2004 14(4): 273-285
- 33.- Krochta, J. M., Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M. Edible Coatings and films to improve food quality. New York.Technomic Publ. Co., Inc; 1994.
- 34.- Osés, J., Desarrollo, caracterización y aplicaciones alimentarias de recubrimientos comestibles basados en proteína de suero de leche, almidón y goma de mezquite.[Tesis Doctoral]. Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Pública de Navarra, 2006.
- 35.- Baldwin, E. A., Nisperos, M. O. Hagenmaier, R. D., Baker, R.E. (1.997) Use of lipids in coatings for food products. Food Technology 51(6): 56-64.
- 36.- Guilbert, S. Technology and application of edible protective films. In Food packaging and preservation: theory and practice (Ed M. Mathlouthi). London, UK: El sevier Applied Science Publishing Co.1986: 371-394.
- 37.- Cumplido Laso Guadalupe,. Functional characterization of strawberry (*Fragaria x ananassa*) fruit-specific and ripening-related genes involved in aroma and anthochyanins biosynthesis 2012:14-17
- 38.- Fraire Cordero M. Yañez Morales M. Nieto Angel D., Vázquez Gálvez G. 2003 Hongos Patógenos en Fruto de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en Postcosecha. Revista Mexicana de Fitopatología. 2003; 21(3): 285-291.

- 39.- Restrepo J., Aristizabal I., Conservación de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca Sábila (*Aloe barbadensis* miller) y cera de carnauba, 2010; 17(3):252-263.
- 40.- Flores Dora, Jiménez Vilma. Desarrollo del cultivo de Higo (*Ficus carica*) para consumo fresco y procesado, como una alternativa de diversificación para el sector agrícola 2007:5-9.
- 41.- Sala Magraner Francisco. El Cultivo de la Higuera Breval. Madrid:Hojas Divulgadoras; 1974 .
- 42.- Marco A. López-Mata, Saul Ruiz-Cruz, Clarissa Navarro-Preciado, José de Jesús Ornelas-Paz, María I. Estrada-Alvarado, Laura E. Gassos-Ortega, Joaquín Rodrigo-García. Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas. Universidad de Sonora. Revista Biotecnica (Mexico) 2012; 14(1):33-43.
- 43.- Sai Lakshmi Marpudi, Pushkala Ramachandran and N Srividya. 2013. Aloe vera Gel Coating For Post Harvest Quality Maintenance of Fresh Fig Fruits. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (Andhra Pradesh) 2013;4(1): 878-887.
- 44.- Torres R., Montes E., Perez O., Andrade R., Relación del color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. Información Tecnológica (Ciénaga de oro) 2013; 24(3): 51-56.
- 45.- Primo, E. Royo, I. Detección de adulteración en zumos cítricos. Características de la curva de neutralización y sus variaciones como consecuencia de las adulteraciones A.T. A.1968; 8 (3):353.
- 46.- Melian Subiabre Daniela. Ensayo Comparativo de Dos Metodologías de Extracción de Almidón de Papa usando Muestras de Diez Variedades Nativas de Chile y dos Variedades Comerciales [Tesis Pregrado]. Valdivia. Escuela Ingeniería de los Alimentos, Universidad Austral de Chile; 2010.
- 47.- Glorio Paulet P., Bello Pérez L., Salas F., Buleje E. Características Viscoelásticas en Almidón de Oca (*Oxalis tuberosum*) Perú, comparado con Almidón de Camote (*Ipomoea batatas*). Revista Soc. Quim. Perú; 2009;75(2):266-276.
- 48.- Aristabal Johanna y Sánchez Teresa 2007, Guía técnica para la producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO (Roma), 2007(163):49-52.
- 49.- Parzanese Magali. Técnicas para la Industria Alimentaria Películas y Recubrimientos Comestibles. Alimentos Argentinos- MinAgri, 2013;(7):1-11.
- 50.- Kunte A., Gennadios A., Cupett S., Hanna M. Weller C. Cast films from soy protein isolate and fractions. Cereal Chem, 1997;74(2):115-118.

- 51.- Villamán María. Elaboración y Caracterización de Films comestibles basadas en mezclas de proteínas de Quinoa y Quitosano [Tesis Pregrado]. Santiago de Chile. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Universidad de Chile, 2007.
- 52.- Abarca Luis, Incorporación de Nanoparticulas de Arcilla en Películas Comestibles de Quitosano-Quinoa. [Tesis de Pregrado], Snatiago de Chile. Departamento de ciencia de los Alimentoa y Tecnología Química, Universidad de Chile, 2012
- 53.- Aguilar Miguel 2005, Propiedades Físicas y Mecánicas de Películas Biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de Aguacate [Tesis de Maestría]. México D.F. Centro de Investigación en ciencia aplicada y Tecnología avanzada, Instituto Politécnico Nacional, 2005.
- 54.- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Norma Tecnica Colombiana NTC 4103 Frutas Frescas Fresa Variedad Chandler, especificaciones, 1997-04-16.
- 55.- Cobanza M. y Antezana M. 2007 Proceso de Extracción de Almidón de Yuca por Via Seca Revista Boliviana de Quimica, 2007; 24(1):78-84.
- 56.- Patiño B., Vázquez C., Tecnicas básicas de microbiología - Observación de hongos filamentosos, Reduca (Biologia). Serie Microbiologia, 2009;2(4): 1-15.
- 57.- Montealejre J. Oyarzun J. Herrera R. Berger H. y Galletti L. Nota científica: Identificacion de Hongos causantes de pudriciones en postcosecha de Brevas e Higos, Bol. San. Veg. Plagas, 2000; 26: 439-443.
- 58.- Rodriguez M. Alcaraz L. Real S., Procedimientos para la extracción de aceites esenciales para plantas aromáticas, Proyecto SAGARPA-CONACYT, 2012:23-30.
- 59.- Juarez R., Castro A. Jauregui J. Lizano J. Carhuapoma M. Choquesillo F. Felix L. Cotillo P. López J. Jaramillo M. Cordova A. Puiz J. Ramos N., Composición Química, Actividad Antibacteriana del Aceite esencial de *Citrus sinensis* L. (Naranja Dulce) y Formulación de una forma farmacéutica. Ciencia e Investigación, Facultad de Farmacia y Bioquimica UNMSM, 2010;13(1):9-13.
- 60.- Bósquez Molina Elsa, Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (*Citrus latifolia tanaka*). [Tesis Doctoral], Mexico D.F. ,Universidad Autónoma Metropolitana, 2003.
- 61.- Lopez Olvia. Desarrollo, Caracterización y Aplicación de envases biodegradables a partir de Almidón.[Tesis Doctoral], Buenos Aires. Centro de Investigacion y Desarrollo en Criotecnologia de Alimentos (CIDCA), Universidad Nacional de la Plata, 2011.

62.- Figueroa Jorge 2011, Recubrimientos comestibles en la conservación de mango y aguacate, y perspectiva al uso de propóleo en su formulación, Rev. Colombiana Cienc. Anim., 2011;3(2):386-400.

63.- Ramirez Quirama Jhon 2012, Conservación de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) mediante la aplicación de un recubrimiento comestibles de gel de mucilago de penca de sábila (*Aloe barbadensis* Miller). [Tesis de Maestria], Medellin. Departamento de Ingenieria Agricola y de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia, 2012.

64.- Zambrano J., Maffei M., Materano W., Quintero I. y Valera A., Efecto de tres recubrimientos sobre algunos aspectos de calidad en mango “Bocado” durante el almacenamiento. Rev. Fac. Agron. (Luz), 2011;28 Supl, 1:636-645.

### PAGINAS WEB

[1] Glicerina [en línea]. España: Botanical-online; 2009 [fecha de acceso 09 de marzo de 2014]. URL disponible en: <http://www.botanical-online.com/glicerina.htm>

[2] Emulsificantes y Estabilizantes [en línea]. Mexico: productos alimenticios; 2010 [fecha de acceso 12 de febrero de 2014]. URL disponible en: <http://www.vilher.com.mx/productos/alimentos/emulsificantes-y-estabilizantes>

[3] Tween 60 [en línea]. Mexico: Droguería Cosmopolita; 2008 [Fecha de acceso 10 de marzo de 2014]. URL disponible en: <http://www.cosmotienda.com/tienda/tween-1000-p-4135.html>

[4] Microscopia Electronica [en línea]. Chile; Manual de Patologia General; 2010 [Fecha de acceso 10 de marzo de 2014]. URL disponible en: [http://escuela.med.puc.cl/publ/patologiageneral/Patol\\_124.html](http://escuela.med.puc.cl/publ/patologiageneral/Patol_124.html)

[5] Rhizopus spp. [en línea]. Colombia; Escuela de Microbiologia Universidad de Antioquia; 2011 [Fecha de acceso 11 de marzo de 2014]. URL disponible en: <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=100895>

## ANEXOS

### ANEXO 01: Cálculos rendimiento almidón de papa y yuca

Se obtuvieron 413 gr de almidón de papa a partir de 4 kg de materia prima

$$\frac{413 \text{ gr Almidon papa}}{4000 \text{ kg de papa}} = 0.1032 \frac{\text{gr de almidon}}{\text{gr de papa}}$$

Calculando el rendimiento:

$$\frac{413}{4000} \times 100 = 10.32 \%$$

Se obtuvieron 589 gr de almidón de yuca a partir de 4 kg de materia prima

$$\frac{589 \text{ gr Almidon yuca}}{4000 \text{ kg de yuca}} = 0.1472 \frac{\text{gr de almidon}}{\text{gr de yuca}}$$

Calculando el rendimiento:

$$\frac{589}{4000} \times 100 = 14.72 \%$$

**ANEXO 02: Determinación de la concentración de proteína de soya**

La ecuación obtenida mediante el gráfico fue:

$$Y = 53.15x + 0.4785$$

La absorbancia de la proteína de soya fue de 0.962 a la cual se le resta la absorbancia del blanco obteniendo como absorbancia neta 0.931

Entonces reemplazando en la ecuación obtendremos que la concentración es de:

$$0.931 - 0.4785 = 53.15x$$

$$X = 0.0085 \text{ g/ml}$$

**ANEXO 03: Rendimiento de aceites esenciales de naranja y muña**

Se obtuvieron 226 ml de aceite esencial de naranja a partir de 10 kg de materia prima

$$\frac{226 \text{ ml de Aceite esencial}}{10000 \text{ gr de Cascara Naranja}} = 0.023 \frac{\text{ml Aceite esencial}}{\text{gr de Cascara de Naranja}}$$

Calculando el rendimiento:

$$\frac{226}{10000} \times 100 = 2.26\%$$

Se obtuvieron 340 ml de Aceite esencial de Muña a partir de 7.3 kg de materia prima

$$\frac{340 \text{ ml Aceite esencial}}{7300 \text{ gr Hojas Muña}} = 0.047 \frac{\text{ml Aceite esencial}}{\text{gr Hojas de Muña}}$$

Calculando el rendimiento :

$$\frac{340}{7300} \times 100 = 4.7 \%$$

**ANEXO 04: Cromatografía de gases aceite esencial de muña**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEÚTICAS, BIOQUÍMICAS Y BIOTECNOLÓGICAS**  
**LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD**



Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ +51 54 251210 ANEXO 1166  
✉ laboratorioensayoucsm@gmail.com 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350  
AREQUIPA - PERU



**INFORME DE ENSAYO**  
**Nº DE INFORME: ANA05K13.000989B**

**Nombre del Cliente** : CYNTHIA HANCCO CHIRE  
CECILIA CALLE CARDEÑA  
**Dirección del Cliente** : URB CERRO CERRO SALAVERRY CALLE MIGUEL GRAU  
207 SOCABAYA  
**RUC** : NO CORRESPONDE  
**Condición del Muestreado** : POR EL CLIENTE  
**Descripción** : ACEITE ESENCIAL DE MUÑA  
**Tamaño de muestra** : 1 mL  
**Fecha de Recepción** : 05/11/2013  
**Fecha de Ejecución del ensayo** : 06/11/2013  
**Fecha de Emisión de Informe** : 07/11/2013  
**Página** : 1 de 2

**I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:**

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS CROMATOGRFÍA GASEOSA CON DETECCIÓN DE MASAS	Cyclopentane, methyl- alpha -Pinene 2,10-Dodecadien-1-ol, 3,7,1 3,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimetil Benzene, 1-methyl-3-(1-met Eucalyptol 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimeth Octen-1-ol, acetate Cyclohexanone, 5-methyl-2- Cyclohexanone, 2-methyl-5- 3-Cyclohexene-1-methanol, Pulegone Thymol 1-Heneicosanol
DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS (%) CROMATOGRFÍA GASEOSA CON DETECCIÓN DE MASAS, MÉTODO DE CUANTIFICACIÓN, POR NORMALIZACIÓN INTERNA (ÁREA)	Cyclopentane, methyl (12,05 %) .alpha-Pinene (1,66 %) 2,10-Dodecaien-1-ol 3,7,1 (1,25 %) 3,6 octadien-1-ol,3,7 dimetil (4,14 %) Bencene,1 methyl- 3- (1 methyl) (1,33 %) Eucalyptol (6,38 %) 1,3,6, Octatrieno, 3,7 dimethyl (1,17%) Cyclohexanone, 5-methyl-2 (5,07 %) Cyclohexanone, 2-methyl-5 (4,34 %) 3-cyclohexene-1-methanol, (7,01 %) Pulegone (49,57 %) Thymol (3,27 %) 1-Heneicosanol (1,62 %)

**OBSERVACIONES:**

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INDECOP-CRT

*[Firma]*  
Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez  
CQFDA 00624  
JEFE DE LABORATORIO LECC



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS, BIOQUÍMICAS Y BIOTECNOLÓGICAS  
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

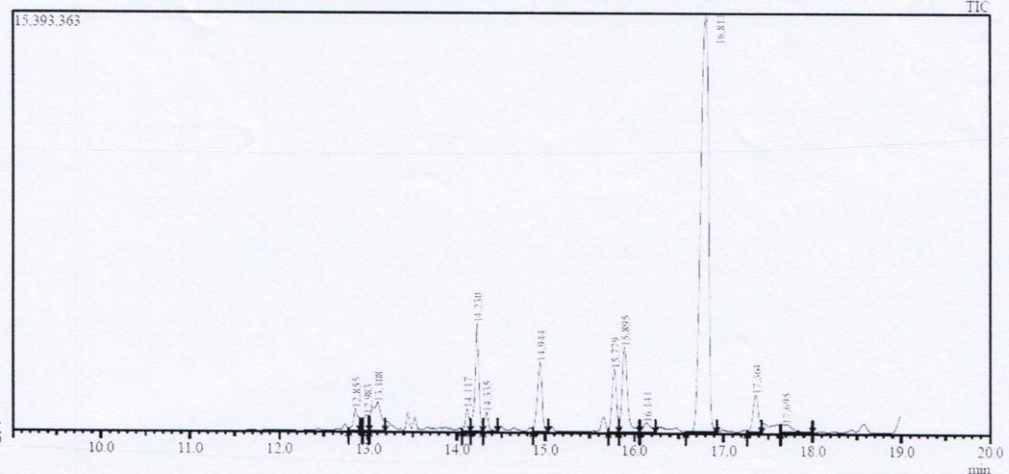
Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ +51 54 251210 ANEXO 1166  
✉ laboratorioensayoucsm@gmail.com 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350  
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO  
Nº DE INFORME: ANA05K13.000989B

