



# **UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

## **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL  
MAMEY (*Mammea americana* L.) EN TAJADAS  
ENVASADO EN FILM DE POLIETILENO DE ALTA  
DENSIDAD (PEAD).**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**AUTORES:**

**BACH. CAICEDO ATENCIO KEYLA MEDALINE  
BACH. LÓPEZ QUESQUÉN ALEX MANUEL**

**ASESORA:**

**ING. CAMPOS SALAZAR, CARMEN A.**

**CO-ASESOR:**

**ING. SOLANO CORNEJO MIGUEL**

**LAMBAYEQUE-PERÚ**

**2016**



# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

### “ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL MAMEY (*Mammea americana* L.) EN TAJADAS ENVASADO EN FILM DE PEAD”

#### AUTORES:

BACH. CAICEDO ATENCIO KEYLA MEDALINE

BACH. LÓPEZ QUESQUÉN ALEX MANUEL

#### APROBADO POR:

---

Dr. García Espinoza Cesar A.  
PRESIDENTE DEL JURADO

---

Ing. Santamaría Baldera Gerardo  
SECRETARIO DEL JURADO

---

Ing. Pozo Suclupe Luis A.  
VOCAL DEL JURADO

---

Ing. Campos Salazar Carmen A.  
ASESORA

LAMBAYEQUE – PERÚ  
2016

## **DEDICATORIA**

### **A mi Dios:**

*En primer lugar por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. Aquel que me da las fuerzas necesarias para no desistir frente a la adversidad, por guiarme, cuidarme y proteger a las personas que amo y aprecio en este mundo. Él mi mayor admiración, creador y fortaleza; a quien le dedico esta investigación por estar conmigo en todo momento.*

### **A mi Familia:**

*Quienes por ellos soy lo que soy, especialmente a mi madre Rosa Amelia Atencio Paiva que siempre estuvo conmigo en todo momento, apoyándome en mis sueños y guiándome por el buen camino, por esas fuerzas contagiosas, comprensión, mi admiración y adoración. A mi padre Luis Miguel Caicedo Ayasta por sus consejos y ayuda en todo momento. A mi hermano Luis Alfredo Caicedo Atencio por ser ejemplo de hermano mayor a seguir. A mis abuelos, primos (as), tíos (as) que confiaron en mí y me apoyaron moralmente.*

### **A mis Amigos (as):**

*Por esas alegrías vividas durante esos cortos cinco años que parecieran que fueran ayer, hoy colegas, por apoyarnos mutuamente, por esas amanecidas. Por esa gran amistad, los llevo en mi corazón y en especial a una persona.*

*“A eso de que tus ojos miren y tus oídos oigan, tu cerebro  
funcione y tus manos trabajen,  
tu alma irradie, tu sensibilidad sienta, y tu corazón ame.  
A eso, no le llames poder humano, llámale  
milagro divino...” (Anónimo).*

*Bach. Keyla Medalline Caicedo Atencio*

## **DEDICATORIA**

### **A mi Dios:**

*Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por ser mi guía, mi luz por enseñarme que todo lo puedo en su fe, ya que en el me fortalece mi espíritu, mi esperanza, brindándome fuerzas que me da para seguir adelante, dándome sabiduría y por concederme salud para disfrutar en estos momentos de mi vida, permitiéndome terminar mis objetivos hasta este momento tan importante de mi formación profesional.*

### **A mi Madre:**

*Felicita Quesquén Ñiquen, por darme la vida, ser mi ejemplo de perseverancia y de lucha porque ha sido mi más grande apoyo de fuerza, valentía de ganas de seguir adelante, por su inmenso amor y cariño incondicional que me da, sus sabios consejos, sus valores, su apoyo moral e intelectual y su estimación constante que me ha permitido ser una persona de bien y mi impulso para desarrollarme como profesional y ser humano.*

### **A mi Familia:**

*Porque creyeron en mí, brindándome ejemplos dignos de superación y entrega, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera y el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo seguir hasta el final, va por ustedes, por lo que valen, a todos espero no defraudarlos y contar siempre su valioso apoyo e sincero incondicional, principalmente a mi abuelita Maximina Ñiquen liza y nunca olvidare a mis 2 Ángeles: a mi abuelo Victorino Quesquén Ángeles y mi primo Jhilder Zarpán Quesquén a pesar de nuestra distancia física, siento que siempre están conmigo, guiándome espiritualmente y sé que en este momento hubiese sido tan especial para ustedes como lo es para mí.*

### **A mis amistades:**

*Por esos grandes momentos vividos, por la confianza que me tuvieron, por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional y a aquellos que participaron en forma directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.*

*Bach. Alex Manuel López Quesquén*

## **AGRADECIMIENTO**

- ◆ En esta presenta investigación queremos agradecer primeramente a ti Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, por hacer realidad un sueño anhelado y ejercer con seguridad y confianza por medio de la fe en él.
- ◆ A nuestra asesora Ing. Carmen Campos Salazar por su dedicación y apoyo, quien con sus conocimientos, su experiencia, paciencia y motivación ha logrado que nosotros culminemos esta investigación con éxito.
- ◆ A nuestro Co-asesor Ing. Miguel Solano Cornejo por aportar en la asesoría y brindarnos los consejos durante el estudio de esta investigación.
- ◆ Al Director de Escuela de la Universidad Privada Antenor Orrego, de la facultad de ingeniería de industrias alimentarias, Ing. Luis Marques Villacorta por brindarnos su apoyo en este proyecto y abrírnos las puertas, de igual forma al técnico Ing. Ivan Mestanza por su tiempo, enseñanza en el manejo del texturometro.
- ◆ A nuestros jurados Dr. Cesar García Espinoza, Ing. Gerardo Santamaria Baldera e Ing. Luis Pozo Suclupe por el tiempo dedicado a la revisión del presente trabajo, por las sugerencias aportadas y consejos para el perfeccionamiento de esta investigación.
- ◆ A nuestros padres por su apoyo incondicional en todo momento, tanto moral y material durante el desarrollo de esta investigación. Por ser nuestro ejemplo de vida, por promovernos de valores, pues palabras nunca serán suficientes para agradecerles durante todo este tiempo de formación y a nuestros amigos que de alguna forma participaron en esta investigación con su apoyo y tiempo.
- ◆ A los técnicos de Laboratorio por su inmensa gratitud de tenernos paciencia y apoyo: Sr. Floriano Saucedo, Sr. Luis Ballena, Sra. Kelly, Sr. Sergio; por su invaluable colaboración durante la ejecución de esta investigación.

*Los Autores.*

# ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1.1. Materia Prima: Mamey .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1.1. Generalidades de mamey .....   | 1         |
| a) Clasificación taxonómica.....  | 2         |
| b) Descripción Botánica .....   | 2         |
| c) Cosecha y post - cosecha.....  | 5         |
| d) Composición química y valor nutricional .....  | 5         |
| 1.1.2. Características de la Producción Nacional.....                                   | 7         |
| 1.1.3. Características de la Producción Mundial .....                                   | 9         |
| <b>1.2. Tecnologías de Procesamiento en frutas mínimamente procesadas .....</b>         | <b>9</b>  |
| 1.2.1. Proceso de elaboración de frutas mínimamente procesadas .....                    | 10        |
| 1.2.2. Función del calcio en el procesamiento de frutas mínimamente<br>procesadas ..... | 13        |
| 1.2.3. Almacenamiento de Frutas .....   | 14        |
| a. Almacenamiento refrigerado .....   | 14        |
| b. Daño por frío.....   | 16        |
| 1.2.4. Envasado para frutas mínimamente procesadas .....                                | 17        |
| 1.2.4.1 Film o polímeros .....  | 17        |
| <b>1.3. Vida útil.....</b>  | <b>19</b> |
| 1.3.1. Definición.....  | 19        |
| 1.3.2. Factores que influyen en la vida útil .....                                      | 20        |
| 1.3.3. Cambios en la calidad de frutas y vegetales durante su vida en<br>anaquel.....   | 21        |
| a) Cambios fisicoquímicos. ....   | 21        |
| b) Cambios sensoriales.....   | 21        |
| c) Cambios nutricionales.....   | 22        |

|   |           |
|---|-----------|
| d) Cambios microbiológicos.....                                   | 22        |
| <b>1.4. Cinética química del deterioro de los alimentos .....</b> | <b>23</b> |
| a. Orden de reacción .....  | 24        |
| b. Velocidad de reacción.....                                     | 29        |
| Pruebas de vida útil aceleradas - ASLT .....                      | 29        |
| Factor común en prueba ASLT, efecto de la temperatura .....       | 30        |
| Modelo de Arrhenius.....  | 31        |
| <b>1.5. Evaluación Sensorial.....</b>                             | <b>33</b> |
| 1.5.1. Percepción sensorial de los alimentos .....                | 33        |
| 1.5.2. Propiedades Sensoriales .....                              | 34        |
| 1.5.3. Jueces Sensoriales.....                                    | 36        |
| A. Juez Analítico .....   | 37        |
| B. Juez Consumidor .....  | 38        |
| 1.5.4. El Director del Panel o Jurado .....                       | 38        |
| 1.5.5. Selección y Entrenamiento de Jueces .....                  | 39        |
| a. Selección inicial de jueces .....                              | 39        |
| b. Entrenamiento de jueces .....                                  | 40        |
| 1.5.6. Clasificación de Pruebas Sensoriales .....                 | 42        |
| Pruebas discriminativas o de diferencias .....                    | 42        |
| Pruebas que utilizan escalas y categorías .....                   | 43        |
| Pruebas descriptivas.....   | 44        |
| <b>II. MATERIALES Y METODOS.....</b>                              | <b>45</b> |
| <b>2.1. Lugar de ejecución .....</b>                              | <b>45</b> |
| <b>2.2. Materia prima, y aditivo .....</b>                        | <b>45</b> |
| 2.2.1. Materia Prima .....  | 45        |
| 2.2.2. Aditivo.....   | 46        |
| <b>2.3. Materiales, equipos y reactivos .....</b>                 | <b>46</b> |
| 2.3.1. Materiales de vidrio.....                                  | 46        |
| 2.3.2. Equipos e instrumentos .....                               | 47        |
| 2.3.3. Reactivos para análisis fisicoquímicos .....               | 48        |
| <b>2.4. Métodos de análisis.....</b>                              | <b>48</b> |
| 2.4.1. Análisis Fisicoquímico.....                                | 48        |
| 2.4.2. Análisis Organoléptico .....                               | 48        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.4.3. Análisis Microbiológico.....  | 48        |
| 2.4.4. Análisis estadístico .....  | 50        |
| <b>2.5. Metodología experimental.....</b>  | <b>51</b> |
| 2.5.1. Metodología experimental para determinar el mejor tratamiento en<br>inmersión de $\text{CaCl}_2$ al 2% .....          | 51        |
| A) Evaluación de textura instrumental para determinar el mejor tiempo<br>de inmersión de $\text{CaCl}_2$ al 2% .....         | 53        |
| B) Evaluación sensorial para determinar el mejor tiempo de inmersión<br>de $\text{CaCl}_2$ al 2%.....                        | 54        |
| 2.5.2. Metodología para la elaboración de tajadas de mamey en fresco<br>envasado en film de PEAD para el almacenamiento..... | 56        |
| 2.5.3. Metodología experimental para determinar el tiempo de vida útil.....  | 56        |
| <b>III. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>   | <b>60</b> |
| <b>3.1. Determinación del mejor tratamiento para la inmersión en cloruro<br/>    de calcio. ....</b>                         | <b>60</b> |
| a) Evaluación de textura instrumental para determinar el mejor tiempo<br>de inmersión de $\text{CaCl}_2$ al 2%. ....         | 60        |
| b) Evaluación sensorial para determinar el mejor tiempo de inmersión<br>de $\text{CaCl}_2$ .....                             | 63        |
| <b>3.2. Caracterización Fisicoquímica, Organoléptica y Microbiológica<br/>    de las tajadas de mamey .....</b>              | <b>68</b> |
| <b>3.3. Determinación del tiempo de vida útil.....</b>   | <b>75</b> |
| 3.3.1. Vida útil a través de la degradación de textura en las tajadas<br>de mamey.....                                       | 75        |
| <b>IV. CONCLUSIONES .....</b>  | <b>83</b> |
| <b>V. RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>85</b> |
| <b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>86</b> |
| <b>VII. ANEXOS .....</b>   | <b>99</b> |



## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |     |
|--|-----|
| ANEXO 1: Ficha técnica del cloruro del calcio granulado .....  | 99  |
| ANEXO 2: Entrenamiento y selección de jueces.....  | 100 |
| ANEXO 2-A: Formato: Reclutamiento de jueces.....   | 108 |
| ANEXO 2-B: Formato: Encuesta para pre selección de candidatos<br>a jueces .....                            | 109 |
| ANEXO 2-C: Hoja de vaciado de datos de encuesta para pre-selección<br>de candidatos a jueces .....         | 110 |
| ANEXO 2-D: Material Didáctico para evaluación de características<br>del mamey .....                        | 111 |
| ANEXO 2-E: Formato: prueba de ordenamiento.....  | 112 |
| ANEXO 2-F: Hoja de vaciado de datos para Prueba de Ordenamiento .....                                      | 113 |
| ANEXO 2-G: Formato: Prueba Dúo Trío .....  | 114 |
| ANEXO 2-H: Hoja de vaciado de datos para Prueba Dúo Trío .....   | 115 |
| ANEXO 2- I: Formato: Prueba Triangular .....   | 116 |
| ANEXO 2-J: Hoja de vaciado de datos para Prueba Triangular .....   | 117 |
| ANEXO 2-K: Formato Para capacitación Teórico - Práctica con uso<br>de Escala Ordinal .....                 | 118 |
| ANEXO 2-L: Formato: Prueba de Escala ordinal panel definitivo.....   | 119 |
| ANEXO 2-M: Hoja de vaciado de datos en Prueba para análisis de<br>Textura y sabor con escala ordinal ..... | 120 |
| ANEXO 2-N: Resultados de selección de jueces.....  | 120 |
| ANEXO 2-Ñ: Registro: preselección de candidatos a jueces .....   | 122 |
| ANEXO 2-O: Resultados de la prueba de Ordenamiento en el atributo<br>de dureza.....                        | 125 |
| ANEXO 2-P: Resultados de la prueba de Ordenamiento en el atributo<br>de fracturabilidad .....              | 126 |
| ANEXO 2-Q: Resultados de la prueba de Ordenamiento en el atributo<br>de resistencia a la masticación ..... | 127 |
| ANEXO 2-R: Resultados de la prueba de Ordenamiento en el atributo<br>de sabor.....                         | 128 |
| ANEXO 2-S: Conteo total de puntaje de la prueba de Ordenamiento .....                                      | 129 |
| ANEXO 2-T: Resultados de la Prueba Dúo Trío .....  | 131 |
| ANEXO 2-U: Conteo total de puntaje de la prueba de Dúo Trío.....   | 133 |
| ANEXO 2-V: Resultados de la Prueba triangular .....  | 135 |

|   |     |
|---|-----|
| ANEXO 2-W:Conteo total de puntaje de la prueba de Triangular.....   | 137 |
| ANEXO 2-X: Resultados de la Escala ordinal .....  | 140 |
| ANEXO 2-Y: Conteo total de puntaje de la prueba escala ordinal.....   | 141 |
| ANEXO 3: Evaluación de textura instrumental para determinar<br>el mejor tiempo de inmersión de CaCl <sub>2</sub> al 2%.....   | 142 |
| ANEXO 4: Resultados de las gráficas de textura instrumental en<br>las tajadas de mamey de los diferentes tratamientos .....   | 145 |
| ANEXO 5: Resultados de la prueba sensorial emitidos por los<br>jueces entrenados para cada tratamiento .....  | 146 |
| ANEXO 6: Resultado de °Brix y %acidez en las tajadas de mamey<br>almacenada a diferentes temperaturas .....   | 147 |
| ANEXO 7: Textura instrumental de tajadas de mamey con<br>tratamiento de 1.5 minuto de inmersión con CaCl <sub>2</sub> al<br>2% almacenada a temperatura 4°C, 10°C y 18°C..... | 148 |
| ANEXO 8: Análisis fisicoquímicos del mamey fresco<br>y producto final .....   | 149 |
| ANEXO 9: Resultados de los análisis microbiológicos solicitados<br>en la facultad de ciencias biológicas - UNPRG .....  | 150 |
| ANEXO 10: Cuadro de resumen de almacenamiento con<br>tratamiento de 1.5 minuto de inmersión con CaCl <sub>2</sub> al<br>2% cogido al azar en gf.....                          | 153 |
| ANEXO 11: Tabla de valores críticos para la prueba de TUKEY<br>a 0.05% de confianza .....   | 154 |
| ANEXO 12: Norma sanitaria que establece los criterios<br>microbiológicos según NTS N° 071- DIGESA-V.01 .....  | 156 |
| ANEXO 13: Galerías de fotos en la elaboración de la tajadas de<br>mamey para determinar el mejor tratamiento en<br>inmersión de CaCl <sub>2</sub> al 2%.....                  | 157 |
| ANEXO 14: Secuencia fotográfica para el análisis de Textura<br>instrumental de las tajadas de mamey para los<br>distintos tratamientos de inmersión.....                      | 159 |
| ANEXO 15: Secuencia fotográfica para el entrenamiento y<br>selección de candidatos a jueces a través de evaluación<br>sensoriales en textura (sus atributos) y sabor .....    | 161 |
| ANEXO 16: Secuencia fotográfica en la elaboración de la tajadas<br>de mamey en inmersión de CaCl <sub>2</sub> al 2% a 1.5 minutos<br>para sus respectivos análisis .....      | 162 |
| ANEXO 17: Secuencia fotográfica en análisis fisicoquímicos: .....   | 163 |
| ANEXO 18: Secuencia fotográfica en análisis microbiológicos: .....  | 164 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Cuadro 1:  | Clasificación taxonómica del mamey .....  | 2  |
| Cuadro 2:  | Criterios microbiológicos empleados para frutas mínimamente procesados .....  | 10 |
| Cuadro 3:  | Valores de humedad relativa y temperatura para el manejo de algunos frutos. ....  | 16 |
| Cuadro 4:  | Comparación de propiedades de film termoplásticos de uso, para productos mínimamente procesados .....                                   | 18 |
| Cuadro 5:  | Características de permeabilidad de film termoplásticos con potencial uso para productos mínimamente procesados .....                   | 18 |
| Cuadro 6:  | Factores que influyen en la vida útil .....   | 20 |
| Cuadro 7:  | Reacciones importantes de pérdida de calidad en los alimentos que siguen una cinética de orden cero, primer orden y segundo orden ..... | 25 |
| Cuadro 8:  | Patrones para evaluar cada una de las características texturales .....  | 36 |
| Cuadro 9:  | Características personales de los candidatos.....   | 40 |
| Cuadro 10: | Nivel de clasificación de las pruebas sensoriales .....   | 43 |
| Cuadro 11: | Métodos de análisis fisicoquímico y organoléptico aplicada a las tajadas de mamey .....   | 49 |
| Cuadro 12: | Matriz diseño completamente al azar para establecer el mejor tratamiento en inmersión con CaCl <sub>2</sub> al 2% .....                 | 54 |
| Cuadro 13: | Matriz diseño completamente al azar efectuados a la pruebas sensoriales de textura y sabor .....  | 55 |
| Cuadro 14: | Resultados de textura instrumental expresada en fuerza (gf) para cada tiempo de inmersión y ratio promedio.....                         | 61 |
| Cuadro 15: | Resultados de textura sensorial en la determinación del mejor tiempo de inmersión .....   | 64 |
| Cuadro 16: | ANOVA para la textura sensorial de las tajadas de mamey en la determinación del mejor tiempo de inmersión.....                          | 65 |
| Cuadro 17: | Comparaciones múltiples de la prueba de diferencia de Tukey (HSD) para la textura sensorial de las tajadas de mamey. ....               | 66 |
| Cuadro 18: | Resultado de sabor sensorial en la determinación del mejor tiempo de inmersión .....  | 67 |
| Cuadro 19: | Resultado de textura instrumental promedio de las tajadas de mamey durante su almacenamiento a 4°C, 10°C y 18 °C. ....                  | 76 |