**Nombre del Cliente** : CYNTHIA HANCCO CHIRE  
CECILIA CALLE CARDEÑA  
**Dirección del Cliente** : URB CERRO CERRO SALAVERRY CALLE MIGUEL GRAU  
207 SOCABAYA  
**RUC** : NO CORRESPONDE  
**Condición del Muestreado** : POR EL CLIENTE  
**Descripción** : ACEITE ESENCIAL DE MUÑA  
**Tamaño de muestra** : 1 mL  
**Fecha de Recepción** : 05/11/2013  
**Fecha de Ejecución del ensayo** : 06/11/2013  
**Fecha de Emisión de Informe** : 07/11/2013  
**Página** : 2 de 2

Chromatogram 000989b ae muña 06-11-2013 C:\GCMsolution\Data\Project1\muestras control\000989b ae muña 06-11-2013.qgd



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Mark	Name
1	5.022	5.005	5.135	22652777	12.05	4785633	12.98	4.73		Cyclopentane, methyl-
2	12.855	12.780	12.905	3114865	1.66	810429	2.13	3.84	V	alpha-Pinene
3	12.983	12.935	13.010	2354812	1.25	589334	1.55	4.00	V	2,10-Dodecadien-1-ol, 3,7,1
4	13.108	13.010	13.190	7783124	4.14	1043964	2.74	7.46	V	3,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimet
5	14.117	14.055	14.155	2504695	1.33	833986	2.19	3.00	V	Benzene, 1-methyl-3-(1-met
6	14.230	14.155	14.295	11984179	6.38	3945638	10.37	3.04	V	Eucalyptol
7	14.335	14.295	14.460	2204429	1.17	707097	1.86	3.12	V	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimeth
8	14.944	14.860	15.035	9527769	5.07	2562993	6.73	3.72	V	Octen-1-ol, acetate
9	15.779	15.710	15.830	8165750	4.34	2305865	6.06	3.54	V	Cyclohexanone, 5-methyl-2-
10	15.895	15.830	16.065	13174153	7.01	3106417	8.16	4.24	V	Cyclohexanone, 2-methyl-5-
11	16.141	16.065	16.240	2132772	1.13	333878	0.88	6.39	V	3-Cyclohexene-1-methanol
12	16.811	16.580	16.925	93154065	49.57	13444574	40.32	6.07	V	Pulegone
13	17.364	17.265	17.430	6138974	3.27	1371890	3.60	4.47	V	Thymol
14	17.695	17.640	18.000	3044665	1.62	313885	0.82	9.70	V	1-Henicosanol
				187937029	100.00	38055583	100.00			

Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

**ANEXO 05: Cromatografía de gases aceite esencial de naranja**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEÚTICAS, BIOQUÍMICAS Y BIOTECNOLÓGICAS**  
**LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD**



Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ +51 54 251210 ANEXO 1166  
✉ laboratoriocensayoucsm@gmail.com 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1350  
AREQUIPA - PERU



**INFORME DE ENSAYO**  
**Nº DE INFORME: ANA05K13.000989A**

**Nombre del Cliente** : CYNTHIA HANCCO CHIRE  
CECILIA CALLE CARDEÑA  
**Dirección del Cliente** : URB CERRO CERRO SALAVERRY CALLE MIGUEL GRAU  
207 SOCABAYA  
**RUC** : NO CORRESPONDE  
**Condición del Muestreado** : POR EL CLIENTE  
**Descripción** : ACEITE ESENCIAL DE NARANJA  
**Tamaño de muestra** : 1 mL  
**Fecha de Recepción** : 05/11/2013  
**Fecha de Ejecución del ensayo** : 06/11/2013  
**Fecha de Emisión de Informe** : 07/11/2013  
**Página** : 1 de 2

**I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:**

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS CROMATOGRFÍA GASEOSA CON DETECCIÓN DE MASAS	Cyclopentane, methyl- alpha -Pinene 1-Hydroxy-1,7-dimethyl-4-i .beta-Myrcene Octanal D-Limonene 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimet Shyobunone Dehydroxy-isocalamendiol
DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS (%) CROMATOGRFÍA GASEOSA CON DETECCIÓN DE MASAS, MÉTODO DE CUANTIFICACIÓN, POR NORMALIZACIÓN INTERNA (ÁREA)	Cyclopentane, methyl (12,62 %) .alpha-Pinene (2,95 %) 1-Hydroxy-1,7 dimethyl-4-iso (1,84 %) .beta-Myrcene (2,20 %) Octanal (1,29 %) D-limonene (57,06 %) 1,6 Octadien-3-ol, 3,7 dimetil (2,24%) Shyobunone (16,27 %) Dehydroxy-isocalamendiol (3,52 %)

**OBSERVACIONES:**

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INDECOPI-CRT

-----  
Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez  
CQFDA 00624  
JEFE DE LABORATORIO LECC



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS, BIOQUÍMICAS Y BIOTECNOLÓGICAS  
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD



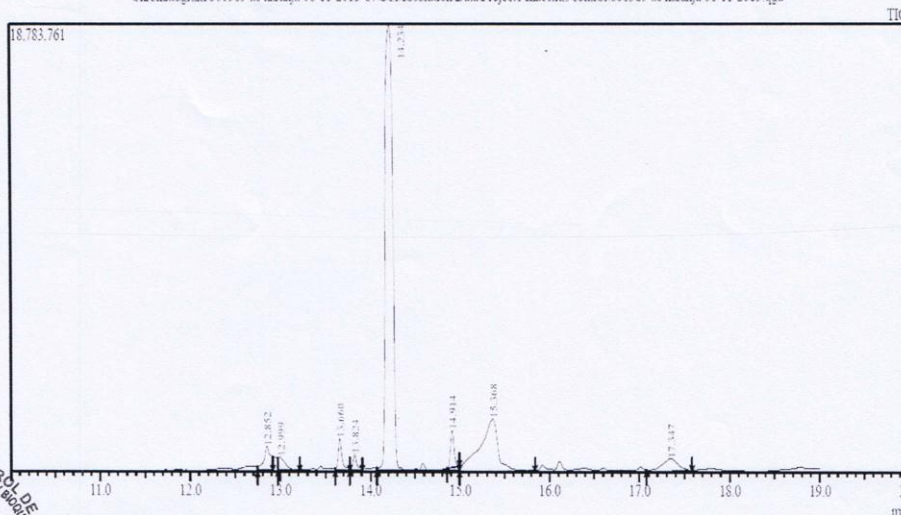
Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ +51 54 251210 ANEXO 1166  
✉ laboratorioensayoucsm@gmail.com 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📍 Aptdo. 1350  
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO  
Nº DE INFORME: ANA05K13.000989A

**Nombre del Cliente** : CYNTHIA HANCCO CHIRE  
CECILIA CALLE CARDEÑA  
**Dirección del Cliente** : URB CERRO CERRO SALAVERRY CALLE MIGUEL GRAU  
207 SOCABAYA  
**RUC** : NO CORRESPONDE  
**Condición del Muestreado** : POR EL CLIENTE  
**Descripción** : ACEITE ESENCIAL DE NARANJA  
**Tamaño de muestra** : 1 mL  
**Fecha de Recepción** : 05/11/2013  
**Fecha de Ejecución del ensayo** : 06/11/2013  
**Fecha de Emisión de Informe** : 07/11/2013  
**Página** : 2 de 2

Chromatogram 000989 ae naranja 06-11-2013 C:\GCMSSolution\Data\Project1\muestras control\000989 ae naranja 06-11-2013.qgd



Peak#	R. Time	I. Time	F. Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Mark	Name
1	5.022	5.005	5.135	24248981	12.62	5230507	16.33	4.64		Cyclopentane, methyl-
2	12.852	12.745	12.915	5665256	2.95	1042818	3.26	5.43	V	alpha-Pinene
3	12.999	12.970	13.215	3534249	1.84	588692	1.84	6.00	V	1-Hydroxy-1,7-dimethyl-4-n
4	13.660	13.610	13.770	4226654	2.20	1380706	4.31	3.06	V	beta-Myrcene
5	13.824	13.770	13.910	2480647	1.29	719478	2.25	3.45	V	Octanal
6	14.234	14.070	14.995	109591726	57.06	18740316	58.51	5.85	SV	D-Limonene
7	14.914	14.855	14.995	4304184	2.24	1581706	4.94	2.72	T	1,6-Octadiene-3-ol, 3,7-dime
8	15.368	14.995	15.840	31254066	16.27	2217049	6.92	14.10	SV	Shyobumone
9	17.347	17.080	17.585	6767502	3.52	526807	1.64	12.85	V	Dehydroxy-isocannabidiol
				192073265	100.00	32028079	100.00			

Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

**ANEXO 06: Porcentaje de pérdida de peso restante**

**Tabla N° 5.1 %PPR último día de  
tratamiento – fresa**

<b>AAP</b>	79.80	49.06	56.00
<b>AAPM</b>	75.86	82.31	99.25
<b>AAPN</b>	55.84	81.66	80.10
<b>RAP</b>	61.05	52.82	53.45
<b>RAPM</b>	74.55	68.84	76.09
<b>RAPN</b>	63.62	62.89	89.46
<b>AAY</b>	51.09	52.64	55.73
<b>AAYM</b>	62.78	99.67	97.68
<b>AAYN</b>	80.05	83.28	61.14
<b>RAY</b>	46.01	42.45	51.19
<b>RAYM</b>	81.50	58.72	81.53
<b>RAYN</b>	78.31	68.66	60.85
<b>AP</b>	78.37	71.59	64.79
<b>APM</b>	88.70	89.49	85.98
<b>APN</b>	58.49	73.80	75.79
<b>RP</b>	58.13	52.21	40.42
<b>RPM</b>	71.66	82.65	74.76
<b>RPN</b>	86.97	60.63	49.04
<b>APAP</b>	76.19	71.38	65.98
<b>APAPM</b>	73.80	90.06	89.86
<b>APAPN</b>	53.17	58.44	41.46
<b>RPAP</b>	43.90	67.23	53.20
<b>RPAPM</b>	62.18	57.46	70.13
<b>RPAPN</b>	74.86	47.16	83.48
<b>APAY</b>	55.58	74.37	56.00
<b>APAYM</b>	84.37	82.70	77.83
<b>APAYN</b>	70.56	61.25	60.26
<b>RPAY</b>	69.69	87.31	68.38
<b>RPAYM</b>	66.41	73.23	78.22
<b>RPAYN</b>	65.67	51.45	49.58
<b>AB</b>	23.19	27.73	34.74
<b>RB</b>	19.68	23.17	32.44

**Tabla N° 5.1 %PPR último día de  
tratamiento – fresa**

<b>AAP</b>	87.0833	87.8229	89.1530
<b>AAPM</b>	94.8805	93.1734	90.9091
<b>AAPN</b>	85.6153	85.1908	84.8214
<b>RAP</b>	97.1374	85.9375	97.3485
<b>RAPM</b>	95.6452	93.3110	94.5076
<b>RAPN</b>	93.4426	93.2229	93.9103
<b>AAY</b>	79.4050	78.6780	85.7143
<b>AAYM</b>	91.0053	93.9063	88.2671
<b>AAYN</b>	91.9831	93.1596	85.2584
<b>RAY</b>	87.3391	91.0714	90.5626
<b>RAYM</b>	97.3466	94.5455	95.5556
<b>RAYN</b>	97.2650	97.7742	96.7655
<b>AP</b>	85.9594	82.2097	82.3755
<b>APM</b>	93.1183	89.9777	88.1154
<b>APN</b>	91.0995	91.2568	87.6827
<b>RP</b>	86.3636	93.2914	78.1787
<b>RPM</b>	95.9900	92.9204	98.1395
<b>RPN</b>	96.9008	91.1321	95.8506
<b>APAP</b>	77.6765	85.2391	86.3039
<b>APAPM</b>	95.5516	92.6680	90.4376
<b>APAPN</b>	79.3651	89.4325	87.2822
<b>RPAP</b>	96.7492	97.4359	46.8795
<b>RPAPM</b>	94.4035	96.7391	95.5854
<b>RPAPN</b>	82.1883	81.6568	87.2068
<b>APAY</b>	80.0718	86.8597	90.5702
<b>APAYM</b>	96.5742	94.2122	87.1237
<b>APAYN</b>	96.4912	98.9919	84.7458
<b>RPAY</b>	89.9543	97.3934	94.3894
<b>RPAYM</b>	88.8571	93.9114	94.6827
<b>RPAYN</b>	95.4155	98.6000	97.3684
<b>AB</b>	86.2944	86.2069	85.7633
<b>RB</b>	90.8629	97.6277	89.4636

**ANEXO 07: Pruebas estadísticas de pérdida de peso**

- **Pérdida de peso fresas**

**Grupo 01**

**Tabla 7.1.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1628.17	5	325.634	2.22	0.1196
Intra grupos	1760.05	12	146.671		
Total (Corr.)	3388.22	17			

**Tabla 7.1.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.310031	0.897549

**Tabla 7.1.2.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RAP	3	55.7742	X
AAP	3	61.6182	X
RAPN	3	71.99	X
AAPN	3	72.534	X
RAPM	3	73.1588	X
AAPM	3	85.8071	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP – AAPM		-24.1889	33.2189
AAP – AAPN		-10.9158	33.2189
AAP – RAP		5.844	33.2189
AAP – RAPM		-11.5406	33.2189
AAP – RAPN		-10.3718	33.2189

AAPM - AAPN		13.2731	33.2189
AAPM – RAP		30.0329	33.2189
AAPM - RAPM		12.6483	33.2189
AAPM - RAPN		13.8171	33.2189
AAPN – RAP		16.7598	33.2189
AAPN - RAPM		-0.624833	33.2189
AAPN - RAPN		0.544	33.2189
RAP – RAPM		-17.3846	33.2189
RAP – RAPN		-16.2158	33.2189
RAPM - RAPN		1.16883	33.2189

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 7.2.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3335.27	5	667.054	4.72	0.0129
Intra grupos	1696.11	12	141.343		
Total (Corr.)	5031.38	17			

**Tabla 7.2.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.378651	0.853897

**Tabla 7.2.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento:**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RAY	3	46.548	X
AAY	3	53.1555	X

RAYN	3	69.2757	XX
RAYM	3	73.9167	XX
AAYN	3	74.8252	XX
AAYM	3	86.7113	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAY - AAYM	*	-33.5558	32.6099
AAY - AAYN		-21.6697	32.6099
AAY - RAY		6.60747	32.6099
AAY - RAYM		-20.7612	32.6099
AAY - RAYN		-16.1202	32.6099
AAYM - AAYN		11.8862	32.6099
AAYM - RAY	*	40.1633	32.6099
AAYM - RAYM		12.7946	32.6099
AAYM - RAYN		17.4357	32.6099
AAYN - RAY		28.2771	32.6099
AAYN - RAYM		0.908467	32.6099
AAYN - RAYN		5.5495	32.6099
RAY - RAYM		-27.3687	32.6099
RAY - RAYN		-22.7276	32.6099
RAYM - RAYN		4.64103	32.6099

\* indica una diferencia significativa.

### Grupo 03

**Tabla 7.3.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2336.38	5	467.275	4.45	0.0159
Intra grupos	1260.92	12	105.076		
Total (Corr.)	3597.29	17			

**Tabla 7.3.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.858406	0.535625

**Tabla 7.3.2 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RP	3	50.2544	X
RPN	3	65.5442	XX
APN	3	69.3624	XX
AP	3	71.5842	XX
RPM	3	76.3543	XX
APM	3	88.0548	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP – APM		-16.4707	28.1168
AP – APN		2.2218	28.1168
AP – RP		21.3298	28.1168
AP – RPM		-4.7701	28.1168
AP – RPN		6.03997	28.1168
APM – APN		18.6925	28.1168
APM – RP	*	37.8005	28.1168
APM – RPM		11.7006	28.1168
APM – RPN		22.5106	28.1168
APN – RP		19.108	28.1168
APN – RPM		-6.9919	28.1168
APN – RPN		3.81817	28.1168
RP – RPM		-26.0999	28.1168
RP – RPN		-15.2898	28.1168
RPM – RPN		10.8101	28.1168

\* indica una diferencia significativa.