|  |     |
|--|-----|
| Cuadro 20: Resultados promedio de textura (gf), logaritmo natural e inversa de la textura para las tajadas de mamey envasado en PEAD con distintos temperaturas 4°C, 10°C y 18 °C..... | 77  |
| Cuadro 21: Resultados de los valores de k, lnk e inversa de las temperaturas de almacenamiento a 4°C, 10°C y 18°C. ....  | 80  |
| Cuadro 22: Determinación del tiempo de vida útil de las tajadas de mamey envasado en film de PEAD a 4, 10, 18 °C aplicando la ecuación de Arrhenius. ....                              | 81  |
| Cuadro 23: Relación de candidatos a jueces y su condición.....   | 102 |
| Cuadro 24: Resultados de textura instrumental expresada en presión compresiva (%) para cada tratamiento.....   | 143 |
| Cuadro 25: Resultados de textura instrumental expresada en Tiempo de ruptura (seg) para cada tratamiento. ....   | 144 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Figura 1:  | Descripción botánica de mamey ( <i>Mammea americana</i> L.).....   | 3   |
| Figura 2:  | Comparación del fruto de mamey con el chicozapote .....  | 4   |
| Figura 3:  | Procesado mínimo de Chicozapote .....  | 11  |
| Figura 4:  | Estructura de la "caja de huevos", .....   | 14  |
| Figura 5:  | Representación gráfica de pérdida de factores de calidad deseables [A] y la formación de factores indeseables [B], siguiendo una reacción de orden cero. ....  | 26  |
| Figura 6:  | Representación gráfica de pérdida de los factores de calidad deseables [A] y la formación de factores indeseables [B], siguiendo una reacción de orden uno. ....                                       | 27  |
| Figura 7:  | Representación gráfica de pérdida de factores de calidad deseables [A] y la formación de factores indeseables [B], por medio del Logaritmo Natural.....  | 28  |
| Figura 8:  | Grafico típico del modelo de Arrhenius .....   | 32  |
| Figura 9:  | Sensograma .....   | 34  |
| Figura 10: | Diseño de evaluación del mejor tratamiento en inmersión en $\text{CaCl}_2$ al 2%.....  | 52  |
| Figura 11: | Diagrama de bloques del proceso de elaboración de tajadas de mamey en fresco envasado en film de PEAD para el almacenamiento .....   | 57  |
| Figura 12: | Diseño experimental del estudio de vida útil de las tajadas de mamey envasado en film de PEAD .....  | 58  |
| Figura 13: | Resultado de los °Brix de las tajadas de mamey durante el almacenamiento a 4, 10 y 18°C .....  | 69  |
| Figura 14: | Resultado de acidez de las tajadas de mamey durante el almacenamiento a 4, 10 y 18°C .....   | 71  |
| Figura 15: | Resultado de comportamiento de la textura instrumental, del logaritmo de la textura instrumental e inversa de la textura instrumental para las condiciones de almacenamiento de 4°C, 10°C y 18°C. .... | 78  |
| Figura 16: | Gráfica Típica de Arrhenius del logaritmo natural en función de la inversa de la T (°K) de las constantes para la textura instrumental de las tajadas de mamey.....                                    | 80  |
| Figura 17: | Entrenamiento y selección de jueces.....   | 101 |
| Figura 18: | Resultado de la encuesta de selección de candidatos a jueces.....  | 121 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 19: Secuencia fotográfica de primera capacitación a jueces.....                | 123 |
| Figura 20: Resultado de la prueba de ordenamiento .....                               | 124 |
| Figura 21: Resultado de la prueba de dúo trío .....                                   | 130 |
| Figura 22: Resultado de la prueba triangular .....                                    | 134 |
| Figura 23: Resultado de la prueba con uso de una escala ordinal .....                 | 138 |
| Figura 24: Secuencia fotográfica de segunda capacitación a jueces seleccionados ..... | 139 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1: Composición nutritiva del mamey y cocona en 100 g de pulpa. ....  | 6   |
| Tabla 2: Producción mensual de mamey en toneladas, según región o subregión. ....  | 7   |
| Tabla 3: Producción, superficie cosechada, rendimiento y precio en chacra de mamey según región o subregión. ....                                      | 8   |
| Tabla 4: Producción Nacional de mamey. ....  | 8   |
| Tabla 5: Análisis estadístico de la textura instrumental para cada tiempo de inmersión. ....   | 62  |
| Tabla 6: Resultado de múltiple comparaciones con la prueba de diferencia significativa de Tukey (DSH) para textura instrumental. ....                  | 62  |
| Tabla 7: ANOVA para el sabor sensorial de las tajadas de mamey en la determinación del mejor tiempo de inmersión. ....                                 | 67  |
| Tabla 8: Resultado de múltiple comparaciones con la prueba de diferencia significativa de Tukey (DSH) para el atributo sabor. ....                     | 68  |
| Tabla 9: Análisis Físicoquímicos de la materia prima y del producto final. ....  | 69  |
| Tabla 10: Características organolépticas de la materia prima y el producto. ....   | 73  |
| Tabla 11: Resultados de los Análisis microbiológicos del producto “Mamey en tajadas envasado en film de PEAD”. ....                                    | 74  |
| Tabla 12: Resultado del análisis estadístico para la textura instrumental en presión compresiva (%) ....   | 143 |
| Tabla 13: Resultado de múltiple comparaciones con la prueba de diferencia significativa de Tukey (DSH) para textura, medida en presión compresiva .... | 143 |
| Tabla 14: Resultado del análisis estadístico para la textura instrumental en tiempo (seg). ....  | 144 |
| Tabla 15: Resultado de múltiple comparaciones con la prueba de diferencia significativa de Tukey (DSH) para textura, medida en tiempo (seg). ....      | 144 |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general establecer el tiempo de vida útil de las tajadas de mamey (*Mammea americana* L.) envasado en film de PEAD, almacenado en refrigeración, dicho tiempo de vida útil calculado fue de 10, 8 y 5 días a las temperaturas de almacenamiento de 4°C, 10°C y 18°C respectivamente.

El mejor tiempo de inmersión en cloruro de calcio al 2% es 1.5 minutos, evaluado mediante pruebas de textura instrumental y sensorial, este último a través de un panel constituido por nueve jueces entrenados. Los resultados se validaron mediante un ANOVA, estableciendo diferencia significativa entre los 3 tratamientos con 95% de confianza, y la prueba de rangos múltiples TUKEY permitió establecer el mejor tratamiento.

El modelo de Arrhenius aplicado al indicador crítico de deterioro, textura instrumental, verificó que la mejor correlación fue de orden uno, obteniendo la ecuación  $y = -3588.8x + 10.197$ , a partir de la cual la energía de activación ( $E_a$ ) es 7.13 kcal/mol, que permitió predecir los valores de la constante de velocidad ( $k$ ) para las temperaturas de 4°C, 10°C y 18°C e iguales a 0.06376, 0.08389, 0.11885, para las tajadas de mamey con  $\text{CaCl}_2$  al 2 % envasado en film de PEAD.

Las características fisicoquímicas de las tajadas de mamey correspondiente al mejor tratamiento se encuentra en el rango de 10.7 - 11.2 °Brix; 0.042 - 0.078 % de acidez expresado en ácido málico; 1301.8 - 1468.8 gf de textura; 82.54 - 82.86 % de humedad; 17.14 - 17.46 % de materia seca y 0.07-0.085% de cenizas. Las características organolépticas textura (dureza, fracturabilidad y resistencia a la masticación) y sabor, tienen una calificación de escala tres, para ambas características.

Finalmente los análisis microbiológicos de las tajadas de mamey envasada en PEAD almacenadas a 4°C, corresponde a  $4.44 \times 10^5$  ufc/g en Aerobios mesófilos, 44 gérmenes/g. en *Echerichia coli* y Ausencia/25g. en *Salmonella*, coherente con la Resolución Ministerial N° 591-2008-MINSA, declarando apto para el consumo humano.



## ABSTRACT

The present research was to establish the general objective lifetime chops mamey (American Mammea L.) PEAD packaging film, stored in refrigeration, this time calculated lifespan was 10, 8 and 5 days at storage temperatures of 4 ° C, 10 ° C and 18 ° C respectively.

The best time of immersion in calcium chloride 2% is 1.5 minutes, evaluated by testing instrumental and sensory texture, the latter through a panel composed of nine trained judges. The results were validated by a ANOVA, establishing significant difference between the 3 treatments with 95% confidence, and multiple range test TUKEY allowed to establish the best treatment.

The Arrhenius model applied to critical deterioration indicator, instrumental texture, verified that the best correlation was first order, obtaining the equation  $y = -3588.8x + 10.197$ , from which the activation energy ( $E_a$ ) is 7.13 kcal / mol, which allowed us to predict the values of the rate constant ( $k$ ) for temperatures of 4 ° C, 10 ° C and 18 ° C and equal to 0.06376, 0.08389, 0.11885, for chops mamey CaCl 2 2% PEAD packaging film.

The physicochemical characteristics of the slices for the best treatment mamey is in the range of 10.7 - 11.2 ° Brix; 0042-0078% acidity expressed in malic acid; 1301.8 - 1468.8 gf texture; 82.54 - 82.86% moisture; 17.14 - 17.46% dry matter and 0.07 to 0.085% ash. The organoleptic characteristics texture (hardness, fracturability and resistance to mastication) and taste, have a rating scale three, for both.

Finally microbiological analyzes chops packaged in PEAD mamey stored at 4°C, corresponding to  $4.44 \times 10^5$  ufc/g in aerobic mesophilic bacteria, 44 germs/g. Escherichia coli and in Absence / 25g. Salmonella, consistent with the Ministerial Resolution N° 591-2008-MINSA, declaring unfit for human consumption.

## INTRODUCCIÓN

El mamey (*Mammea americana* L.) es una fruta exótica que a nivel nutricional tiene propiedades funcionales debido a sus vitaminas entre ellas, la vitamina A por el contenido de retinol (representa el 7.6% del retinol diario para consumo), vitamina C y minerales como calcio e fósforo; además de compuesto fenólicos, pigmentos en presencia mayor de carotenoides e actividad antirradical. En la actualidad la producción a nivel nacional ha incrementado en los últimos 10 años en un 20%, dando resultado en el año 2013 con 1606.4 toneladas, teniendo como la mayor región que siembra y cosecha a Lambayeque según MINAG (2013).

En el mercado es cada día mayor la tendencia de los consumidores a adquirir alimentos frescos, con características sensoriales y nutricionales que reflejan una mínima intervención de procesos industriales; en respuesta a esto se ha desarrollado un conjunto de procedimientos o técnicas de conservación de alimentos, conocidas como tecnologías del mínimo procesamiento, las cuales han desarrollado tratamientos con desinfectantes, texturizantes y antimicrobianos para aplicarse durante procesamiento mínimo ayudando a retardar las reacciones de deterioro y disminuir riesgo de crecimiento de microorganismos en las frutas recién cortadas.

Un producto alimenticio debe ser protegido por un envase desde el momento y lugar de fabricación hasta el momento de su consumo, previniendo o retardando pérdidas de calidad, este lo protege de la contaminación ambiental y facilita su transporte, manipulación, almacenamiento y comercialización (Robert, 1997). Desde hace años, se están utilizando envases de películas poliméricas o film sin perforar y herméticos con objetivo de minimizar las pérdidas de humedad y reducir la velocidad de respiración en frutas mínimamente procesadas. De esta forma se puede crear una atmósfera modificada alrededor de los productos refrigerados, pudiendo alcanzar la denominación de “conservación”.

Entre los envases más empleados para conservar tenemos las bolsas de polietileno o film de baja densidad, alta densidad, polipropileno, bandejas de PVC (policloruro de vinilo) y entre otros. Actualmente se utiliza en envasado de frutas polietileno de alta densidad (PEAD) por poseer muy alta resistencia a la ruptura, su baja transmisión de vapor de agua entre  $7 - 10 \text{ g/m}^2\text{-día}$  previniendo que se empañe la superficie interna del film y lenta transmisión de gases en comparación con otros.

La vida útil en un alimento representa el periodo de tiempo durante el cual este se conserva apto para el consumo desde un punto sanitario, manteniendo características sensoriales, nutricionales y funcionales por encima de los límites de calidad. Según la (RM 449-2006) (Digesa, 2006), menciona que todo alimento para su comercialización se debe estimar tiempo de vida útil, para que este sea seguro y no cause daño al consumidor. Por ende, es importante predecir el tiempo de vida útil en las tajadas de mamey, teniendo como indicadores de deterioro la textura instrumental, la acidez y °Brix, el factor más crítico determinará el tiempo de vida útil.

El ablandamiento está relacionado con las alteraciones bioquímicas por enzimas tales como poligalacturonasa y pectinmetilesterasas que degradan la estructura péctica de la pared celular, de la lámina media, debido a la disminución de los niveles de calcio extracelular conforme la fruta madura (Ferguson et al., 1995). La firmeza en frutas es un atributo importante de calidad que se ve afectado por estas enzimas y hace que sea susceptible a contaminación, por ello la importancia del calcio en el mantenimiento de la integridad de las membranas de las paredes de la célula. El calcio tiene la capacidad de disminuir la permeabilidad de las membranas celulares, reducir absorción de agua, aumentar la dureza de la pulpa y retrasar la senescencia (Arguello et al., 1997).

Una de las características de las frutas es la textura, este juega un papel importante en la apreciación sea de selección o rechazo de un alimento. Los métodos de medida de textura pueden clasificarse en dos grandes

categorías: sensoriales e instrumentales. Los métodos sensoriales son medidos subjetivos y utilizando paneles de evaluadores para catar. Los métodos instrumentales son medidos objetivos y utilizando aparatos para determinar atributos mecánicos de sistema, la mayoría de estos métodos se basan en el alimento se somete a un esfuerzo, cual es la base de estudio en esta investigación.

El modelo matemático de Arrhenius permitirá predecir el tiempo de vida útil a través de las pruebas aceleradas (esta reduce los tiempos de ensayos) teniendo como único factor acelerante, la temperatura, en esta investigación se estudian tres temperaturas de refrigeración 4, 10 y 18°C respectivamente. El modelo lineal solamente requiere la evaluación de dos parámetros, la energía de activación ( $E_a$ ) y el factor pre-exponencial ( $k_0$ ), determinando las constantes de velocidad, se podrá determinar la vida útil del alimento a cualquier temperatura deseada, siempre y cuando se tenga los límites de aceptabilidad.

La presente investigación se plantea los siguientes objetivos:

Como principal:

- ✓ Determinar el tiempo de vida útil en tajadas de mamey envasado en film de PEAD.

Como específicos:

- ✓ Estimar los indicadores de deterioro de las tajadas de mamey envasado en film de PEAD a 4, 10 y 18°C en las pruebas aceleradas.
- ✓ Establecer el orden de la cinética de reacción correspondiente al indicador crítico.
- ✓ Evaluar el efecto del cloruro de calcio sobre la textura instrumental y sensorial de las tajadas de mamey envasado en film de PEAD.
- ✓ Evaluar fisicoquímicamente, organolépticamente y microbiológicamente el producto final.

## **CAPÍTULO I**

### **I. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **1.1. Materia Prima: Mamey**

El mamey (Martínez et al, 2006) es un fruto climatérico que madura rápidamente durante los meses de marzo y abril, es de forma baciforme, de color naranja o amarillo por dentro y recubierta con una cáscara rugosa de color café, es apreciado por sus características organolépticas (Pennington y Sarukhan, 1998), pero presenta perecibilidad alta (Balerdi y Shaw, 1998), lo que limita su comercialización. Contiene un bajo contenido de ácidos. El consumo de mamey ayuda a prevenir el daño celular, proteger a los tejidos y al organismo de enfermedades degenerativas, así como prevenir enfermedades crónicas, además de retardar el proceso de envejecimiento, contribuyendo a la vitalidad del organismo, estos beneficios se deben a su contenido rico en antioxidantes que ayudan a reducir el estrés oxidativo, bloqueando el proceso de oxidación, interponiéndose entre los radicales libres y nuestras células, (Velásquez et al. 2015).

##### **1.1.1. Generalidades de mamey.**

Los frutales exóticos constituyen desde hace varias décadas una fuente inagotable de riquezas, por su aceptación en varias regiones del mundo y por los elementos nutritivos que aportan a la salud humana, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1996). Los frutos del mamey tienen propiedades funcionales debido a sus vitaminas y minerales, además del contenido de compuestos fenólicos y consecuentemente su actividad anti radical, y ocupa un lugar importante dentro de los frutos conocidos como exóticos (Alia-et al, 2005).