**Grupo 04**

**Tabla 7.4.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2203.66	5	440.731	3.63	0.0311
Intra grupos	1455.51	12	121.292		
Total (Corr.)	3659.16	17			

**Tabla 7.4.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.451551	0.804442

**Tabla 7.4.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAPN	3	51.0257	X
RPAP	3	54.7754	XX
RPAPM	3	63.2584	XX
RPAPN	3	68.4983	XX
APAP	3	71.1818	XX
APAPM	3	84.5722	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAP – APAPM		-13.3904	30.2085
APAP – APAPN		20.1561	30.2085

APAP – RPAP		16.4064	30.2085
APAP – RPAPM		7.92343	30.2085
APAP – RPAPN		2.68347	30.2085
APAPM - APAPN	*	33.5465	30.2085
APAPM – RPAP		29.7968	30.2085
APAPM - RPAPM		21.3138	30.2085
APAPM - RPAPN		16.0739	30.2085
APAPN – RPAP		-3.74967	30.2085
APAPN - RPAPM		-12.2326	30.2085
APAPN – RPAPN		-17.4726	30.2085
RPAP – RPAPM		-8.48297	30.2085
RPAP – RPAPN		-13.7229	30.2085
APAPM - RPAPN		-5.23997	30.2085

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 05

**Tabla 7.5.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1389.19	5	277.837	4.35	0.0172
Intra grupos	766.56	12	63.88		
Total (Corr.)	2155.75	17			

**Tabla 7.5.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.161231	0.972145

**Tabla 7.5.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RPAYN	3	55.5661	X
APAY	3	61.9855	XX
APAYN	3	64.0227	XX
RPAYM	3	72.6186	XX
RPAY	3	75.1263	XX
APAYM	3	81.6309	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY - APAYM		-19.6455	21.9228
APAY - APAYN		-2.03723	21.9228
APAY - RPAY		-13.1409	21.9228
APAY - RPAYM		-10.6331	21.9228
APAY - RPAYN		6.41933	21.9228
APAYM - APAYN		17.6082	21.9228
APAYM - RPAY		6.5046	21.9228
APAYM - RPAYM		9.01233	21.9228
APAYM - RPAYN	*	26.0648	21.9228
APAYN - RPAY		-11.1036	21.9228
APAYN - RPAYM		-8.5959	21.9228
APAYN - RPAYN		8.45657	21.9228
RPAY - RPAYM		2.50773	21.9228
RPAY - RPAYN		19.5602	21.9228
RPAYM - RPAYN		17.0525	21.9228

\* indica una diferencia significativa.

- Pérdida de peso higos

**Grupo 01**

**Tabla 7.6.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	211.644	5	42.3289	5.15	0.0094
Intra grupos	98.6558	12	8.22131		
Total (Corr.)	310.3	17			

**Tabla 7.6.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.749869	0.601769

**Tabla 7.6.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AAPN	3	85.2092	X
AAP	3	88.0197	XX
AAPM	3	92.9877	XX
RAP	3	93.4745	X
RAPN	3	93.5253	X
RAPM	3	94.4879	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP - AAPM		-4.96793	7.86472
AAP - AAPN		2.81057	7.86472
AAP - RAP		-5.45473	7.86472
AAP - RAPM		-6.4682	7.86472
AAP - RAPN		-5.50553	7.86472

AAPM - AAPN		7.7785	7.86472
AAPM - RAP		-0.4868	7.86472
AAPM - RAPM		-1.50027	7.86472
AAPM - RAPN		-0.5376	7.86472
AAPN - RAP	*	-8.2653	7.86472
AAPN - RAPM	*	-9.27877	7.86472
AAPN - RAPN	*	-8.3161	7.86472
RAP - RAPM		-1.01347	7.86472
RAP - RAPN		-0.0508	7.86472
RAPM - RAPN		0.962667	7.86472

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 7.7.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	479.065	5	95.813	12.11	0.0002
Intra grupos	94.9248	12	7.9104		
Total (Corr.)	573.99	17			

**Tabla 7.7.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.443227	0.810186

**Tabla 7.7.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>

AA Y	3	81.2658	X
RAY	3	89.6577	X
AA YN	3	90.1337	X
AA YM	3	91.0596	X
RAYM	3	95.8159	X
RAYN	3	97.2682	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AA Y - AA YM	*	-9.7938	7.71458
AA Y - AA YN	*	-8.86793	7.71458
AA Y - RAY	*	-8.39193	7.71458
AA Y - RAYM	*	-14.5501	7.71458
AA Y - RAYN	*	-16.0025	7.71458
AA YM - AA YN		0.925867	7.71458
AA YM - RAY		1.40187	7.71458
AA YM - RAYM		-4.75633	7.71458
AA YM - RAYN		-6.20867	7.71458
AA YN - RAY		0.476	7.71458
AA YN - RAYM		-5.6822	7.71458
AA YN - RAYN		-7.13453	7.71458
RAY - RAYM		-6.1582	7.71458
RAY - RAYN		-7.61053	7.71458
RAYM - RAYN		-1.45233	7.71458

\* indica una diferencia significativa.

### Grupo 03

**Tabla 7.8.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	337.133	5	67.4266	4.57	0.0145
Intra	177.025	12	14.752		

grupos					
Total (Corr.)	514.157	17			

**Tabla 7.8.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.987282	0.464726

**Tabla 7.8.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AP	3	83.5149	X
RP	3	85.9446	XX
APN	3	90.013	XX
APM	3	90.4038	XX
RPN	3	94.6278	X
RPM	3	95.6833	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP – APM		-6.88893	10.5351
AP – APN		-6.49813	10.5351
AP – RP		-2.4297	10.5351
AP – RPM	*	-12.1684	10.5351
AP – RPN	*	-11.113	10.5351
APM – APN		0.3908	10.5351
APM – RP		4.45923	10.5351
APM – RPM		-5.2795	10.5351
APM – RPN		-4.22403	10.5351
APN – RP		4.06843	10.5351
APN – RPM		-5.6703	10.5351
APN – RPN		-4.61483	10.5351

RP – RPM		-9.73873	10.5351
RP – RPN		-8.68327	10.5351
RPM – RPN		1.05547	10.5351

\* indica una diferencia significativa.

#### Grupo 04

**Tabla 7.9.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	543.792	5	108.758	0.72	0.6218
Intra grupos	1816.24	12	151.353		
Total (Corr.)	2360.03	17			

**Tabla 7.9.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.773732	0.586748

**Tabla 7.9.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RPAP	3	80.3549	X
APAP	3	83.0732	X
RPAPN	3	83.684	X
APAPN	3	85.3599	X
APAPM	3	92.8857	X
RPAPM	3	95.576	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
------------------	-------------	-------------------	--------------------

APAP - APAPM	-9.81257	33.7449
APAP – APAPN	-2.28677	33.7449
APAP – RPAP	2.7183	33.7449
APAP - RPAPM	-12.5028	33.7449
APAP - RPAPN	-0.6108	33.7449
APAPM - APAPN	7.5258	33.7449
APAPM - RPAP	12.5309	33.7449
APAPM - RPAPM	-2.69027	33.7449
APAPM - RPAPN	9.20177	33.7449
APAPN - RPAP	5.00507	33.7449
APAPN - RPAPM	-10.2161	33.7449
APAPN - RPAPN	1.67597	33.7449
RPAP - RPAPM	-15.2211	33.7449
RPP - RPAPN	-3.3291	33.7449
RPPM - RPAPN	11.892	33.7449

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 05

**Tabla 7.10.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	206.007	5	41.2013	1.80	0.1864
Intra grupos	273.98	12	22.8317		
Total (Corr.)	479.987	17			

**Tabla 7.10.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.38981	0.846481

**Tabla 7.10.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAY	3	85.8339	X
RPAYM	3	92.4837	X
APAYM	3	92.6367	X
APAYN	3	93.4096	X
RPAY	3	93.9124	X
RPAYN	3	97.128	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY - APAYM		-6.8028	13.1064
APAY - APAYN		-7.57573	13.1064
APAY - RPAY		-8.07847	13.1064
APAY - RPAYM		-6.64983	13.1064
APAY - RPAYN		-11.2941	13.1064
APAYM - APAYN		-0.772933	13.1064
APAYM - RPAY		-1.27567	13.1064
APAYM - RPAYM		0.152967	13.1064
APAYM - RPAYN		-4.49127	13.1064
APAYN - RPAY		-0.502733	13.1064
APAYN - RPAYM		0.9259	13.1064
APAYN - RPAYN		-3.71833	13.1064
RPAY - RPAYM		1.42863	13.1064
RPAY - RPAYN		-3.2156	13.1064
RPAYM - RPAYN		-4.64423	13.1064

\* indica una diferencia significativa.

**ANEXO 08: Pruebas estadísticas en firmeza**

- Pruebas estadísticas - fresas

**Grupo 01**

**Tabla 8.1.1 ANOVA para Firmeza por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	30.3333	5	6.06667	12.85	0.0002
Intra grupos	5.66667	12	0.472222		
Total (Corr.)	36.0	17			

**Tabla 8.1.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.21	0.95177

**Tabla 8.1.3 Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>B.peliculas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AAP	3	1.33333	X
AAPN	3	2.33333	XX
RAP	3	2.66667	X
RAPM	3	3.0	X
RAPN	3	4.5	X
AAPM	3	5.16667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP - AAPM	*	-3.83333	1.2225
AAP - AAPN		-1.0	1.2225

AAP - RAP	*	-1.33333	1.2225
AAP - RAPM	*	-1.66667	1.2225
AAP - RAPN	*	-3.16667	1.2225
AAPM - AAPN	*	2.83333	1.2225
AAPM - RAP	*	2.5	1.2225
AAPM - RAPM	*	2.16667	1.2225
AAPM - RAPN		0.666667	1.2225
AAPN - RAP		-0.333333	1.2225
AAPN - RAPM		-0.666667	1.2225
AAPN - RAPN	*	-2.16667	1.2225
RAP - RAPM		-0.333333	1.2225
RAP - RAPN	*	-1.83333	1.2225
RAPM - RAPN	*	-1.5	1.2225

\* indica una diferencia significativa.

### Grupo 02

**Tabla 8.2.1 ANOVA para Firmeza por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	17.9028	5	3.58056	6.61	0.0036
Intra grupos	6.5	12	0.541667		
Total (Corr.)	24.4028	17			

**Tabla 8.2.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.212903	0.950412

**Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por B.peliculas**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>B.peliculas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RAY	3	1.33333	X
AA Y	3	1.66667	X
AA Y M	3	3.16667	X
RAY M	3	3.33333	X
RAY N	3	3.83333	X
AA Y N	3	3.83333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AA Y - AA Y M	*	-1.5	1.30931
AA Y - AA Y N	*	-2.16667	1.30931
AA Y - RAY		0.333333	1.30931
AA Y - RAY M	*	-1.66667	1.30931
AA Y - RAY N	*	-2.16667	1.30931
AA Y M - AA Y N		-0.666667	1.30931
AA Y M - RAY	*	1.83333	1.30931
AA Y M - RAY M		-0.166667	1.30931
AA Y M - RAY N		-0.666667	1.30931
AA Y N - RAY	*	2.5	1.30931
AA Y N - RAY M		0.5	1.30931
AA Y N - RAY N		0.0	1.30931
RAY - RAY M	*	-2.0	1.30931
RAY - RAY N	*	-2.5	1.30931
RAY M - RAY N		-0.5	1.30931

\* indica una diferencia significativa.

**Grupo 03**

**Tabla 8.3.1 ANOVA para Firmeza por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	72.7917	5	14.5583	11.78	0.0003
Intra grupos	14.8333	12	1.23611		
Total (Corr.)	87.625	17			

**Tabla 8.3.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.972549	0.472399

**Tabla 8.3.3 Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por B.peliculas**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>B.peliculas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AP	3	1.66667	X
RP	3	1.83333	X
APN	3	3.5	XX
RPN	3	4.16667	X
RPM	3	4.66667	X
APM	3	7.66667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP - APM	*	-6.0	1.9779
AP - APN		-1.83333	1.9779
AP - RP		-0.166667	1.9779

AP - RPM	*	-3.0	1.9779
AP - RPN	*	-2.5	1.9779
APM - APN	*	4.16667	1.9779
APM - RP	*	5.83333	1.9779
APM - RPM	*	3.0	1.9779
APM - RPN	*	3.5	1.9779
APN - RP		1.66667	1.9779
APN - RPM		-1.16667	1.9779
APN - RPN		-0.666667	1.9779
RP - RPM	*	-2.83333	1.9779
RP - RPN	*	-2.33333	1.9779
RPM - RPN		0.5	1.9779

\* indica una diferencia significativa.

#### Grupo 04

**Tabla 8.4.1 ANOVA para Firmeza por B.peliculas**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	27.8333	5	5.56667	4.01	0.0227
Intra grupos	16.6667	12	1.38889		
Total (Corr.)	44.5	17			

**Tabla 8.4.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.7	0.633958

**Tabla 8.4.3 Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>B.peliculas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAPN	3	1.33333	X
APAP	3	1.66667	X
RPAP	3	1.83333	X
RPAPM	3	3.0	XX
RPAPN	3	3.16667	XX
APAPM	3	5.0	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAP - APAPM	*	-3.33333	2.09657
APAP - APAPN		0.333333	2.09657
APAP - RPAP		-0.166667	2.09657
APAP - RPAPM		-1.33333	2.09657
APAP - RPAPN		-1.5	2.09657
APAPM - APAPN	*	3.66667	2.09657
APAPM - RPAP	*	3.16667	2.09657
APAPM - RPAPM		2.0	2.09657
APAPM - RPAPN		1.83333	2.09657
APAPN - RPAP		-0.5	2.09657
APAPN - RPAPM		-1.66667	2.09657
APAPN - RPAPN		-1.83333	2.09657
RPAP - RPAPM		-1.16667	2.09657
RPAP - RPAPN		-1.33333	2.09657
RPAPM - RPAPN		-0.166667	2.09657

\* indica una diferencia significativa.

**Grupo 05**

**Tabla 8.5.1 ANOVA para Firmeza por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	20.9028	5	4.18056	5.68	0.0065
Intra grupos	8.83333	12	0.736111		
Total (Corr.)	29.7361	17			

**Tabla 8.5.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.274286	0.918498

**Tabla 8.5.3 Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>B.peliculas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAY	3	1.66667	X
APAYN	3	2.0	X
RPAY	3	2.66667	XX
RPAYM	3	2.83333	XX
RPAYN	3	3.83333	XX
APAYM	3	4.83333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY - APAYM	*	-3.16667	1.52632
APAY - APAYN		-0.333333	1.52632
APAY - RPAY		-1.0	1.52632
APAY - RPAYM		-1.16667	1.52632

APAY - RPAYN	*	-2.16667	1.52632
APAYM - APAYN	*	2.83333	1.52632
APAYM - RPAY	*	2.16667	1.52632
APAYM - RPAYM	*	2.0	1.52632
APAYM - RPAYN		1.0	1.52632
APAYN - RPAY		-0.666667	1.52632
APAYN - RPAYM		-0.833333	1.52632
APAYN - RPAYN	*	-1.83333	1.52632
RPAY - RPAYM		-0.166667	1.52632
RPAY - RPAYN		-1.16667	1.52632
RPAYM - RPAYN		-1.0	1.52632

\* indica una diferencia significativa.