En el Perú, diversidad de frutas y vegetales han sido comercializados por su elevado consumo y según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAG, 2013) menciona que una de las frutas exóticas que ha incrementado su

producción en los últimos 10 años, es el mamey (*Mammea americana* L.) una especie que se caracterizan por su contenido de vitaminas, minerales ligados orgánicamente y sustancias energéticas, con gran contenido de aromas y especial sabor.

#### a) Clasificación taxonómica.

La clasificación botánica del mamey se muestra en el Cuadro 1, la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH, 1999), menciona que los nombres comunes que recibe la fruta *Mammea americana* L. son: mamey (Guatemala), mamey dominicano y mamey amarillo (Cuba), mamey de Cartagena (Panamá), zapote de niño y zapote de Santo Domingo (México), *Mammea apple* (Estados Unidos).

**Cuadro 1: Clasificación taxonómica del mamey**

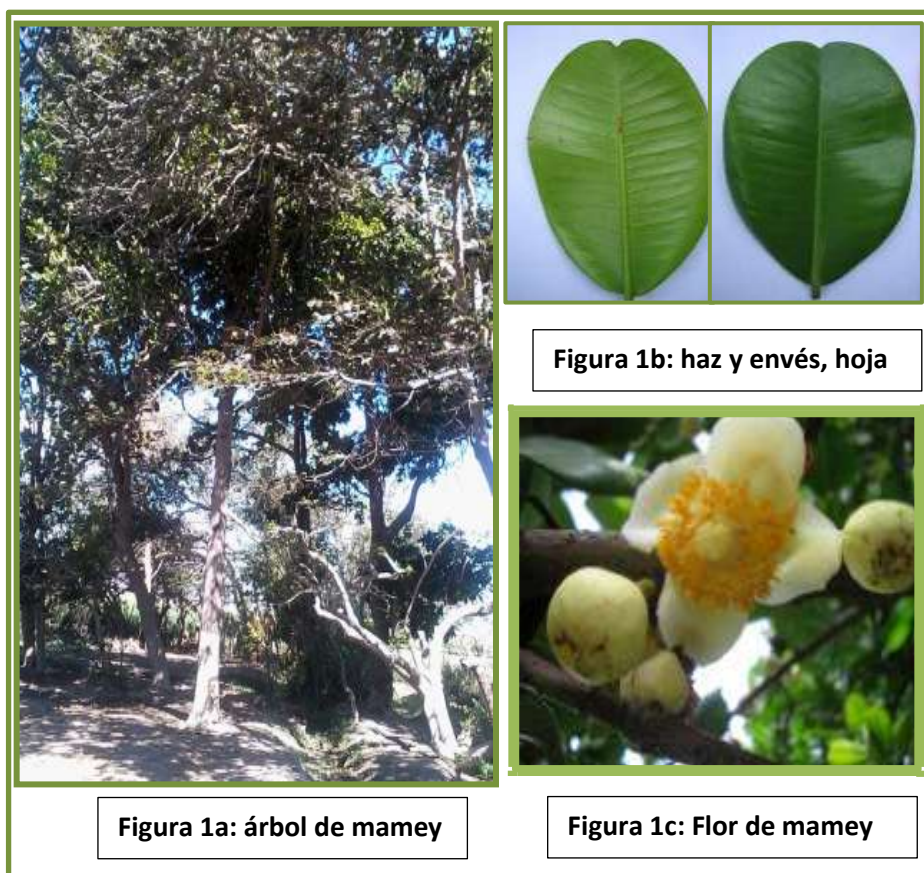
|           |                            |
|-----------|----------------------------|
| REINO:    | Vegetal                    |
| SUBREINO: | <i>Embryobionta.</i>       |
| DIVISIÓN: | <i>Angiospermae.</i>       |
| CLASE:    | <i>Magnoliopsidae.</i>     |
| SUBCLASE: | <i>Dilleniidae.</i>        |
| ORDEN:    | <i>Malpighiales.</i>       |
| FAMILIA:  | <i>Clusiaceae.</i>         |
| GÉNERO:   | <i>Mammea.</i>             |
| ESPECIE:  | <i>Mammea americana</i> L. |

Fuente: Brack, (2003)

#### b) Descripción Botánica.

Según Orduz y Rangel (2002), el mamey es uno de los más bellos especímenes de la flora tropical (Figura 1a); con altura promedio de 20m alcanzando alturas hasta de 25m, el follaje es verde oscuro con un tallo recto, cuya ramificación origina una capa amplia y densa, con tronco lineal y cuando es adulto puede alcanzar un metro de diámetro.

Además se dispone de hojas de color verde brillante oscuro (Figura 1b), de pecíolo corto, elíptico, algunas veces oblongo-ovalado, base en forma de cuña, obtusa o redondeada, opuestas de 10 a 20 cm de largo y 5 a 10 cm de ancho; sus flores son solitarias (Figura 1c) o también formando racimos en las axilas de los brotes jóvenes, son fragantes y tienen cuatro a seis pétalos blancos con pistilos amarillos, las hay femeninas y masculinas.



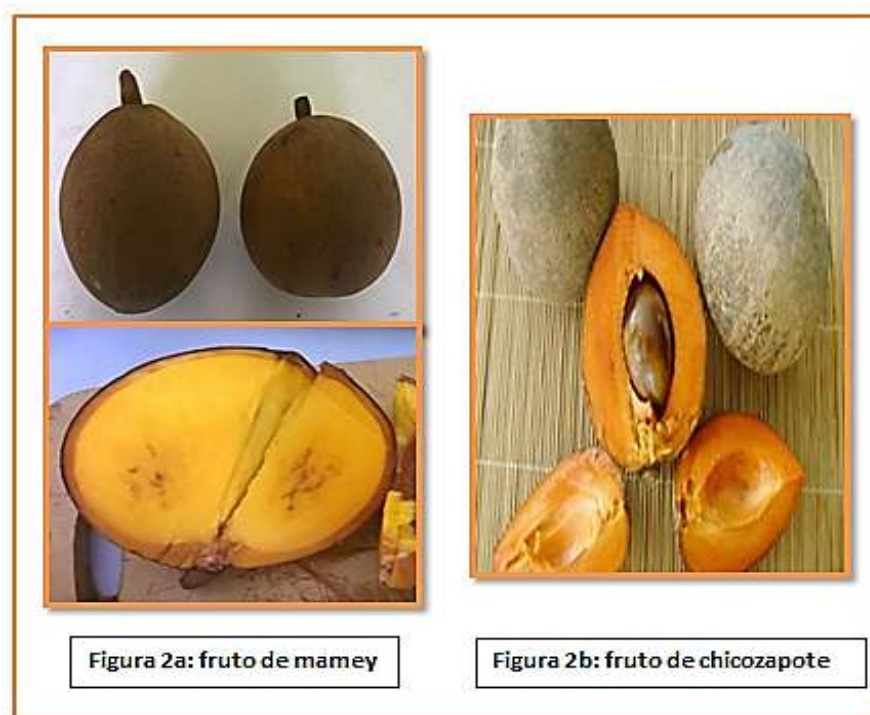
Fuente: Instituto de Investigación y Desarrollo de Sur Occidente (IIDESO ,2005)

**Figura 1:** Descripción botánica de mamey (*Mammea americana* L.)

El fruto es globoso u ovalado (Figura 2a), de 8 a 25 cm de diámetro, con un pedúnculo delgado y corto; su peso es entre 600 a 700 g, pudiendo llegar hasta 2.0 kg, por lo que es pesada y dura hasta que esté completamente madura. La cáscara de color marrón claro, áspera y gruesa. El epicarpio duro forma con la parte externa del mesocarpio, una cáscara de 3 a 4 mm de espesor, rica en fibras y

canales de resina, fácilmente desprendible. La pulpa o mesocarpio es de color amarillo hasta rojizo, de consistencia firme, azucarada, apetitosa y fragante. Las semillas de 6 a 8 cm de largo se presentan en número de uno a cuatro por fruto, dispuestas de manera radial. La relación entre el peso de la pulpa y el peso total del fruto varía entre el 53% y 64% (Robledo, 2004 y IIDESO, 2005).

El chicozapote (*Manilkara sapota* L), es un fruto tropical considerado una baya que tiene forma variable entre esférica y cónica, el mesocarpio es carnoso, rico en almidón y pigmentos colorantes, con células cargadas de aceites aromáticos. Tanto el exocarpio, como la sección interna del mesocarpio están recorridos por canales de látex. La piel es café áspera cuando está verde y lisa al madurar, la pulpa suave, carnosa y jugosa es de sabor muy dulce que desprende una fragancia suave y agradable (Mickelbart, 1996) como se aprecia en la figura 2b.



Fuente: Elaboración propia (2015)

**Figura 2:** Comparación del fruto de mamey con el chicozapote



### **c) Cosecha y post – cosecha.**

La cosecha es manual y la madurez puede estar indicada por una ligera coloración amarillenta de la piel o, si esto no es aparente, se puede rayar la superficie muy ligeramente con la uña. Si debajo es verde, los frutos no deben ser recogidos, pero sí es de color amarillo, está listo para recoger. No debe permitirse que las frutas maduras caigan, pues se estropean, por lo cual estas se deben cortar, dejando una pequeña porción de tallo adjunto a la fruta según (The International Center for Underutilized Crops, (ICUC), 2005).

Para la cosecha se recomienda que la persona suba al árbol y corte uno por uno con una navaja o machete, luego son recolectados en un costal de yute o a granel en cajas, para su distribución a los mercados, o destino de procesamiento y transformados, en pulpa fresca, conservas, etc. Si este se almacena a 13 – 18°C con 85% de humedad, pueden conservarse de 2 a 6 semanas (Gómez *et al* 2012).

### **d) Composición química y valor nutricional.**

La composición porcentual promedio del fruto es de 62% de pulpa, 20% de semilla y 18% de cáscara; Alia *et al.* (2005) señala que el color de la pulpa en el fruto de mamey se debe a la presencia de carotenoides y que durante la maduración la concentración de estos pigmentos aumenta. Se detectó la presencia de  $\beta$ - caroteno (color amarillo) y el pigmento violaxantina, el de mayor concentración de los carotenoides, además de  $\alpha$  y  $\zeta$  –carotenoides (color verde). Ahora en cuanto a fenoles se detectó flavonoles (glúcido de quercetina) y derivados de ácido cinámico y catequinas, lo cual indica alta actividad antioxidante en la pulpa de mamey Alia *et al.* (2005).

Según la FAO (2002) y la Organización Mundial de la Salud (OMS,2002) (Latham, 2002) recomiendan un consumo de 750 ug de retinol por día en adultos, se debe tener en cuenta que esta cifra se

basa en dietas mixtas de vitamina A y caroteno (este es absorbido en el organismo con solo 6 mg); el mamey debe ser una fruta infaltable en la dieta de las personas, ya que proporciona 57 ug de retinol/100 g de pulpa fresca (representa el 7.6% del retinol diario), es una fruta exótica que posee una cantidad elevada de retinol comparada con la cocona, aporta también minerales como el calcio y fósforo, como se ilustra en el Tabla 1.

**Tabla 1: Composición nutritiva del mamey y cocona en 100 g de pulpa.**

| <b>Contenido:</b>        | <b>Mamey</b> | <b>Cocona</b> |
|--------------------------|--------------|---------------|
| <b>Energía (kcal)</b>    | 45.0         | 41.0          |
| <b>Agua (g)</b>          | 88.9         | 88.5          |
| <b>Proteínas (g)</b>     | 0.5          | 0.9           |
| <b>Grasas(g)</b>         | 0.1          | 0.7           |
| <b>Carbohidratos (g)</b> | 9.7          | 9.2           |
| <b>Fibra (g)</b>         | 1.7          | 2.0           |
| <b>Calcio (mg)</b>       | 51.0         | 16.0          |
| <b>Fósforo (mg)</b>      | 46.0         | 30.0          |
| <b>Hierro (mg)</b>       | 0.4          | 1.5           |
| <b>Retinol (ug)</b>      | 57.0         | 23.0          |
| <b>Tiamina (mg)</b>      | 0.02         | 0.06          |
| <b>Riboflavina (mg)</b>  | 0.04         | 0.1           |
| <b>Niacina (mg)</b>      | 0.61         | 2.2           |
| <b>Vitamina C (mg)</b>   | 2.0          | 4.0           |

Fuente: Collazos, (2000)

Según Mendoza (2008), menciona que la pulpa del fruto está compuesta en su mayor parte de agua (72 %) y carbohidratos (16 %), entre los azúcares presentes están la glucosa, fructosa y sacarosa y poco o nada de almidón. También refiere que el mamey es notable

por su bajo contenido de ácidos y su pulpa tiene un rango de pH que va de 4.5 a 6.0. El componente de mayor influencia en la acidez es el ácido málico.

Según Hernández y Gallardo (1998) señala que la concentración de fibra dietética (fibra soluble e insoluble) en la mayoría de frutas normalmente oscila de 1 a 5 g. por 100 g. de producto fresco y con respecto al mamey, señala que éste contiene polisacáridos cuyas características fisicoquímicas permiten utilizarlos como fuente de fibra en la preparación de alimentos para regímenes especiales. Además de ser una buena fuente de fibra insoluble por su alto contenido de celulosa con 0.95 g. /100 g. de porción comestible.

#### 1.1.2. Características de la Producción Nacional.

La producción del mamey según MINAG en el año 2013, es mayor en los meses de marzo y abril en todas las regiones/subregiones del Perú (Tabla 2), Lambayeque tiene mayor producción en comparación con Cajamarca. Las condiciones agroclimáticas de esta región con zonas productoras como Motupe, Olmos, Monsefú y Pátapo, permite el desarrollo de una gran diversidad de cultivos, los mismos que pueden tener opción agroexportable.

**Tabla 2: Producción mensual de mamey en toneladas, según región o subregión.**

| Región/Subregión   | Total | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Nacional</b>    | 1606  | 105 | 223 | 504 | 500 | 105 | 44  | 30  | 28  | 25  | -   | 19  | 24  |
| <b>Piura</b>       | 384   | -   | 74  | 80  | 53  | 42  | 32  | 16  | 24  | 21  | -   | 19  | 24  |
| <b>Lambayeque</b>  | 731   | -   | 15  | 310 | 370 | 36  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| <b>La Libertad</b> | 433   | 105 | 134 | 106 | 59  | 22  | 6   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| <b>Cajamarca</b>   | 59    | -   | -   | 9   | 17  | 5   | 6   | 15  | 4   | 4   | -   | -   | -   |

Fuente: MINAG (2013)

Señala dicho Ministerio las hectáreas sembradas guardan la proporción respecto a la producción, siendo Lambayeque la que mayor siembra y produce (Tabla 3). Se observa el caso de La Libertad que teniendo menores hectáreas sembradas sin embargo tienen un rendimiento mayor, un factor puede ser el uso de técnicas de poda, entre otros cuidados de cosecha, para mejorar la producción.

**Tabla 3: Producción, superficie cosechada, rendimiento y precio en chacra de mamey según región o subregión.**

| Región/subregión | Producción (t) | Superficie (ha) | Rendimiento (kg/ha) | Precio en chacra (S././kg) |
|------------------|----------------|-----------------|---------------------|----------------------------|
| Nacional         | 1606           | 261             | 6154                | 0.98                       |
| Piura            | 384            | 95              | 4046                | 1.02                       |
| Lambayeque       | 731            | 120             | 6092                | 0.96                       |
| La Libertad      | 433            | 37              | 11674               | 0.90                       |
| Cajamarca        | 59             | 9               | 6500                | 1.48                       |

Fuente: MINAG (2013)

La producción del mamey en los últimos 10 años ha sido considerable (Tabla 4), el año 2013 la producción nacional fue de 1606.4 toneladas, debido al comercio actual de dicho fruto destinado a mercados, agroindustrias para su procesamiento, etc. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2012) y (MINAG ,2013).

**Tabla 4: Producción Nacional de mamey.**

| Año  | Producción de mamey (t) |
|------|-------------------------|
| 2004 | 1715.4                  |
| 2005 | 1553.0                  |
| 2006 | 1601.0                  |
| 2007 | 1698.3                  |
| 2008 | 1669.1                  |
| 2009 | 1560.1                  |
| 2010 | 1606.1                  |
| 2011 | 1359.7                  |
| 2012 | 1407,4                  |
| 2013 | 1606,4                  |

Fuente: INEI, (2013)

### **1.1.3. Características de la Producción Mundial.**

En centro América, los lugares donde se encuentran productores de mamey son: México que es uno de los principales productores de mamey a nivel mundial, Guatemala, Puerto Rico, Costa Rica, Cuba, República Dominicana y Florida (EEUU), entre otros, siendo México el país que más investigaciones ha realizado para mejorar el cultivo ahora cuenta con más de 2342.75 ha sembradas y Guatemala se encuentran sembrados un total de 793,970 ha de mamey según fuente SAGARPA (2011).

Los principales destinos de exportación de Guatemala durante el 2002 - 2006 han sido El Salvador con casi 60%, Honduras con 20.2%, Estados Unidos con 19.6%, Nicaragua 0.3% y el resto del mundo como Holanda, Canadá, España, entre otros, con menos del 0.1% en total.

### **1.2. Tecnologías de Procesamiento en frutas mínimamente procesadas.**

El sector de frutas mínimamente procesadas es un segmento de la agroindustria que tiene el propósito de mantener los alimentos perecibles frescos, inocuos, saludables y pronti para su consumo, estos poseen gran aceptación por los consumidores, además de presentar una serie de beneficios al consumidor como rapidez, practicidad, reducción de espacio, eliminación de residuos que frecuentemente alcanzan 30 a 50% de las frutas y hortalizas no procesados (Martins *et al*, 2011).

El objetivo fundamental de la conservación es proporcionar seguridad, mantener la calidad así como prolongar la vida útil y prevenir la alteración de los productos (Oquendo, 2007). Entre los métodos de conservación en frutas mínimamente procesadas (FMP) están: la conservación por calor, conservación química, con atmósferas modificadas, por frío, irradiación y reducción de la actividad de agua, entre otros.

En los tratamientos químicos de conservación se utilizan los aditivos que se emplea en la conservación de las frutas mínimamente procesadas, entre ellos están las sales de calcio que forman parte del gran conjunto de

agentes mejoradores y/o conservantes de las características nutricionales y de calidad. Cabe resaltar su gran importancia tanto en el ámbito sensorial (como agente mejorador de textura y antipardeante) como en el nutricional (Main, 1985). Los Criterios microbiológicos establecidos por la DIGESA para frutas mínimamente procesados se aplica el cuadro 2.