- **Pruebas estadísticas - higos**

### Grupo 01

**Tabla 8.6.1 ANOVA para Firmeza por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	11.3333	5	2.26667	1.46	0.02740
Intra grupos	18.6667	12	1.55556		
Total (Corr.)	30.0	17			

**Tabla 8.6. 2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.694595	0.637508

**Tabla 8.6.3 Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>B.peliculas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AAP	3	6.0	X
RAPM	3	7.16667	XX
RAPN	3	7.5	XX
RAP	3	7.66667	XX
AAPN	3	8.33333	X
AAPM	3	8.33333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP - AAPM	*	-2.33333	2.2188
AAP - AAPN	*	-2.33333	2.2188
AAP - RAP		-1.66667	2.2188
AAP - RAPM		-1.16667	2.2188
AAP - RAPN		-1.5	2.2188
AAPM - AAPN		0.0	2.2188
AAPM - RAP		0.666667	2.2188
AAPM - RAPM		1.16667	2.2188
AAPM - RAPN		0.833333	2.2188
AAPN - RAP		0.666667	2.2188
AAPN - RAPM		1.16667	2.2188
AAPN - RAPN		0.833333	2.2188
RAP - RAPM		0.5	2.2188
RAP - RAPN		0.166667	2.2188
RAPM - RAPN		-0.333333	2.2188

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 8.7.1 ANOVA para Firmeza por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
---------------	----------------	-----------	-----------------	----------------	----------------

	<i>Cuadrados</i>		<i>Medio</i>		
Entre grupos	45.6111	5	9.12222	7.91	0.0017
Intra grupos	13.8333	12	1.15278		
Total (Corr.)	59.4444	17			

**Tabla 8.7.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.682927	0.645209

**Tabla 8.7. 3 Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>B.peliculas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AA Y	3	4.5	X
AA YN	3	6.0	XX
RAYN	3	6.0	XX
RAY	3	7.5	XX
RAYM	3	8.83333	X
AA YM	3	8.83333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AA Y - AA YM	*	-4.33333	1.91006
AA Y - AA YN		-1.5	1.91006
AA Y - RAY	*	-3.0	1.91006
AA Y - RAYM	*	-4.33333	1.91006
AA Y - RAYN		-1.5	1.91006
AA YM - AA YN	*	2.83333	1.91006
AA YM - RAY		1.33333	1.91006

AAYM - RAYM		0.0	1.91006
AAYM - RAYN	*	2.83333	1.91006
AAYN - RAY		-1.5	1.91006
AAYN - RAYM	*	-2.83333	1.91006
AAYN - RAYN		0.0	1.91006
RAY - RAYM		-1.33333	1.91006
RAY - RAYN		1.5	1.91006
RAYM - RAYN	*	2.83333	1.91006

\* indica una diferencia significativa.

### Grupo 03

**Tabla 8.8.1 ANOVA para Firmeza por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	71.6111	5	14.3222	11.21	0.0003
Intra grupos	15.3333	12	1.27778		
Total (Corr.)	86.9444	17			

**Tabla 8.8.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.546667	0.738201

### 8.8.3 Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por película

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>B.peliculas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APN	3	3.16667	X

AP	3	3.83333	X
APM	3	6.0	X
RPN	3	6.83333	XX
RPM	3	7.83333	XX
RP	3	8.66667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP - APM	*	-2.16667	2.01096
AP - APN		0.666667	2.01096
AP - RP	*	-4.83333	2.01096
AP - RPM	*	-4.0	2.01096
AP - RPN	*	-3.0	2.01096
APM - APN	*	2.83333	2.01096
APM - RP	*	-2.66667	2.01096
APM - RPM		-1.83333	2.01096
APM - RPN		-0.833333	2.01096
APN - RP	*	-5.5	2.01096
APN - RPM	*	-4.66667	2.01096
APN - RPN	*	-3.66667	2.01096
RP - RPM		0.833333	2.01096
RP - RPN		1.83333	2.01096
RPM - RPN		1.0	2.01096

\* indica una diferencia significativa.

#### Grupo 04

Tabla 8.9.1 ANOVA para Firmeza por película

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	102.333	5	20.4667	11.88	0.0003
Intra grupos	20.6667	12	1.72222		
Total	123.0	17			

(Corr.)					
---------	--	--	--	--	--

**Tabla 8.9.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	1.42414	0.284309

**Tabla 8.9.3 Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>B.películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAP	3	2.33333	X
APAPN	3	3.5	XX
APAPM	3	5.66667	XX
RPAP	3	7.83333	XX
RPAPM	3	8.16667	X
RPAPN	3	8.5	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAP - APAPM	*	-3.33333	2.33464
APAP - APAPN		-1.16667	2.33464
APAP - RPAP	*	-5.5	2.33464
APAP - RPAPM	*	-5.83333	2.33464
APAP - RPAPN	*	-6.16667	2.33464
APAPM - APAPN		2.16667	2.33464
APAPM - RPAP		-2.16667	2.33464
APAPM - RPAPM	*	-2.5	2.33464
APAPM - RPAPN	*	-2.83333	2.33464
APAPN - RPAP	*	-4.33333	2.33464
APAPN - RPAPM	*	-4.66667	2.33464
APAPN - RPAPN	*	-5.0	2.33464

RPAP - RPAPM		-0.333333	2.33464
RPAP - RPAPN		-0.666667	2.33464
RPAPM - RPAPN		-0.333333	2.33464

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 05

**Tabla 8.10.1 ANOVA para Firmeza por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	43.7361	5	8.74722	15.36	0.0001
Intra grupos	6.83333	12	0.569444		
Total (Corr.)	50.5694	17			

**Tabla 8. 10.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.382609	0.851275

**Tabla 8.10.3 Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por películas**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>B.peliculas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAY	3	3.83333	X
RPAYM	3	7.16667	X
APAYM	3	7.66667	X
APAYN	3	7.83333	X

RPAY	3	8.16667	X
RPAYN	3	8.5	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY - APAYM	*	-3.83333	1.34246
APAY - APAYN	*	-4.0	1.34246
APAY - RPAY	*	-4.33333	1.34246
APAY - RPAYM	*	-3.33333	1.34246
APAY - RPAYN	*	-4.66667	1.34246
APAYM - APAYN		-0.16667	1.34246
APAYM - RPAY		-0.5	1.34246
APAYM - RPAYM		0.5	1.34246
APAYM - RPAYN		-0.83333	1.34246
APAYN - RPAY		-0.33333	1.34246
APAYN - RPAYM		0.66667	1.34246
APAYN - RPAYN		-0.66667	1.34246
RPAY - RPAYM		1.0	1.34246
RPAY - RPAYN		-0.33333	1.34246
RPAYM - RPAYN		-1.33333	1.34246

\* indica una diferencia significativa.

## ANEXO 09: Análisis Estadístico de pH

- Pruebas estadísticas - fresas

### Grupo 01

**Tabla 9.1.1 ANOVA para pH por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0782	5	0.01564	2.73	0.0717
Intra grupos	0.0688	12	0.00573333		
Total (Corr.)	0.147	17			

**Tabla 9.1.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.820941	0.557815

**Tabla 9.1.3 Pruebas de Múltiple Rangos para pH por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RAP	3	3.08667	X
AAP	3	3.17667	XX
AAPN	3	3.18667	XX
RAPM	3	3.2	XX
AAPM	3	3.25	X
RAPN	3	3.3	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP - AAPM		-0.0733333	0.134703

AAP - AAPN		-0.01	0.134703
AAP - RAP		0.09	0.134703
AAP - RAPM		-0.0233333	0.134703
AAP - RAPN		-0.123333	0.134703
AAPM - AAPN		0.0633333	0.134703
AAPM - RAP	*	0.163333	0.134703
AAPM - RAPM		0.05	0.134703
AAPM - RAPN		-0.05	0.134703
AAPN - RAP		0.1	0.134703
AAPN - RAPM		-0.0133333	0.134703
AAPN - RAPN		-0.113333	0.134703
RAP - RAPM		-0.113333	0.134703
RAP - RAPN	*	-0.213333	0.134703
RAPM - RAPN		-0.1	0.134703

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 9.2.1 ANOVA para pH por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0984944	5	0.0196989	16.80	0.0000
Intra grupos	0.0140667	12	0.00117222		
Total (Corr.)	0.112561	17			

**Tabla 9.2.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.5888	0.708976

**Tabla 9.2.3 Pruebas de Múltiple Rangos para pH por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RAY	3	3.10333	X
AAYN	3	3.12667	X
RAYM	3	3.15667	X
AAYM	3	3.16	X
AAY	3	3.28667	X
RAYN	3	3.29	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAY - AAYM	*	0.126667	0.0609088
AAY - AAYN	*	0.16	0.0609088
AAY - RAY	*	0.183333	0.0609088
AAY - RAYM	*	0.13	0.0609088
AAY - RAYN		-0.00333333	0.0609088
AAYM - AAYN		0.0333333	0.0609088
AAYM - RAY		0.0566667	0.0609088
AAYM - RAYM		0.00333333	0.0609088
AAYM - RAYN	*	-0.13	0.0609088
AAYN - RAY		0.0233333	0.0609088
AAYN - RAYM		-0.03	0.0609088
AAYN - RAYN	*	-0.163333	0.0609088
RAY - RAYM		-0.0533333	0.0609088
RAY - RAYN	*	-0.186667	0.0609088
RAYM - RAYN	*	-0.133333	0.0609088

\* indica una diferencia significativa.

**Grupo 03**

**Tabla 9.3.1 ANOVA para pH por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0929111	5	0.0185822	20.90	0.0000
Intra grupos	0.0106667	12	0.000888889		
Total (Corr.)	0.103578	17			

**Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.622449	0.685886

**Pruebas de Múltiple Rangos para pH por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RP	3	3.09333	X
AP	3	3.11667	XX
APN	3	3.15	X
RPN	3	3.20333	X
APM	3	3.21333	X
RPM	3	3.31	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP – APM	*	-0.0966667	0.0530394
AP – APN		-0.0333333	0.0530394
AP – RP		0.0233333	0.0530394
AP – RPM	*	-0.193333	0.0530394

AP – RPN	*	-0.0866667	0.0530394
APM - APN	*	0.0633333	0.0530394
APM - RP	*	0.12	0.0530394
APM - RPM	*	-0.0966667	0.0530394
APM - RPN		0.01	0.0530394
APN - RP	*	0.0566667	0.0530394
APN - RPM	*	-0.16	0.0530394
APN - RPN	*	-0.0533333	0.0530394
RP - RPM	*	-0.216667	0.0530394
RP - RPN	*	-0.11	0.0530394
RPM - RPN	*	0.106667	0.0530394

\* indica una diferencia significativa.

#### Grupo 04

**Tabla 9.4.1 ANOVA para pH por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0770444	5	0.0154089	19.95	0.0000
Intra grupos	0.00926667	12	0.000772222		
Total (Corr.)	0.0863111	17			

**Tabla 9.4.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.538614	0.743813

**Tabla 9.4.3 Pruebas de Múltiple Rangos para pH por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>

RPAP	3	3.04	X
APAPN	3	3.08667	XX
APAP	3	3.11667	X
RPAPM	3	3.19	X
RPAPN	3	3.20667	X
APAPM	3	3.21333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAP - APAPM	*	-0.0966667	0.0494364
APAP - APAPN		0.03	0.0494364
APAP - RPAP	*	0.0766667	0.0494364
APAP - RPAPM	*	-0.0733333	0.0494364
APAP - RPAPN	*	-0.09	0.0494364
APAPM - APAPN	*	0.126667	0.0494364
APAPM - RPAP	*	0.173333	0.0494364
APAPM - RPAPM		0.0233333	0.0494364
APAPM - RPAPN		0.00666667	0.0494364
APAPN - RPAP		0.0466667	0.0494364
APAPN - RPAPM	*	-0.103333	0.0494364
APAPN - RPAPN	*	-0.12	0.0494364
RPAP - RPAPM	*	-0.15	0.0494364
RPAP - RPAPN	*	-0.166667	0.0494364
RPAPM - RPAPN		-0.0166667	0.0494364

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 05

**Tabla 9.5.1 ANOVA para pH por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.247311	5	0.0494622	52.07	0.0000

Intra grupos	0.0114	12	0.00095		
Total (Corr.)	0.258711	17			

**Tabla 9.5.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.434483	0.816199

**Tabla 9.5.3 Pruebas de Múltiple Rangos para pH por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAYN	3	2.99667	X
RPAYN	3	3.02	X
RPAY	3	3.11	X
RPAYM	3	3.20333	X
APAY	3	3.23	X
APAYM	3	3.32667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY - APAYM	*	-0.0966667	0.0548324
APAY - APAYN	*	0.233333	0.0548324
APAY - RPAY	*	0.12	0.0548324
APAY - RPAYM		0.0266667	0.0548324
APAY - RPAYN	*	0.21	0.0548324
APAYM - APAYN	*	0.33	0.0548324
APAYM - RPAY	*	0.216667	0.0548324
APAYM - RPAYM	*	0.123333	0.0548324
APAYM - RPAYN	*	0.306667	0.0548324
APAYN - RPAY	*	-0.113333	0.0548324
APAYN - RPAYM	*	-0.206667	0.0548324
APAYN - RPAYN		-0.0233333	0.0548324

RPAY - RPAYM	*	-0.0933333	0.0548324
RPAY - RPAYN	*	0.09	0.0548324
RPAYM - RPAYN	*	0.183333	0.0548324

\* indica una diferencia significativa.

- **Pruebas estadísticas - higos**

### Grupo 01

**Tabla 9.6.1 ANOVA para pH por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.06418	5	0.212837	14.83	0.0001
Intra grupos	0.172267	12	0.0143556		
Total (Corr.)	1.23645	17			

**Tabla 9.6.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.507407	0.765591

**Tabla 9.6.3 Pruebas de Múltiple Rangos para pH por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AAP	3	4.06667	X
AAPN	3	4.26667	XX
RAPN	3	4.44333	X
RAP	3	4.46333	X
RAPM	3	4.74	X
AAPM	3	4.75	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
------------------	-------------	-------------------	--------------------

AAP - AAPM	*	-0.683333	0.21315
AAP - AAPN		-0.2	0.21315
AAP - RAP	*	-0.396667	0.21315
AAP - RAPM	*	-0.673333	0.21315
AAP - RAPN	*	-0.376667	0.21315
AAPM - AAPN	*	0.483333	0.21315
AAPM - RAP	*	0.286667	0.21315
AAPM - RAPM		0.01	0.21315
AAPM - RAPN	*	0.306667	0.21315
AAPN - RAP		-0.196667	0.21315
AAPN - RAPM	*	-0.473333	0.21315
AAPN - RAPN		-0.176667	0.21315
RAP - RAPM	*	-0.276667	0.21315
RAP - RAPN		0.02	0.21315
RAPM - RAPN	*	0.296667	0.21315

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 9.7.1 ANOVA para pH por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	4.56643	5	0.913286	76.50	0.0000
Intra grupos	0.143267	12	0.0119389		
Total (Corr.)	4.70969	17			

**Tabla 9.7.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.403742	0.83713

**Tabla 9.7.3 Pruebas de Múltiple Rangos para pH por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AA Y	3	3.13333	X
RAYM	3	3.46	X
RAY	3	4.02	X
AA YN	3	4.03333	X
AA YM	3	4.46333	X
RAYN	3	4.53333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AA Y - AA YM	*	-1.33	0.194383
AA Y - AA YN	*	-0.9	0.194383
AA Y - RAY	*	-0.886667	0.194383
AA Y - RAYM	*	-0.326667	0.194383
AA Y - RAYN	*	-1.4	0.194383
AA YM - AA YN	*	0.43	0.194383
AA YM - RAY	*	0.443333	0.194383
AA YM - RAYM	*	1.00333	0.194383
AA YM - RAYN		-0.07	0.194383
AA YN - RAY		0.0133333	0.194383
AA YN - RAYM	*	0.573333	0.194383
AA YN - RAYN	*	-0.5	0.194383
RAY - RAYM	*	0.56	0.194383
RAY - RAYN	*	-0.513333	0.194383
RAYM - RAYN	*	-1.07333	0.194383

\* indica una diferencia significativa.