**Cuadro 2: Criterios microbiológicos empleados para frutas mínimamente procesados.**

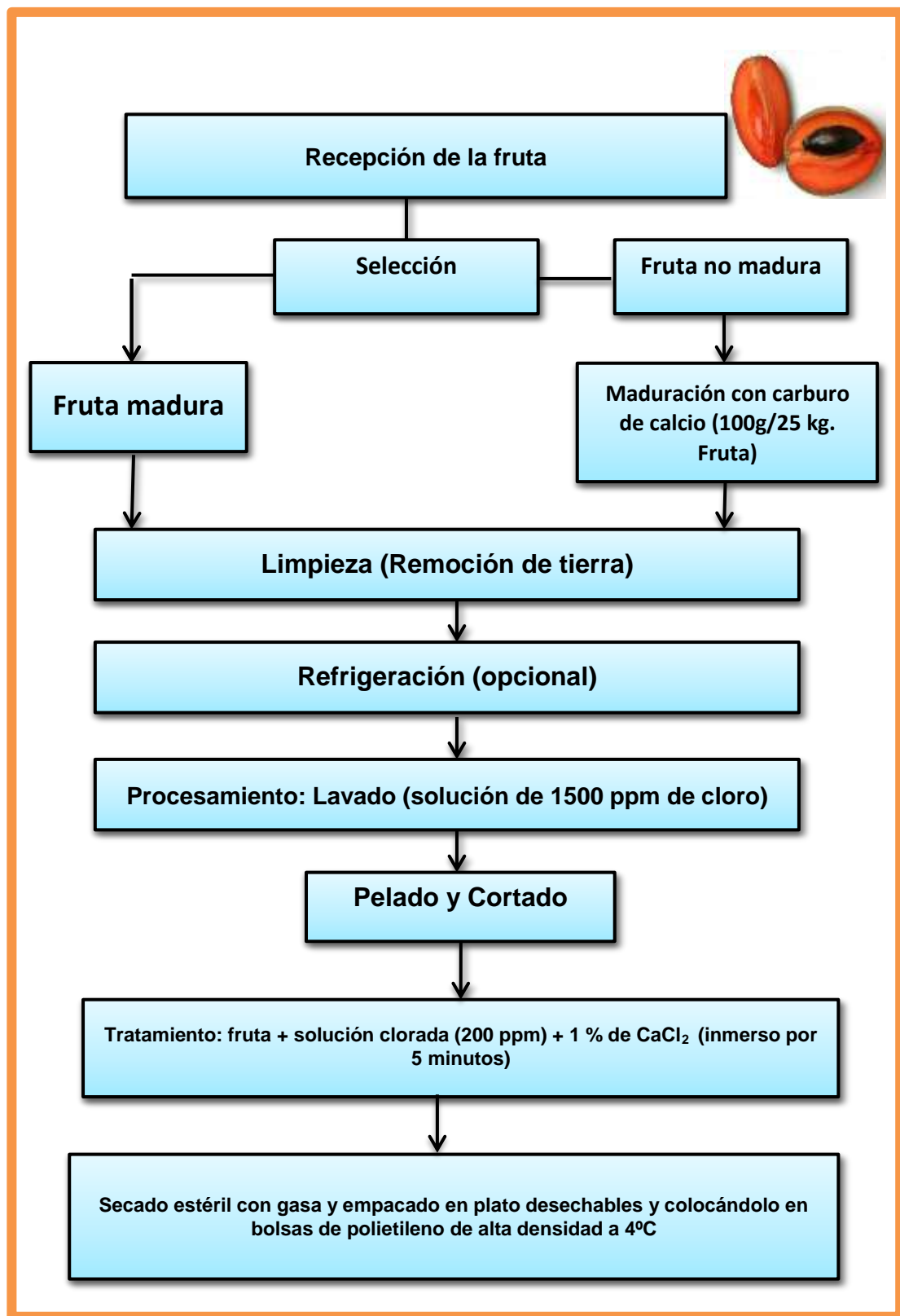
| Agente microbiano   | Limite por g      | Determinación            |
|---------------------|-------------------|--------------------------|
| Aerobios mesófilos. | $10^4 - 10^6$ ufc | Recuento en placa (ufc). |
| Escherichia coli.   | $10 - 10^2$ ufc   | Recuento en placa (ufc). |
| Salmonella sp.      | Ausencia/ 25g     | Recuento en placa (ufc). |

Fuente: MINSA (2008)

#### 1.2.1. Proceso de elaboración de frutas mínimamente procesadas.

Las frutas envasadas en fresco deben someterse a una serie de operaciones desde su recolección en el campo hasta que llegan a manos del consumidor, como se puede apreciar para el caso del chicozapote en la figura 3, Cuyas operaciones básicas se describen a continuación:

- **Recolección:** puede ser manual o mecanizada, empleando el sistema que menor daño cause al producto, puesto que la rotura de la parte superficial del tejido vegetativo facilita la entrada de microorganismo y cuerpos extraños en el alimento. Normalmente, la recolección se realiza antes de alcanzar la plena madurez organoléptica, ya que de ese modo la textura del fruto es más firme y se producen menos daños mecánicos para evitar la contaminación del producto y posteriores podredumbres (González *et al*, 2003).



Fuente: Vargas. *et al.*, (2008)

**Figura 3:** Procesado mínimo de Chicozapote

- **Almacenamiento en planta:** según dicho autor ni bien lleguen los productos a la industria de procesamiento se pre-enfrían utilizando agua, aire forzado o vacío, para reducir la temperatura hasta unos 5 °C en pocos minutos. Con ello, se consigue retrasar los procesos metabólicos e impedir el desarrollo y multiplicación de microorganismos patógenos.
- **Limpieza:** después de eliminar de forma manual la parte del fruto que no sea comestible (hojas, pedúnculo, etc.), se realiza una limpieza para eliminar materiales extraños adheridos a la piel, como restos de tierra, mohos, bacterias, etc. Para ello se emplea agua potable fría (3 a 4°C) y se adiciona algún desinfectante como hipoclorito sódico en una concentración de 100 a 150 ppm (Artés y Artés-Hernández, 2000a).
- **Pelado y cortado:** la fruta se pela manualmente eliminando pepas o huesos y se trocea, produciendo los mínimos daños posibles al fruto, ya que la pérdida de fluidos celulares favorece al ataque de microorganismos. Además estimula la respiración e induce la producción de etileno, acelerando la senescencia en el producto. Luego los frutos frescos se cortan en rodajas, tiras, cubos, etc., con máquinas automáticas de gran velocidad, para que el corte sea rápido, cuidadoso y de un solo golpe (Artés,y Artes-Hernández 2000).
- **Sanitización y lavado:** después del corte se introduce la fruta en tanques de inmersión con solución clorada de 3 a 5 ppm de cloro (Martins *et al*, 2011) o solución de agua adicionando algún conservante o aditivo natural como ácido ascórbico, cloruro de calcio, reduciendo las oxidaciones enzimáticas y el crecimiento microbiano durante el almacenamiento, (Bolin y Huxoll, 1991).
- **Drenado o escurrido:** Se utilizan escurridores o bandejas con aberturas para garantizar un producto drenado. Esta etapa tiene por objetivo eliminar el exceso de agua en la superficie de los tejidos cortados, evitando la proliferación de microorganismos. Luego se



realiza el envasado del producto, que puede ser en film o polímeros, entre otros. El éxito del procesamiento mínimo de frutas envuelve cuidados con factores esenciales tales como calidad de materia prima y las condiciones de procesamiento. Por lo que se focaliza el cumplimiento de tres reglas básicas: frío, tiempo e higiene (Martins *et al.*, 2011).

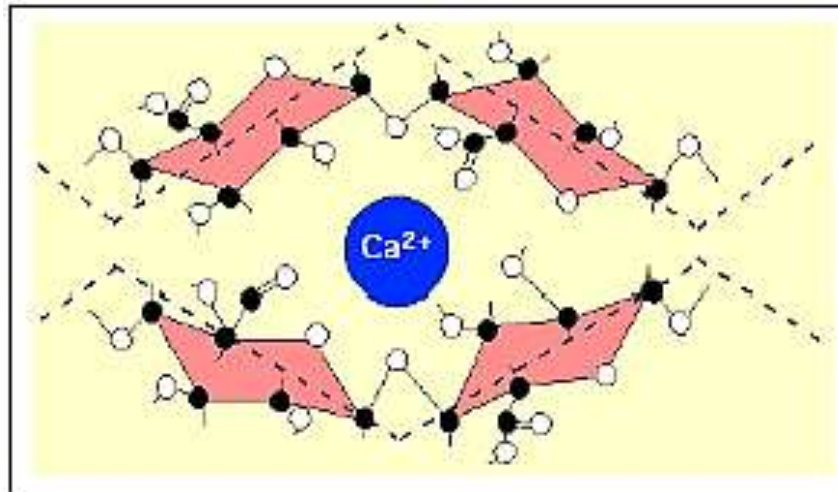
#### **1.2.2. Función del calcio en el procesamiento de frutas mínimamente procesadas.**

El incremento en la firmeza de la fruta se debe al efecto del calcio, pues la pared celular del fruto que está formada por cadenas de pectinas, va a permitir la inserción de cationes y preferiblemente los de calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), sin embargo, existen solo un determinado número de sitios disponibles en la poligalacturosa para esta incorporación (Demarty *et al.*, 2000, citados por Saborío *et al.*, 2000).