**Grupo 03**

**Tabla 9.8.1 ANOVA para pH por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	5.78898	5	1.1578	75.07	0.0000
Intra grupos	0.185067	12	0.0154222		
Total (Corr.)	5.97405	17			

**Tabla 9.8.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.394737	0.843185

**Tabla 9.8.3 Pruebas de Múltiple Rangos para pH por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AP	3	3.32333	X
APN	3	3.75667	X
RP	3	4.02	X
RPM	3	4.55667	X
APM	3	4.62	X
RPN	3	4.99333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP – APM	*	-1.29667	0.220927
AP – APN	*	-0.433333	0.220927
AP – RP	*	-0.696667	0.220927
AP – RPM	*	-1.23333	0.220927

AP – RPN	*	-1.67	0.220927
APM – APN	*	0.863333	0.220927
APM – RP	*	0.6	0.220927
APM – RPM		0.0633333	0.220927
APM – RPN	*	-0.373333	0.220927
APN – RP	*	-0.263333	0.220927
APN – RPM	*	-0.8	0.220927
APN – RPN	*	-1.23667	0.220927
RP – RPM	*	-0.536667	0.220927
RP – RPN	*	-0.973333	0.220927
RPM – RPN	*	-0.436667	0.220927

\* indica una diferencia significativa.

#### Grupo 04

**Tabla 9.9.1 ANOVA para pH por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2.71613	6	0.452688	16.85	0.0001
Intra grupos	0.29545	11	0.0268591		
Total (Corr.)	3.01158	17			

**Tabla 9.9.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	4.39811	0.0164829

**Tabla 9.9.3 Pruebas de Múltiple Rangos para pH por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAP	3	3.68333	X
APAPM	3	4.51	X
RPAPN	3	4.54	X
APAPN	3	4.645	XX

RPAPM	3	4.67667	XX
RPAP	3	4.90667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAP - APAPM	*	-0.826667	0.294522
APAP - APAPN	*	-0.961667	0.329286
APAP - RPAP	*	-1.22333	0.294522
APAP - RPAPM	*	-0.993333	0.294522
APAP - RPAPN	*	-0.856667	0.294522
APAPM - APAPN		-0.135	0.329286
APAPM - RPAP	*	-0.396667	0.294522
APAPM - RPAPM		-0.166667	0.294522
APAPM - RPAPN		-0.03	0.294522
APAPN - RPAP		-0.261667	0.329286
APAPN - RPAPM		-0.0316667	0.329286
APAPN - RPAPN		0.105	0.329286
RPAP - RPAPM		0.23	0.294522
RPAP - RPAPN	*	0.366667	0.294522
RPAPM - RPAPN		0.136667	0.294522

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 05

**Tabla 9.10.1 ANOVA para pH por película**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.61925	5	0.32385	37.88	0.0000
Intra grupos	0.1026	12	0.00855		
Total (Corr.)	1.72185	17			

**Tabla 9.10.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.502041	0.769337

**Tabla 9.10.3 Pruebas de Múltiple Rangos para pH por película**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>películas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAYN	3	3.75667	X
APAY	3	3.87667	XX
RPAY	3	3.95	X
RPAYM	3	4.22	X
APAYM	3	4.3	X
RPAYN	3	4.64667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY - APAYM	*	-0.423333	0.164497
APAY - APAYN		0.12	0.164497
APAY - RPAY		-0.0733333	0.164497
APAY - RPAYM	*	-0.343333	0.164497
APAY - RPAYN	*	-0.77	0.164497
APAYM - APAYN	*	0.543333	0.164497
APAYM - RPAY	*	0.35	0.164497
APAYM - RPAYM		0.08	0.164497
APAYM - RPAYN	*	-0.346667	0.164497
APAYN - RPAY	*	-0.193333	0.164497
APAYN - RPAYM	*	-0.463333	0.164497
APAYN - RPAYN	*	-0.89	0.164497
RPAY - RPAYM	*	-0.27	0.164497
RPAY - RPAYN	*	-0.696667	0.164497
RPAYM - RPAYN	*	-0.426667	0.164497

\* indica una diferencia significativa.

**ANEXO 10: Sólidos Solubles Totales**

**Tabla 10.1 Sólidos solubles totales  
último día de tratamiento fresas**

AAP	4.50	4.40	3.80
AAY	3.90	4.20	4.50
AP	5.20	4.70	4.90
APAP	5.20	5.00	5.20
APAY	4.70	4.80	5.20
AAPM	6.10	5.90	5.70
AAYM	6.00	5.40	5.90
APM	6.20	5.80	6.30
APAPM	6.30	6.40	5.70
APAYM	5.80	5.60	5.30
AAPN	4.70	4.90	5.20
AAYN	5.30	4.90	5.20
APN	5.40	5.70	6.10
APAPN	5.30	4.70	5.20
APAYN	4.80	4.90	5.30
RAP	4.40	4.70	4.60
RAY	5.50	6.10	5.80
RP	5.60	5.30	6.00
RPAP	6.00	5.80	5.70
RPAY	6.00	5.70	5.90
RAPM	5.50	5.60	5.80
RAYM	5.60	5.50	6.10
RPM	6.10	5.70	5.80
RPAPM	5.80	5.90	6.20
RPAYM	5.30	5.60	5.10
RAPN	5.70	5.50	5.60
RAYN	5.30	5.70	5.80
RPN	6.00	5.70	5.90
RPAPN	5.70	5.90	5.80
RPAYN	5.30	4.90	5.00
AB	4.30	4.90	4.40
RB	5.20	5.30	5.90

**Tabla 10.2 Sólidos solubles totales  
último día de tratamiento higos**

AAP	21.4000	20.9000	22.2000
AAY	23.1000	22.4000	21.4000
AP	22.8000	21.5000	22.9000
APAP	21.6000	20.7000	21.6000
APAY	21.6000	20.7000	21.6000
AAPM	20.2000	19.5000	20.4000
AAYM	20.6000	21.7000	20.2000
APM	17.3000	19.0000	18.4000
APAPM	20.1000	20.4000	19.7000
APAYM	22.6000	23.4000	23.0000
AAPN	24.1000	22.8000	23.7000
AAYN	18.2000	17.7000	16.8000
APN	17.9000	16.4000	16.9000
APAPN	21.2000	21.7000	19.9000
APAYN	23.7000	22.7000	22.0000
RAP	22.9000	23.4000	23.9000
RAY	21.9000	22.0000	21.7000
RP	24.7000	24.6000	23.7000
RPAP	22.5000	21.3000	22.6000
RPAY	27.4000	28.3000	26.3000
RAPM	24.9000	25.6000	26.5000
RAYM	24.7000	22.9000	23.8000
RPM	16.3000	15.8000	16.1000
RPAPM	16.8000	16.6000	16.4000
RPAYM	23.5000	23.2000	24.1000
RAPN	21.1000	22.0000	21.5000
RAYN	20.9000	20.7000	21.3000
RPN	20.9000	21.3000	21.1000
RPAPN	20.9000	20.5000	19.7000
RPAYN	25.9000	25.8000	25.3000
AB	30.9000	31.5000	31.6000
RB	20.8000	22.3000	21.5000

**ANEXO 11: Análisis Estadístico en Sólidos Solubles Totales**

- Pruebas estadísticas - fresas

**Grupo 01**

**Tabla 11.1.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	6.67778	5	1.33556	26.42	0.0000
Intra grupos	0.606667	12	0.0505556		
Total (Corr.)	7.28444	17			

**Tabla 10.1.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.391837	0.845127

**Tabla 10.1.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AAP	3	4.23333	X
RAP	3	4.56667	XX
AAPN	3	4.93333	X
RAPN	3	5.6	X
RAPM	3	5.63333	X
AAPM	3	5.9	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP – AAPM	*	-1.66667	0.616733
AAP – AAPN	*	-0.7	0.616733
AAP – RAP		-0.333333	0.616733
AAP – RAPM	*	-1.4	0.616733

AAP – RAPN	*	-1.36667	0.616733
AAPM – AAPN	*	0.966667	0.616733
AAPM - RAP	*	1.33333	0.616733
AAPM – RAPM		0.266667	0.616733
AAPM – RAPN		0.3	0.616733
AAPN – RAP		0.366667	0.616733
AAPN – RAPM	*	-0.7	0.616733
AAPN – RAPN	*	-0.666667	0.616733
RAP – RAPM	*	-1.06667	0.616733
RAP – RAPN	*	-1.03333	0.616733
RAPM – RAPN		0.0333333	0.616733

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 11.2.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	5.85611	5	1.17122	14.05	0.0001
Intra grupos	1.0	12	0.0833333		
Total (Corr.)	6.85611	17			

**Tabla 11.2.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.0525	0.997815

**Tabla 11.2.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AA Y	3	4.2	X
AA YN	3	5.13333	X
RA YN	3	5.6	X
RA YM	3	5.73333	X
AA YM	3	5.76667	X
RA Y	3	5.8	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AA Y - AA YM	*	-1.56667	0.791812
AA Y - AA YN	*	-0.933333	0.791812
AA Y - RA Y	*	-1.6	0.791812
AA Y - RA YM	*	-1.53333	0.791812
AA Y - RA YN	*	-1.4	0.791812
AA YM - AA YN		0.633333	0.791812
AA YM - RA Y		-0.0333333	0.791812
AA YM - RA YM		0.0333333	0.791812
AA YM - RA YN		0.166667	0.791812
AA YN - RA Y		-0.666667	0.791812
AA YN - RA YM		-0.6	0.791812
AA YN - RA YN		-0.466667	0.791812
RA Y - RA YM		0.0666667	0.791812
RA Y - RA YN		0.2	0.791812
RA YM - RA YN		0.133333	0.791812

\* indica una diferencia significativa.

### Grupo 03

**Tabla 11.3.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre	2.42444	5	0.484889	6.51	0.0038

grupos					
Intra grupos	0.893333	12	0.0744444		
Total (Corr.)	3.31778	17			

**Tabla 11.3.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.275	0.918094

**Tabla 11.3.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AP	3	4.93333	X
RP	3	5.63333	XX
APN	3	5.73333	X
RPN	3	5.86667	X
RPM	3	5.86667	X
APM	3	6.1	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP – APM	*	-1.16667	0.748392
AP – APN	*	-0.8	0.748392
AP – RP		-0.7	0.748392
AP – RPM	*	-0.933333	0.748392
AP – RPN	*	-0.933333	0.748392
APM – APN		0.366667	0.748392
APM – RP		0.466667	0.748392
APM – RPM		0.233333	0.748392
APM – RPN		0.233333	0.748392

APN – RP		0.1	0.748392
APN – RPM		-0.133333	0.748392
APN – RPN		-0.133333	0.748392
RP – RPM		-0.233333	0.748392
RP – RPN		-0.233333	0.748392
RPM – RPN		0.0	0.748392

\* indica una diferencia significativa.

#### Grupo 04

**Tabla 11.4.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2.99111	5	0.598222	10.66	0.0004
Intra grupos	0.673333	12	0.0561111		
Total (Corr.)	3.66444	17			

**Tabla 11.4.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.39403	0.843659

**Tabla 11.4.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAPN	3	5.06667	X
APAP	3	5.13333	X
RPAPN	3	5.8	X
RPAP	3	5.83333	X
RPAPM	3	5.96667	X

APAPM	3	6.13333	X
-------	---	---------	---

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAP – APAPM	*	-1.0	0.649736
APAP – APAPN		0.0666667	0.649736
APAP – RPAP	*	-0.7	0.649736
APAP – RPAPM	*	-0.833333	0.649736
APAP – RPAPN	*	-0.666667	0.649736
APAPM - APAPN	*	1.06667	0.649736
APAPM - RPAP		0.3	0.649736
APAPM - RPAPM		0.166667	0.649736
APAPM - RPAPN		0.333333	0.649736
APAPN – RPAP	*	-0.766667	0.649736
APAPN - RPAPM	*	-0.9	0.649736
APAPN - RPAPN	*	-0.733333	0.649736
RPAP – RPAPM		-0.133333	0.649736
RPAP – RPAPN		0.0333333	0.649736
RPAPM – RPAPN		0.166667	0.649736

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 05

**Tabla 11.5.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2.09111	5	0.418222	7.53	0.0021
Intra grupos	0.666667	12	0.0555556		
Total (Corr.)	2.75778	17			

**Tabla 11.5.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.084	0.993448

**Tabla 11.5.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAY	3	4.9	X
APAYN	3	5.0	XX
RPAYN	3	5.06667	XX
RPAYM	3	5.33333	XXX
APAYM	3	5.56667	XX
RPAY	3	5.86667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY - APAYM	*	-0.666667	0.646512
APAY - APAYN		-0.1	0.646512
APAY - RPAY	*	-0.966667	0.646512
APAY - RPAYM		-0.433333	0.646512
APAY - RPAYN		-0.166667	0.646512
APAYM - APAYN		0.566667	0.646512
APAYM - RPAY		-0.3	0.646512
APAYM - RPAYM		0.233333	0.646512
APAYM - RPAYN		0.5	0.646512
APAYN - RPAY	*	-0.866667	0.646512
APAYN - RPAYM		-0.333333	0.646512
APAYN - RPAYN		-0.0666667	0.646512
RPAY - RPAYM		0.533333	0.646512
RPAY - RPAYN	*	0.8	0.646512
RPAYM - RPAYN		0.266667	0.646512

\* indica una diferencia significativa.

- Pruebas estadísticas - higos

### Grupo 01

**Tabla 11.6.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	59.5511	5	11.9102	32.58	0.0000
Intra grupos	4.38667	12	0.365556		
Total (Corr.)	63.9378	17			

**Tabla 11.6.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.180153	0.964811

**Tabla 11.6.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AAPM	3	20.0333	X
AAP	3	21.5	X
RAPN	3	21.5333	X
RAP	3	23.4	X
AAPN	3	23.5333	X
RAPM	3	25.6667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP - AAPM		1.46667	1.6584
AAP - AAPN	*	-2.03333	1.6584
AAP - RAP	*	-1.9	1.6584

AAP - RAPM	*	-4.16667	1.6584
AAP - RAPN		-0.0333333	1.6584
AAPM - AAPN	*	-3.5	1.6584
AAPM - RAP	*	-3.36667	1.6584
AAPM - RAPM	*	-5.63333	1.6584
AAPM - RAPN		-1.5	1.6584
AAPN - RAP		0.133333	1.6584
AAPN - RAPM	*	-2.13333	1.6584
AAPN - RAPN	*	2.0	1.6584
RAP - RAPM	*	-2.26667	1.6584
RAP - RAPN	*	1.86667	1.6584
RAPM - RAPN	*	4.13333	1.6584

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 11.7.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	65.4044	5	13.0809	28.40	0.0000
Intra grupos	5.52667	12	0.460556		
Total (Corr.)	70.9311	17			

**Tabla 11.7.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.696049	0.636552

**Tabla 11.7.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AAYN	3	17.5667	X
AAYM	3	20.8333	X
RAYN	3	20.9667	X
RAY	3	21.8667	X
AAY	3	22.3	XX
RAYM	3	23.8	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAY - AAYM		1.46667	1.86146
AAY - AAYN	*	4.73333	1.86146
AAY - RAY		0.433333	1.86146
AAY - RAYM		-1.5	1.86146
AAY - RAYN		1.33333	1.86146
AAYM - AAYN	*	3.26667	1.86146
AAYM - RAY		-1.03333	1.86146
AAYM - RAYM	*	-2.96667	1.86146
AAYM - RAYN		-0.133333	1.86146
AAYN - RAY	*	-4.3	1.86146
AAYN - RAYM	*	-6.23333	1.86146
AAYN - RAYN	*	-3.4	1.86146
RAY - RAYM	*	-1.93333	1.86146
RAY - RAYN		0.9	1.86146
RAYM - RAYN	*	2.83333	1.86146

\* indica una diferencia significativa.

**Grupo 03**

**Tabla 11.8.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	158.513	5	31.7027	81.17	0.0000
Intra grupos	4.68667	12	0.390556		
Total (Corr.)	163.2	17			

**Tabla 11.8.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.432924	0.817269

**Tabla 11.8.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RPM	3	16.0667	X
APN	3	17.0667	XX
APM	3	18.2333	X
RPN	3	21.1	X
AP	3	22.4	X
RP	3	24.3333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP – APM	*	4.16667	1.71417
AP – APN	*	5.33333	1.71417
AP – RP	*	-1.93333	1.71417

AP – RPM	*	6.33333	1.71417
AP – RPN		1.3	1.71417
APM – APN		1.16667	1.71417
APM – RP	*	-6.1	1.71417
APM – RPM	*	2.16667	1.71417
APM – RPN	*	-2.86667	1.71417
APN – RP	*	-7.26667	1.71417
APN – RPM		1.0	1.71417
APN – RPN	*	-4.03333	1.71417
RP – RPM	*	8.26667	1.71417
RP – RPN	*	3.23333	1.71417
RPM – RPN	*	-5.03333	1.71417

\* indica una diferencia significativa.

#### Grupo 04

**Tabla 11.9.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	55.4533	5	11.0907	30.34	0.0000
Intra grupos	4.38667	12	0.365556		
Total (Corr.)	59.84	17			

**Tabla 11.9.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.357353	0.867837

**Tabla 11.9.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RPAPM	3	16.6	X
APAPM	3	20.0667	X
RPAPN	3	20.3667	X
APAPN	3	20.9333	XX
APAP	3	21.3	XX
RPAP	3	22.1333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAP - APAPM		1.23333	1.6584
APAP - APAPN		0.366667	1.6584
APAP - RPAP		-0.833333	1.6584
APAP - RPAPM	*	4.7	1.6584
APAP - RPAPN		0.933333	1.6584
APAPM - APAPN		-0.866667	1.6584
APAPM - RPAP	*	-2.06667	1.6584
APAPM - RPAPM	*	3.46667	1.6584
APAPM - RPAPN		-0.3	1.6584
APAPN - RPAP		-1.2	1.6584
APAPN - RPAPM	*	4.33333	1.6584
APAPN - RPAPN		0.566667	1.6584
RPAP - RPAPM	*	5.53333	1.6584
RPAP - RPAPN	*	1.76667	1.6584
RPAPM - RPAPN	*	-3.76667	1.6584

\* indica una diferencia significativa.

**Grupo 05**

**Tabla 11.10.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	71.2917	5	14.2583	34.54	0.0000
Intra grupos	4.95333	12	0.412778		
Total (Corr.)	76.245	17			

**Tabla 11.10.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.577982	0.716452

**Tabla 11.10.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

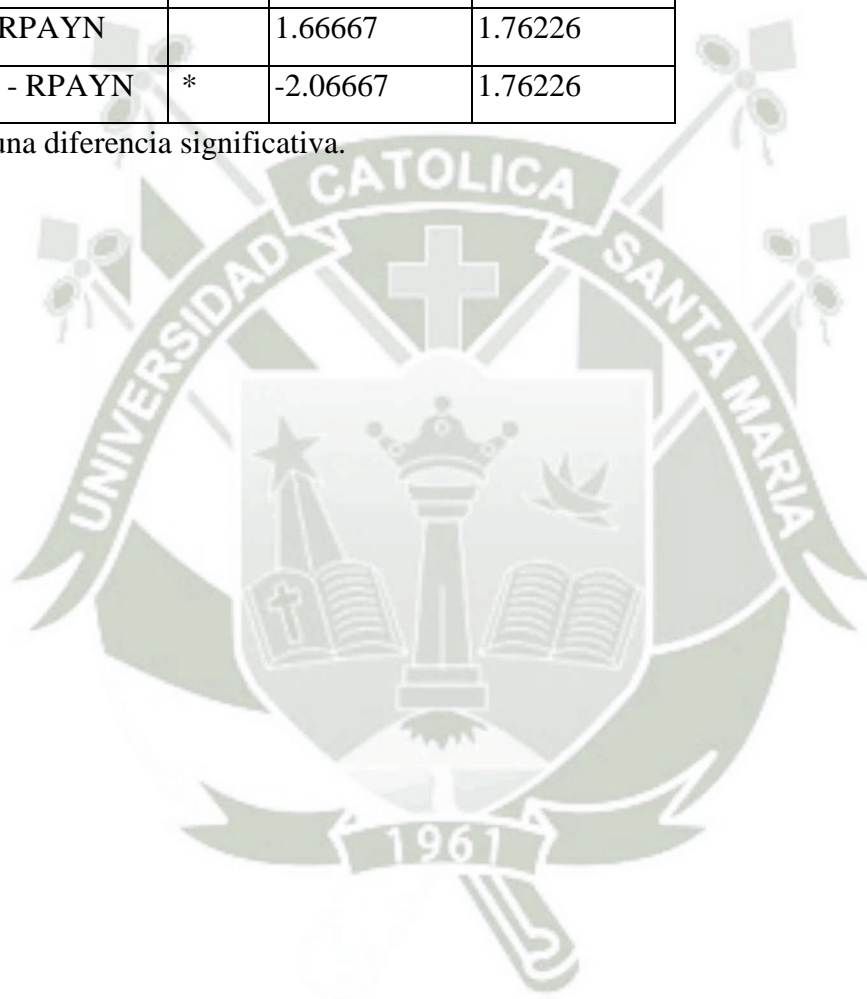
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAY	3	21.3	X
APAYN	3	22.8	XX
APAYM	3	23.0	XX
RPAYM	3	23.6	X
RPAYN	3	25.6667	X
RPAY	3	27.3333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY - APAYM		-1.7	1.76226
APAY - APAYN		-1.5	1.76226
APAY - RPAY	*	-6.03333	1.76226
APAY - RPAYM	*	-2.3	1.76226

APAY - RPAYN	*	-4.36667	1.76226
APAYM - APAYN		0.2	1.76226
APAYM - RPAY	*	-4.33333	1.76226
APAYM - RPAYM		-0.6	1.76226
APAYM - RPAYN	*	-2.66667	1.76226
APAYN - RPAY	*	-4.53333	1.76226
APAYN - RPAYM		-0.8	1.76226
APAYN - RPAYN	*	-2.86667	1.76226
RPAY - RPAYM	*	3.73333	1.76226
RPAY - RPAYN		1.66667	1.76226
RPAYM - RPAYN	*	-2.06667	1.76226

\* indica una diferencia significativa.



**ANEXO 12: Acidez Titulable**

**Tabla 12.1 Acidez titulable en fresas último día de tratamiento**

AAP	0.4992	0.4736	0.5376
AAY	0.512	0.5376	0.4992
AP	0.5504	0.576	0.4608
APAP	0.6016	0.4352	0.5248
APAY	0.5504	0.5888	0.4992
AAPM	0.4096	0.3968	0.4224
AAYM	0.448	0.4224	0.4608
APM	0.4736	0.448	0.4608
APAPM	0.4352	0.4096	0.3968
APAYM	0.448	0.4352	0.4096
AAPN	0.5376	0.5248	0.4992
AAYN	0.5632	0.5504	0.5376
APN	0.576	0.5888	0.5248
APAPN	0.5888	0.576	0.512
APAYN	0.6272	0.5888	0.6016
RAP	0.4864	0.4736	0.4864
RAY	0.4736	0.448	0.4608
RP	0.4608	0.4736	0.4864
RPAP	0.448	0.4224	0.4352
RPAY	0.4352	0.4224	0.4096
RAPM	0.4608	0.448	0.4224
RAYM	0.4352	0.448	0.4224
RPM	0.448	0.4608	0.4096
RPAPM	0.4736	0.4864	0.4608
RPAYM	0.4096	0.4352	0.4608
RAPN	0.448	0.4736	0.4352
RAYN	0.4352	0.4096	0.4224
RPN	0.448	0.4352	0.4608
RPAPN	0.4096	0.384	0.3968
RPAYN	0.3968	0.384	0.3712
AB	0.4992	0.4864	0.4608
RB	0.3712	0.384	0.3584

**Tabla 12.2 Acidez titulable en higos último día de tratamiento**

AAP	0.3968	0.3840	0.4096
AAY	0.3840	0.3712	0.3968
AP	0.4480	0.4096	0.4224
APAP	0.4352	0.4224	0.3968
APAY	0.4096	0.3968	0.3840
AAPM	0.1664	0.1536	0.1664
AAYM	0.2176	0.1920	0.2176
APM	0.1920	0.1792	0.1920
APAPM	0.2176	0.2048	0.2048
APAYM	0.2432	0.2560	0.2304
AAPN	0.1664	0.1408	0.1536
AAYN	0.2560	0.2304	0.2560
APN	0.2176	0.1920	0.2048
APAPN	0.3200	0.2944	0.3072
APAYN	0.2432	0.2304	0.2048
RAP	0.2176	0.1920	0.2176
RAY	0.2560	0.2432	0.2304
RP	0.1920	0.1792	0.1664
RPAP	0.1792	0.1664	0.1536
RPAY	0.2560	0.2304	0.2432
RAPM	0.1536	0.1280	0.1408
RAYM	0.1664	0.1408	0.1664
RPM	0.1536	0.1280	0.1408
RPAPM	0.1536	0.1408	0.1536
RPAYM	0.1408	0.1280	0.1408
RAPN	0.1920	0.1792	0.1664
RAYN	0.1536	0.1536	0.1408
RPN	0.1664	0.1664	0.1536
RPAPN	0.1536	0.1536	0.1408
RPAYN	0.1536	0.1280	0.1536
AB	0.1920	0.1792	0.1920
RB	0.1664	0.1536	0.1280

**ANEXO 13: Análisis estadístico de acidez titulable**

- Pruebas estadísticas - fresas

**Grupo 01**

**Tabla 13.1.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0253861	5	0.00507722	12.68	0.0002
Intra grupos	0.00480597	12	0.000400498		
Total (Corr.)	0.0301921	17			

**Tabla 13.1.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.588889	0.708914

**Tabla 13.1.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AAPM	3	0.4096	X
RAPM	3	0.443733	XX
RAPN	3	0.452267	XXX
RAP	3	0.482133	XXX
AAP	3	0.503467	XX
AAPN	3	0.520533	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP - AAPM	*	0.0938667	0.0548925
AAP - AAPN		-0.0170667	0.0548925
AAP - RAP		0.0213333	0.0548925
AAP - RAPM	*	0.0597333	0.0548925

AAP - RAPN		0.0512	0.0548925
AAPM - AAPN	*	-0.110933	0.0548925
AAPM - RAP	*	-0.0725333	0.0548925
AAPM - RAPM		-0.0341333	0.0548925
AAPM - RAPN		-0.0426667	0.0548925
AAPN - RAP		0.0384	0.0548925
AAPN - RAPM	*	0.0768	0.0548925
AAPN - RAPN	*	0.0682667	0.0548925
RAP - RAPM		0.0384	0.0548925
RAP - RAPN		0.0298667	0.0548925
RAPM - RAPN		-0.00853333	0.0548925

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 13.2.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0385297	5	0.00770594	32.56	0.0000
Intra grupos	0.00283989	12	0.000236658		
Total (Corr.)	0.0413696	17			

**Tabla 13.2.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.16	0.972596

**Tabla 13.2.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<i>o</i>			

RAYN	3	0.4224	X
RAYM	3	0.4352	X
AAYM	3	0.443733	X
RAY	3	0.4608	X
AAY	3	0.516267	X
AAYN	3	0.5504	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAY - AAYM	*	0.0725333	0.0421962
AAY - AAYN		-0.0341333	0.0421962
AAY - RAY	*	0.0554667	0.0421962
AAY - RAYM	*	0.0810667	0.0421962
AAY - RAYN	*	0.0938667	0.0421962
AAYM - AAYN	*	-0.106667	0.0421962
AAYM - RAY		-0.0170667	0.0421962
AAYM - RAYM		0.00853333	0.0421962
AAYM - RAYN		0.0213333	0.0421962
AAYN - RAY	*	0.0896	0.0421962
AAYN - RAYM	*	0.1152	0.0421962
AAYN - RAYN	*	0.128	0.0421962
RAY - RAYM		0.0256	0.0421962
RAY - RAYN		0.0384	0.0421962
RAYM - RAYN		0.0128	0.0421962

\* indica una diferencia significativa.

### Grupo 03

**Tabla 13.3.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0366364	5	0.00732729	7.32	0.0023
Intra	0.0120149	12	0.00100124		

grupos					
Total (Corr.)	0.0486514	17			

**Tabla 13.3.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.735484	0.610946

**Tabla 13.3.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RPM	3	0.439467	X
RPN	3	0.448	XX
APM	3	0.4608	XX
RP	3	0.4736	XX
AP	3	0.529067	XX
APN	3	0.5632	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP – APM		0.0682667	0.0867926
AP – APN		-0.0341333	0.0867926
AP – RP		0.0554667	0.0867926
AP – RPM	*	0.0896	0.0867926
AP – RPN		0.0810667	0.0867926
APM – APN	*	-0.1024	0.0867926
APM – RP		-0.0128	0.0867926
APM – RPM		0.0213333	0.0867926
APM - RPN		0.0128	0.0867926
APN – RP	*	0.0896	0.0867926
APN – RPM	*	0.123733	0.0867926
APN – RPN	*	0.1152	0.0867926

RP – RPM		0.0341333	0.0867926
RP – RPN		0.0256	0.0867926
RPM – RPN		-0.00853333	0.0867926

\* indica una diferencia significativa.

#### Grupo 04

**Tabla 13.4.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0603659	5	0.0120732	7.62	0.0020
Intra grupos	0.0190054	12	0.00158379		
Total (Corr.)	0.0793714	17			

**Tabla 13.4.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	1.63429	0.224836

#### Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RPAPN	3	0.3968	X
APAPM	3	0.413867	XX
RPAP	3	0.4352	XX
RPAPM	3	0.4736	XXX
APAP	3	0.520533	XX
APAPN	3	0.558933	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
------------------	-------------	-------------------	--------------------

APAP – APAPM		0.106667	0.109159
APAP – APAPN		-0.0384	0.109159
APAP – RPAP		0.0853333	0.109159
APAP – RPAPM		0.0469333	0.109159
APAP – RPAPN	*	0.123733	0.109159
APAPM - APAPN	*	-0.145067	0.109159
APAPM - RPAP		-0.0213333	0.109159
APAPM - RPAPM		-0.0597333	0.109159
APAPM - RPAPN		0.0170667	0.109159
APAPN – RPAP	*	0.123733	0.109159
APAPN - RPAPM		0.0853333	0.109159
APAPN - RPAPN	*	0.162133	0.109159
RPAP – RPAPM		-0.0384	0.109159
RPAP – RPAPN		0.0384	0.109159
RPAPM - RPAPN		0.0768	0.109159

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 05

**Tabla 13.5.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.109955	5	0.021991	35.01	0.0000
Intra grupos	0.00753664	12	0.000628053		
Total (Corr.)	0.117491	17			

**Tabla 13.5.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.84	0.546439

**Tablas 13.5.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RPAYN	3	0.384	X
RPAY	3	0.4224	X
APAYM	3	0.430933	X
RPAYM	3	0.4352	X
APAY	3	0.546133	X
APAYN	3	0.605867	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY – APAYM	*	0.1152	0.0687402
APAY – APAYN		-0.0597333	0.0687402
APAY – RPAY	*	0.123733	0.0687402
APAY – RPAYM	*	0.110933	0.0687402
APAY – RPAYN	*	0.162133	0.0687402
APAYM - APAYN	*	-0.174933	0.0687402
APAYM – RPAY		0.00853333	0.0687402
APAYM - RPAYM		-0.00426667	0.0687402
APAYM - RPAYN		0.0469333	0.0687402
APAYN – RPAY	*	0.183467	0.0687402
APAYN - RPAYM	*	0.170667	0.0687402
APAYN – RPAYN	*	0.221867	0.0687402
RPAY – RPAYM		-0.0128	0.0687402
RPAY – RPAYN		0.0384	0.0687402
RPAYM - RPAYN		0.0512	0.0687402

\* indica una diferencia significativa.

- Pruebas estadísticas - higos

**Grupo 01**

**Tabla 13.6.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.138144	5	0.0276289	178.55	0.0000
Intra grupos	0.00185685	12	0.000154738		
Total (Corr.)	0.140001	17			

**Tabla 13.6.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.111111	0.987645

**Tabla 13.6.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RAPM	3	0.1408	X
AAPN	3	0.1536	XX
AAPM	3	0.162133	XX
RAPN	3	0.1792	XX
RAP	3	0.209067	X
AAP	3	0.3968	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP – AAPM	*	0.234667	0.0341202
AAP – AAPN	*	0.2432	0.0341202
AAP – RAP	*	0.187733	0.0341202
AAP – RAPM	*	0.256	0.0341202

AAP – RAPN	*	0.2176	0.0341202
AAPM – AAPN		0.00853333	0.0341202
AAPM – RAP	*	-0.0469333	0.0341202
AAPM - RAPM		0.0213333	0.0341202
AAPM – RAPN		-0.0170667	0.0341202
AAPN – RAP	*	-0.0554667	0.0341202
AAPN – RAPM		0.0128	0.0341202
AAPN – RAPN		-0.0256	0.0341202
RAP – RAPM	*	0.0682667	0.0341202
RAP – RAPN		0.0298667	0.0341202
RAPM – RAPN	*	-0.0384	0.0341202

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 13.7.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.108972	5	0.0217944	126.02	0.0000
Intra grupos	0.00207531	12	0.000172942		
Total (Corr.)	0.111047	17			

**Tabla 13.7.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.0666667	0.996165

**Tabla 13.7.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<i>o</i>			

RAYN	3	0.149333	X
RAYM	3	0.157867	X
AAYM	3	0.209067	X
RAY	3	0.2432	XX
AAYN	3	0.247467	X
AAY	3	0.384	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAY - AAYM	*	0.174933	0.0360714
AAY - AAYN	*	0.136533	0.0360714
AAY - RAY	*	0.1408	0.0360714
AAY - RAYM	*	0.226133	0.0360714
AAY - RAYN	*	0.234667	0.0360714
AAYM - AAYN	*	-0.0384	0.0360714
AAYM - RAY		-0.0341333	0.0360714
AAYM - RAYM	*	0.0512	0.0360714
AAYM - RAYN	*	0.0597333	0.0360714
AAYN - RAY		0.00426667	0.0360714
AAYN - RAYM	*	0.0896	0.0360714
AAYN - RAYN	*	0.0981333	0.0360714
RAY - RAYM	*	0.0853333	0.0360714
RAY - RAYN	*	0.0938667	0.0360714
RAYM - RAYN		0.00853333	0.0360714

\* indica una diferencia significativa.

### Grupo 03

**Tabla 13.8.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre	0.165633	5	0.0331266	202.19	0.0000

grupos					
Intra grupos	0.00196608	12	0.00016384		
Total (Corr.)	0.167599	17			

**Tabla 13.8.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.425	0.822694

**Tabla 13.8.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RPM	3	0.1408	X
RPN	3	0.162133	XX
RP	3	0.1792	XX
APM	3	0.187733	XX
APN	3	0.2048	X
AP	3	0.426667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP – APM	*	0.238933	0.0351093
AP – APN	*	0.221867	0.0351093
AP – RP	*	0.247467	0.0351093
AP – RPM	*	0.285867	0.0351093
AP – RPN	*	0.264533	0.0351093
APM - APN		-0.0170667	0.0351093
APM – RP		0.00853333	0.0351093
APM - RPM	*	0.0469333	0.0351093
APM - RPN		0.0256	0.0351093
APN – RP		0.0256	0.0351093
APN - RPM	*	0.064	0.0351093

APN - RPN	*	0.0426667	0.0351093
RP – RPM	*	0.0384	0.0351093
RP – RPN		0.0170667	0.0351093
RPM - RPN		-0.0213333	0.0351093

\* indica una diferencia significativa.

#### Grupo 04

**Tabla 13.9.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.176365	5	0.0352729	242.20	0.0000
Intra grupos	0.00174763	12	0.000145636		
Total (Corr.)	0.178112	17			

**Tabla 13.9.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.5	0.770761

#### Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RPAPM	3	0.149333	X
RPAPN	3	0.149333	X
RPAP	3	0.1664	X
APAPM	3	0.209067	X
APAPN	3	0.3072	X
APAP	3	0.418133	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAP - APAPM	*	0.209067	0.0331014

APAP - APAPN	*	0.110933	0.0331014
APAP - RPAP	*	0.251733	0.0331014
APAP - RPAPM	*	0.2688	0.0331014
APAP - RPAPN	*	0.2688	0.0331014
APAPM - APAPN	*	-0.0981333	0.0331014
APAPM - RPAP	*	0.0426667	0.0331014
APAPM - RPAPM	*	0.0597333	0.0331014
APAPM - RPAPN	*	0.0597333	0.0331014
APAPN - RPAP	*	0.1408	0.0331014
APAPN - RPAPM	*	0.157867	0.0331014
APAPN - RPAPN	*	0.157867	0.0331014
RPAP - RPAPM		0.0170667	0.0331014
RPAP - RPAPN		0.0170667	0.0331014
RPAPM - RPAPN		0.0	0.0331014

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 05

**Tabla 13.10. 1ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.132346	5	0.0264693	138.48	0.0000
Intra grupos	0.00229376	12	0.000191147		
Total (Corr.)	0.13464	17			

**Tabla 13.10.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.218182	0.947905

**Tabla 13.10.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RPAYM	3	0.136533	X
RPAYN	3	0.145067	X
APAYN	3	0.226133	X
RPAY	3	0.2432	X
APAYM	3	0.2432	X
APAY	3	0.3968	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY - APAYM	*	0.1536	0.0379224
APAY - APAYN	*	0.170667	0.0379224
APAY - RPAY	*	0.1536	0.0379224
APAY - RPAYM	*	0.260267	0.0379224
APAY - RPAYN	*	0.251733	0.0379224
APAYM - APAYN		0.0170667	0.0379224
APAYM - RPAY		0.0	0.0379224
APAYM - RPAYM	*	0.106667	0.0379224
APAYM - RPAYN	*	0.0981333	0.0379224
APAYN - RPAY		-0.0170667	0.0379224
APAYN - RPAYM	*	0.0896	0.0379224
APAYN - RPAYN	*	0.0810667	0.0379224
RPAY - RPAYM	*	0.106667	0.0379224
RPAY - RPAYN	*	0.0981333	0.0379224
RPAYM - RPAYN		-0.00853333	0.0379224

\* indica una diferencia significativa.

**Anexo 14: Índice de Madurez**

**Tabla 14.1 Índice de madurez en fresas último día de tratamiento**

AAP	9.0144	9.2905	7.0685
AAY	7.6172	7.8125	9.0144
AP	9.4477	8.1597	10.6337
APAP	8.6436	11.4890	9.9085
APAY	8.5392	8.1522	10.4167
AAPM	14.8926	14.8690	13.4943
AAYM	13.3929	12.7841	12.8038
APM	13.0912	12.9464	13.6719
APAPM	14.4761	15.6250	14.3649
APAYM	12.9464	12.8676	12.9395
AAPN	8.7426	9.3369	10.4167
AAYN	9.4105	8.9026	9.6726
APN	9.3750	9.6807	11.6235
APAPN	9.0014	8.1597	10.1563
APAYN	7.6531	8.3220	8.8098
RAP	9.0461	9.9240	9.4572
RAY	11.6132	13.6161	12.5868
RP	12.1528	11.1909	12.3355
RPAP	13.3929	13.7311	13.0974
RPAY	13.7868	13.4943	14.4043
RAPM	11.9358	12.5000	13.7311
RAYM	12.8676	12.2768	14.4413
RPM	13.6161	12.3698	14.1602
RPAPM	12.2466	12.1299	13.4549
RPAYM	12.9395	12.8676	11.0677
RAPN	12.7232	11.6132	12.8676
RAYN	12.1783	13.9160	13.7311
RPN	13.3929	13.0974	12.8038
RPAPN	13.9160	15.3646	14.6169
RPAYN	13.3569	12.7604	13.4698
AB	8.6138	10.0740	9.5486
RB	14.0086	13.8021	16.4621

**Tabla 14.2 Índice de madurez en higos último día de tratamiento**

AAP	53.9315	54.4271	54.1992
AAY	60.1563	60.3448	53.9315
AP	50.8929	52.4902	54.2140
APAP	49.6324	49.0057	54.4355
APAY	52.7344	52.1673	56.2500
AAPM	121.3942	126.9531	122.5962
AAYM	94.6691	113.0208	92.8309
APM	90.1042	106.0268	95.8333
APAPM	92.3713	99.6094	96.1914
APAYM	92.9276	91.4063	99.8264
AAPN	144.8317	161.9318	154.2969
AAYN	71.0938	76.8229	65.6250
APN	82.2610	85.4167	82.5195
APAPN	66.2500	73.7092	64.7786
APAYN	97.4507	98.5243	107.4219
RAP	105.2390	121.8750	109.8346
RAY	85.5469	90.4605	94.1840
RP	128.6458	137.2768	142.4279
RPAP	125.5580	128.0048	147.1354
RPAY	107.0313	122.8299	108.1414
RAPM	162.1094	200.0000	188.2102
RAYM	148.4375	162.6420	143.0288
RPM	106.1198	123.4375	114.3466
RPAPM	109.3750	117.8977	106.7708
RPAYM	166.9034	181.2500	171.1648
RAPN	109.8958	122.7679	129.2067
RAYN	136.0677	134.7656	151.2784
RPN	125.6010	128.0048	137.3698
RPAPN	136.0677	133.4635	139.9148
RPAYN	168.6198	201.5625	164.7135
AB	160.9375	175.7813	164.5833
RB	125.0000	145.1823	167.9688

**ANEXO 15: Análisis estadístico de índice de madurez en fresas**

- Pruebas estadísticas - fresas

**Grupo 01**

**Tabla 15.1.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	82.496	5	16.4992	22.84	0.0000
Intra grupos	8.66951	12	0.722459		
Total (Corr.)	91.1655	17			

**Tabla 15.1.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.153856	0.974794

**Tabla 15.1.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AAP	3	8.4578	X
RAP	3	9.47577	X
AAPN	3	9.49873	X
RAPN	3	12.4013	X
RAPM	3	12.7223	X
AAPM	3	14.4186	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP - AAPM	*	-5.96083	2.33141
AAP - AAPN		-1.04093	2.33141
AAP - RAP		-1.01797	2.33141

AAP - RAPM	*	-4.2645	2.33141
AAP - RAPN	*	-3.94353	2.33141
AAPM - AAPN	*	4.9199	2.33141
AAPM - RAP	*	4.94287	2.33141
AAPM - RAPM		1.69633	2.33141
AAPM - RAPN		2.0173	2.33141
AAPN - RAP		0.0229667	2.33141
AAPN - RAPM	*	-3.22357	2.33141
AAPN - RAPN	*	-2.9026	2.33141
RAP - RAPM	*	-3.24653	2.33141
RAP - RAPN	*	-2.92557	2.33141
RAPM - RAPN		0.320967	2.33141

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 15.2.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	76.1362	5	15.2272	22.78	0.0000
Intra grupos	8.02236	12	0.66853		
Total (Corr.)	84.1585	17			

**Tabla 15.2.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.363638	0.863755

**Tabla 15.2.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AA Y	3	8.14803	X
AA YN	3	9.32857	X
RA Y	3	12.6054	X
AA YM	3	12.9936	X
RA YM	3	13.1952	X
RA YN	3	13.2751	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AA Y – AA YM	*	-4.84557	2.24271
AA Y – AA YN		-1.18053	2.24271
AA Y – RA Y	*	-4.45733	2.24271
AA Y – RA YM	*	-5.0472	2.24271
AA Y – RA YN	*	-5.1271	2.24271
AA YM – AA YN	*	3.66503	2.24271
AA YM – RA Y		0.388233	2.24271
AA YM – RA YM		-0.201633	2.24271
AA YM – RA YN		-0.281533	2.24271
AA YN – RA Y	*	-3.2768	2.24271
AA YN – RA YM	*	-3.86667	2.24271
AA YN – RA YN	*	-3.94657	2.24271
RA Y – RA YM		-0.589867	2.24271
RA Y – RA YN		-0.669767	2.24271
RA YM – RA YN		-0.0799	2.24271

\* indica una diferencia significativa.

### Grupo 03

**Tabla 15.3.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
---------------	----------------	-----------	-----------------	----------------	----------------

	<i>Cuadrados</i>		<i>Medio</i>		
Entre grupos	43.1905	5	8.63811	11.59	0.0003
Intra grupos	8.94619	12	0.745516		
Total (Corr.)	52.1367	17			

**Tabla 15.3.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.530219	0.749668

**Tabla 15.3.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AP	3	9.4137	X
APN	3	10.2264	XX
RP	3	11.8931	XX
RPN	3	13.098	X
APM	3	13.2365	X
RPM	3	13.382	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferenci a</i>	<i>+/- Límites</i>
AP – APM	*	-3.8228	2.36832
AP – APN		-0.8127	2.36832
AP – RP	*	-2.47937	2.36832
AP – RPM	*	-3.96833	2.36832
AP – RPN	*	-3.68433	2.36832
APM – APN	*	3.0101	2.36832
APM – RP		1.34343	2.36832

APM – RPM		-0.145533	2.36832
APM – RPN		0.138467	2.36832
APN – RP		-1.66667	2.36832
APN – RPM	*	-3.15563	2.36832
APN – RPN	*	-2.87163	2.36832
RP – RPM		-1.48897	2.36832
RP – RPN		-1.20497	2.36832
RPM – RPN		0.284	2.36832

\* indica una diferencia significativa.

### Grupo 04

**Tabla 15.4.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	85.3465	5	17.0693	21.85	0.0000
Intra grupos	9.37479	12	0.781233		
Total (Corr.)	94.7212	17			

**Tabla 15.4.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.540833	0.742266

**Tabla 15.4.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAPN	3	9.1058	X
APAP	3	10.0137	X

RPAPM	3	12.6105	X
RPAP	3	13.4071	X
RPAPN	3	14.6325	X
APAPM	3	14.822	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAP - APAPM	*	-4.8083	2.42439
APAP - APAPN		0.9079	2.42439
APAP - RPAP	*	-3.39343	2.42439
APAP - RPAPM	*	-2.59677	2.42439
APAP - RPAPN	*	-4.6188	2.42439
APAPM - APAPN	*	5.7162	2.42439
APAPM - RPAP		1.41487	2.42439
APAPM - RPAPM		2.21153	2.42439
APAPM - RPAPN		0.1895	2.42439
APAPN - RPAP	*	-4.30133	2.42439
APAPN - RPAPM	*	-3.50467	2.42439
APAPN - RPAPN	*	-5.5267	2.42439
RPAP - RPAPM		0.796667	2.42439
RPAP - RPAPN		-1.22537	2.42439
RPAPM - RPAPN		-2.02203	2.42439

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 05

**Tabla 15.5.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	83.2425	5	16.6485	30.34	0.0000

Intra grupos	6.58424	12	0.548686		
Total (Corr.)	89.8268	17			

**Tabla 15.5.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.540732	0.742336

**Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAYN	3	8.26163	X
APAY	3	9.03603	X
RPAYM	3	12.2916	X
APAYM	3	12.9178	X
RPAYN	3	13.1957	X
RPAY	3	13.8951	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY – APAYM	*	-3.8818	2.03177
APAY – APAYN		0.7744	2.03177
APAY – RPAY	*	-4.8591	2.03177
APAY – RPAYM	*	-3.25557	2.03177
APAY – RPAYN	*	-4.15967	2.03177
APAYM - APAYN	*	4.6562	2.03177
APAYM – RPAY		-0.9773	2.03177
APAYM - RPAYM		0.626233	2.03177
APAYM - RPAYN		-0.277867	2.03177
APAYN – RPAY	*	-5.6335	2.03177
APAYN - RPAYM	*	-4.02997	2.03177

APAYN - RPAYN	*	-4.93407	2.03177
RPAY – RPAYM		1.60353	2.03177
RPAY – RPAYN		0.699433	2.03177
RPAYM - RPAYN		-0.9041	2.03177

\* indica una diferencia significativa.

- Pruebas estadísticas - higos

### Grupo 01

**Tabla 15.6.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	28301.7	5	5660.35	54.04	0.0000
Intra grupos	1256.95	12	104.746		
Total (Corr.)	29558.7	17			

**Tabla 15.6.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	1.20371	0.3645

**Tabla 15.6.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AAP	3	54.1859	X
RAP	3	112.316	X
RAPN	3	120.623	X
AAPM	3	123.648	X

AAPN	3	153.687	X
RAPM	3	183.44	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AAP - AAPM	*	-69.4619	28.0725
AAP - AAPN	*	-99.5009	28.0725
AAP - RAP	*	-58.1303	28.0725
AAP - RAPM	*	-129.254	28.0725
AAP - RAPN	*	-66.4375	28.0725
AAPM - AAPN	*	-30.039	28.0725
AAPM - RAP		11.3316	28.0725
AAPM - RAPM	*	-59.792	28.0725
AAPM - RAPN		3.02437	28.0725
AAPN - RAP	*	41.3706	28.0725
AAPN - RAPM	*	-29.7531	28.0725
AAPN - RAPN	*	33.0633	28.0725
RAP - RAPM	*	-71.1237	28.0725
RAP - RAPN		-8.30727	28.0725
RAPM - RAPN	*	62.8164	28.0725

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 02

**Tabla 15.7.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	20862.9	5	4172.57	66.76	0.0000
Intra grupos	749.958	12	62.4965		
Total (Corr.)	21612.8	17			

**Tabla 15.7.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.267449	0.922327

**Tabla 15.7.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AA Y	3	58.1442	X
AA YN	3	71.1806	XX
RA Y	3	90.0638	XX
AA YM	3	100.174	X
RA YN	3	140.704	X
RA YM	3	151.369	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AA Y – AA YM	*	-42.0294	21.6841
AA Y – AA YN		-13.0364	21.6841
AA Y – RA Y	*	-31.9196	21.6841
AA Y – RA YM	*	-93.2252	21.6841
AA Y – RA YN	*	-82.5597	21.6841
AA YM – AA YN	*	28.993	21.6841
AA YM – RA Y		10.1098	21.6841
AA YM – RA YM	*	-51.1958	21.6841
AA YM – RA YN	*	-40.5303	21.6841
AA YN – RA Y		-18.8832	21.6841
AA YN – RA YM	*	-80.1889	21.6841
AA YN – RA YN	*	-69.5233	21.6841
RA Y – RA YM	*	-61.3056	21.6841
RA Y – RA YN	*	-50.6401	21.6841
RA YM – RA YN		10.6655	21.6841

\* indica una diferencia significativa.

**Grupo 03**

**Tabla 15.8.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	14819.8	5	2963.96	76.30	0.0000
Intra grupos	466.14	12	38.845		
Total (Corr.)	15285.9	17			

**Tabla 15.8.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.792991	0.574817

**Tabla 15.8.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
AP	3	52.5324	X
APN	3	83.3991	X
APM	3	97.3214	X
RPM	3	114.635	X
RPN	3	130.325	XX
RP	3	136.117	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AP – APM	*	-44.7891	17.0954
AP – APN	*	-30.8667	17.0954
AP – RP	*	-83.5845	17.0954

AP – RPM	*	-62.1023	17.0954
AP – RPN	*	-77.7928	17.0954
APM – APN		13.9224	17.0954
APM – RP	*	-38.7954	17.0954
APM - RPM	*	-17.3132	17.0954
APM – RPN	*	-33.0038	17.0954
APN – RP	*	-52.7178	17.0954
APN - RPM	*	-31.2356	17.0954
APN - RPN	*	-46.9261	17.0954
RP – RPM	*	21.4822	17.0954
RP – RPN		5.79163	17.0954
RPM - RPN		-15.6906	17.0954

\* indica una diferencia significativa.

#### Grupo 04

**Tabla 15.9.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	18021.2	5	3604.24	94.49	0.0000
Intra grupos	457.717	12	38.1431		
Total (Corr.)	18478.9	17			

**Tabla 15.9.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.448852	0.806306

**Tabla 15.9.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAP	3	51.0245	X
APAPN	3	68.2459	X
APAPM	3	96.0574	X
RPAPM	3	111.348	X
RPAP	3	133.566	X
RPAPN	3	136.482	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAP – APAPM	*	-45.0328	16.9403
APAP – APAPN	*	-17.2214	16.9403
APAP – RPAP	*	-82.5415	16.9403
APAP – RPAPM	*	-60.3233	16.9403
APAP – RPAPN	*	-85.4575	16.9403
APAPM - APAPN	*	27.8114	16.9403
APAPM - RPAP	*	-37.5087	16.9403
APAPM - RPAPM		-15.2905	16.9403
APAPM - RPAPN	*	-40.4246	16.9403
APAPN – RPAP	*	-65.3201	16.9403
APAPN - RPAPM	*	-43.1019	16.9403
APAPN - RPAPN	*	-68.2361	16.9403
RPAP – RPAPM	*	22.2182	16.9403
RPAP – RPAPN		-2.91593	16.9403
RPAPM - RPAPN	*	-25.1342	16.9403

\* indica una diferencia significativa.

## Grupo 05

**Tabla 15.10.1 ANOVA para peso por tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	34963.4	5	6992.69	70.31	0.0000

Intra grupos	1193.5	12	99.4585		
Total (Corr.)	36156.9	17			

**Tabla 15.10.2 Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.583404	0.712702

**Tabla 15.10.3 Pruebas de Múltiple Rangos para peso por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
APAY	3	53.7172	X
APAYM	3	94.7201	X
APAYN	3	101.132	X
RPAY	3	112.668	X
RPAYM	3	173.106	X
RPAYN	3	178.299	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
APAY - APAYM	*	-41.0029	27.3548
APAY - APAYN	*	-47.4151	27.3548
APAY - RPAY	*	-58.9503	27.3548
APAY - RPAYM	*	-119.389	27.3548
APAY - RPAYN	*	-124.581	27.3548
APAYM - APAYN		-6.4122	27.3548
APAYM - RPAY		-17.9474	27.3548
APAYM - RPAYM	*	-78.386	27.3548
APAYM - RPAYN	*	-83.5785	27.3548
APAYN - RPAY		-11.5352	27.3548

APAYN - RPAYM	*	-71.9738	27.3548
APAYN - RPAYN	*	-77.1663	27.3548
RPAY - RPAYM	*	-60.4385	27.3548
RPAY - RPAYN	*	-65.6311	27.3548
RPAYM - RPAYN		-5.19253	27.3548

\* indica una diferencia significativa.



**ANEXO 16: Evaluación visual de los frutos recubiertos y blancos**



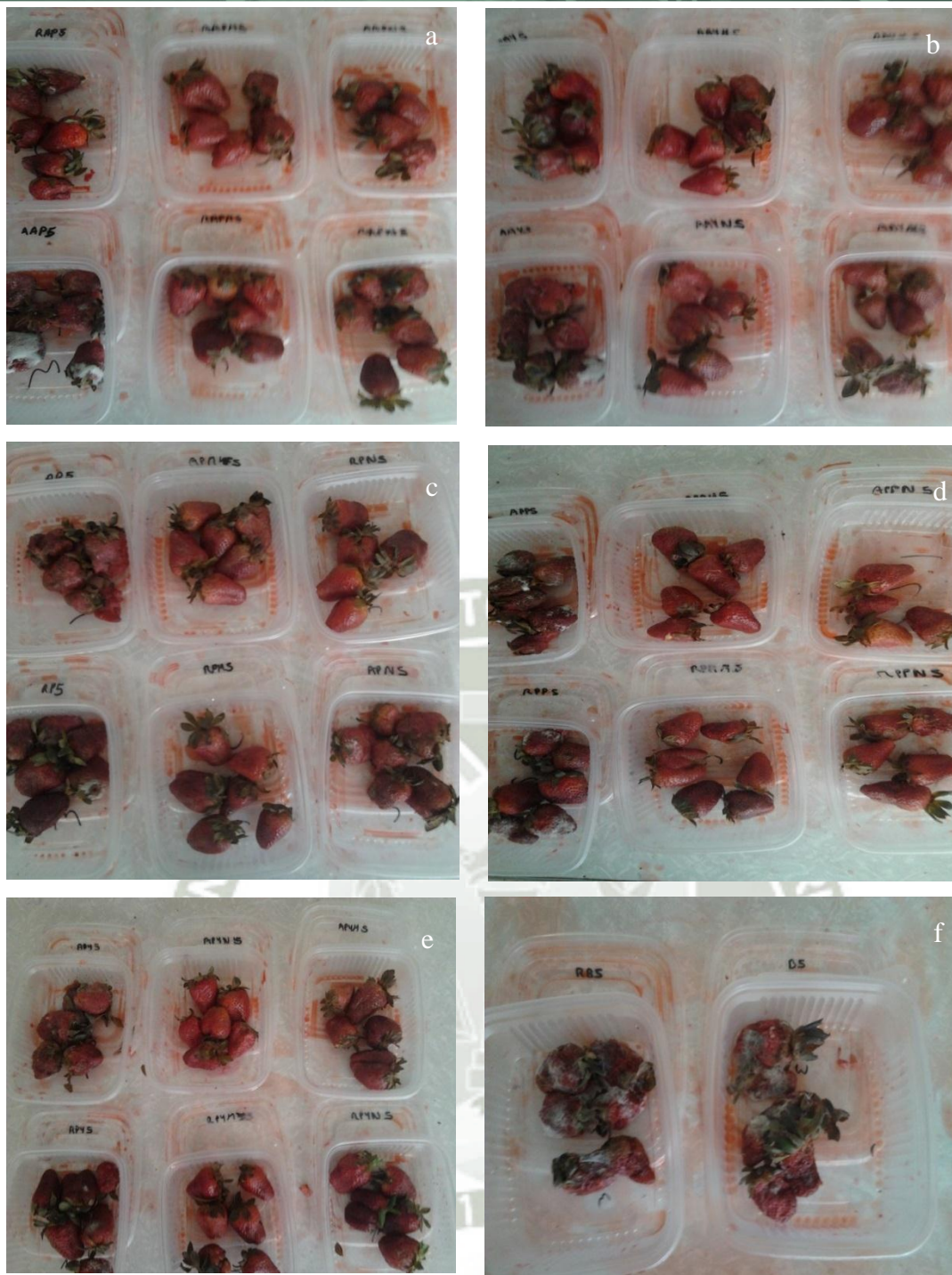
**Figura 23. Evaluación visual día 3 higos. a) recubrimiento almidón de papa, b) recubrimiento almidón de yuca, c) recubrimiento proteína de soya, d) recubrimiento mezcla almidón de papa y proteína de soya (50:50), e) recubrimiento mezcla almidón de yuca y proteína de soya (50:50), f) frutos blanco. Cada recubrimiento se muestra a ambas temperaturas de trabajo ( ambiente y refrigeración), así como también con los respectivos aceites esenciales**



**Figura 24. Evaluación visual día 3 fresas. a) recubrimiento almidón de papa, b) recubrimiento almidón de yuca, c) recubrimiento proteína de soya, d) recubrimiento mezcla almidón de papa y proteína de soya (50:50), e) recubrimiento mezcla almidón de yuca y proteína de soya (50:50), f) frutos blanco. Cada recubrimiento se muestra a ambas temperaturas de trabajo ( ambiente y refrigeración), así como también con los respectivos aceites esenciales**



**Figura 25. Evaluación visual día 5 higos. a) recubrimiento almidón de papa, b) recubrimiento almidón de yuca, c) recubrimiento proteína de soya, d) recubrimiento mezcla almidón de papa y proteína de soya (50:50), e) recubrimiento mezcla almidón de yuca y proteína de soya (50:50). Cada recubrimiento se muestra a ambas temperaturas de trabajo ( ambiente y refrigeración), así como también con los respectivos aceites esenciales**



**Figura 26. Evaluación visual día 5 fresas. a) recubrimiento almidón de papa, b) recubrimiento almidón de yuca, c) recubrimiento proteína de soya, d) recubrimiento mezcla almidón de papa y proteína de soya (50:50), e) recubrimiento mezcla almidón de yuca y proteína de soya (50:50), f) frutos blanco. Cada recubrimiento se muestra a ambas temperaturas de trabajo ( ambiente y refrigeración), así como también con los respectivos aceites esenciales**



**Figura 27. Evaluación visual día 6 higos. a) recubrimiento almidón de papa, b) recubrimiento almidón de yuca, c) recubrimiento proteína de soya, d) recubrimiento mezcla almidón de papa y proteína de soya (50:50), e) recubrimiento mezcla almidón de yuca y proteína de soya (50:50), f) frutos blanco. Cada recubrimiento se muestra a ambas temperaturas de trabajo (ambiente y refrigeración), así como también con los respectivos aceites esenciales**



**Figura 28. Evaluación visual día 6 fresas. a) recubrimiento almidón de papa, b) recubrimiento almidón de yuca, c) recubrimiento proteína de soya, d) recubrimiento mezcla almidón de papa y proteína de soya (50:50), e) recubrimiento mezcla almidón de yuca y proteína de soya (50:50), f) frutos blanco. Cada recubrimiento se muestra a ambas temperaturas de trabajo (ambiente y refrigeración), así como también con los respectivos aceites esenciales**



**Figura 29. Evaluación visual día 7 higos. a) recubrimiento almidón de papa, b) recubrimiento almidón de yuca, c) recubrimiento proteína de soya, d) recubrimiento mezcla almidón de papa y proteína de soya (50:50), e) recubrimiento mezcla almidón de yuca y proteína de soya (50:50), f) frutos blanco. Cada recubrimiento se muestra a ambas temperaturas de trabajo ( ambiente y refrigeración), así como también con los respectivos aceites esenciales**



**Figura 30. Evaluación visual día 7 fresas a) recubrimiento almidón de yuca, b) recubrimiento almidón de papa, c) recubrimiento proteína de soya, d) recubrimiento mezcla almidón de papa y proteína de soya (50:50), e) recubrimiento mezcla almidón de yuca y proteína de soya (50:50). f) frutos blanco. Cada recubrimiento se muestra a ambas temperaturas de trabajo (ambiente y refrigeración), así como también con los respectivos aceites esenciales**