En las células vegetales, el  $\text{Ca}^{+2}$  se encuentra principalmente asociado a estructuras en la pared celular o almacenado en el sistema de endomembranas. El calcio juega un papel primordial en la estabilización de la pared celular vegetal ya que en la lámina media, el  $\text{Ca}^{+2}$  se encuentra unido a los grupos  $\text{R}-\text{COO}-$  de los ácidos poligalacturónicos presentes en las pectinas, permitiendo la unión de varias cadenas, formando la conocida estructura denominada "caja de huevos", Figura 4 (Nieto, 2003).

Según el modelo de "la caja de huevos", la asociación entre las pectinas de bajo grado de metilación y los iones de calcio provocan la formación de estructuras poliméricas con alta reticulación. Como consecuencia, los productos vegetales que contienen pectinas con un grado bajo de metilación, después de los tratamientos con calcio, muestran consistencias más altas o, si es un fluido, una viscosidad aparente más alta (Pérez, 2003), además el  $\text{Ca}^{+2}$  estabiliza las membranas biológicas

estableciendo puentes entre los grupos fosfato y carboxilo de los fosfolípidos y las proteínas de membrana.



Fuente: Nieto, (2003).

**Figura 4:** Estructura de la "caja de huevos"

### 1.2.3. Almacenamiento de Frutas.

#### a. Almacenamiento refrigerado.

La refrigeración es la tecnología comercial más utilizada en la actualidad para preservar la calidad y prolongar la vida útil de las frutas después de la cosecha (Sauri *et al*; 2007), pues reduce la velocidad de respiración, la senescencia, otros cambios que deterioran la calidad y el crecimiento microbiano.

El intervalo de temperatura que normalmente se utiliza para la conservación de frutas es de 2°C a 10°C desde dos semanas hasta varios meses. Para alargar la vida postcosecha de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*), Martínez *et al.* (2006), determinaron que la temperatura adecuada de almacenamiento era de 10 a 15 °C. La vida útil del fruto, depende de la duración y condiciones de operación del almacenamiento. Cuanto más se prolongue el período de almacenamiento, mayores serán las posibilidades de incidencia de problemas asociados al deterioro y senescencia de los productos frescos (FAO, 2000).

- **Temperatura:** es el factor individual más importante en cuanto a condiciones de almacenamiento, por ello, su manejo adecuado debe tener la más alta prioridad. Con temperaturas de enfriamiento, la intensidad de la respiración se reduce significativamente y así como el crecimiento de los microorganismos productores de podredumbre y los peligros para las frutas mínimamente procesadas se reducen (Arnaldos, 2008). El registro cuidadoso de la temperatura durante el almacenamiento y distribución es crítico, se debe formar parte de un programa de garantía de calidad. Debe observarse que ciertas frutas de origen tropical son susceptibles a daños por frío como consecuencia de la exposición a temperaturas por debajo de 5 a 15°C. Para productos que no son susceptibles al daño por frío, la temperatura óptima de almacenamiento es la más baja sin que se alcance el punto de congelación (Higuera y Yahia, 1992).
- **Humedad relativa:** Normalmente una pérdida de humedad del 3-6% es suficiente para provocar un marcado deterioro de la calidad de muchos productos. En consecuencia, es importante reducir esas pérdidas de humedad mediante la disminución de la temperatura, incremento de la Humedad relativa (HR) y reducción de movimiento del aire. Sin embargo es un problema que la humedad relativa en el interior del paquete sea demasiado alta, de este modo se produce la condensación de la humedad y las condiciones favorables para el crecimiento microbiano, provocando la podredumbre del producto (Arnaldos, 2008). Como el agua que pierden las frutas cosechadas es irrecuperable y afecta la calidad, por esta razón para una buena conservación, se recomiendan humedades relativas del 85 al 95% (FAO, 2000).

Sería muy complicado satisfacer plenamente los valores ideales de humedad relativa que requieren todas las frutas de manera que, se debe saber adaptar esta variable para grupos de productos,

estableciendo criterios de sensibilidad a la humedad relativa. Si bien la temperatura del medio determina los valores existentes de humedad relativa y transpiración del producto, así que debemos considerar estas variables en conjunto y no en forma separada, ver Cuadro 3 (USDA, 1995).

**Cuadro 3: Valores de humedad relativa y temperatura para el manejo de algunos frutos.**

| GRUPO 1   | GRUPO 2  | GRUPO 3   | GRUPO 4        |
|---|--|---|----------------|
| 0 – 2 °C  | 7 – 10 °C  | 13 °C   | Ambiente       |
| 90 – 98% HR   | 90 – 98% HR  | 85 -95% HR  |                |
| Manzana, higo, kiwi, pera, durazno, fresas, uvas, cereza, nabo, brócoli | Melón, guayaba, pepino, pimientos, berenjena, limón, toronja | Aguacate, plátano, chirimoya, papaya, tomate, mango, piña | Cebolla y papa |

Fuente: Kader, (2004)

#### **b. Daño por frío.**

La aplicación del frío para conservar la calidad e incrementar la vida útil de muchas frutas es limitada, debido a que pueden provocar la aparición de diferentes desórdenes fisiológicos en virtud de su sensibilidad a las bajas temperaturas, dando lugar a los llamados daños por frío (Saurí y et al. 2007). La temperatura crítica a la que aparecen los daños por frío, varía de un fruto a otro o de una especie a otra, y puede ser de -0.5 a 4 °C para los poco sensibles, de 4 a 7 °C para algunas especies de clima templado, y desde 8 hasta 15 e incluso 20 °C para los tropicales o subtropicales más sensibles (Artés y Artés- Hernández, 2003).

El mismo autor señala que los síntomas causados por baja temperatura en frutos (daño frío) son: maduración incompleta, insuficiente sabor y

aroma, depresiones de la piel o picado, falta de desarrollo de color, sabores extraños, pardeamiento interno o superficial, susceptibilidad o podredumbres, textura gomosa y manchas pardas.

#### **1.2.4. Envasado para frutas mínimamente procesadas.**

El empaque también es un método de conservación y de hecho, si es deficiente, puede deshacer todo lo que se ha intentado lograr por medio de las prácticas más meticulosas de fabricación. Pero el empaque desempeña muchas funciones además de la conservación, y poco de los campos de acción esenciales a la distribución y venta de las frutas mínimamente procesadas (Potter y Hotchkiss, 2007).

Un envase debe contener y proteger al producto envasado desde el momento y lugar de fabricación hasta el momento de su consumo (IFT, 1991). Además, debe prevenir o retardar la pérdida de calidad del alimento protegiéndolo de la contaminación ambiental y facilitando su transporte, manipulación, almacenamiento y comercialización.

##### **1.2.4.1 Film o polímeros.**

Desde hace años, se están utilizando envases de película polimérica o film sin perforar y herméticos con objeto de minimizar las pérdidas de humedad y reducir la velocidad de respiración de las frutas mínimamente procesadas (Robert y Wiley, 1997). Este tipo de envase puede interferir en la respiración del vegetal, la transferencia de calor y el intercambio gaseoso y de vapor de agua. Pues estos film poliméricos, al contrario de lo que se puede imaginar a primera vista, no son impermeables y herméticos totalmente. Ellos son formados por polímeros, o sea, una “malla” o “red” formada por una repetición de estructuras químicas denominadas monómeros unidas entre sí (Martins *et al*, 2011).

Entre los films, el polietileno se encuentra entre los polímeros más utilizados hoy en día, tanto para envasado de frutas y hortalizas frescas enteras como procesadas en fresco y esta se clasifica por su densidad e impermeabilidad creciente al vapor de agua en alta, media y baja. Hay

varios tipos de moléculas que pueden ser utilizadas en la fabricación de estos polímeros, lo que determina el tipo de film termoplástico, con características distintas respecto al polímero de polietileno más usado en el envasado de FMP (Cuadro 4 y 5) según Moretti, 2007.

**Cuadro 4: Comparación de propiedades de film termoplásticos de uso, para productos mínimamente procesados.**

| TIPO DE FILM O POLIMEROS DE POLIETILENO. | Humedad índice de transmisión<br>(g/100 pulg. cuadradas/24 h/1mil). | Resistencia a la ruptura<br>(lb/ pulg. cuadrada/ 1 mil). |
|--|---|--|
| PEBD - Polietileno de baja densidad.     | 1.4   | 1700   |
| PEDM - Polietileno de media densidad.    | 0.6   | 2500   |
| PEAD – Polietileno de alta densidad.     | 0.3   | 4000   |

Fuente: Cervera, (2003)

**Cuadro 5: Características de permeabilidad de film termoplásticos con potencial uso para productos mínimamente procesados.**

| Tipo de film | Tasa de transmisión           |                                |  |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------|--|
|              | O <sub>2</sub> <sup>(A)</sup> | CO <sub>2</sub> <sup>(A)</sup> | Vapor de H <sub>2</sub> O <sup>(B)</sup> |
| PEBD         | 3900- 1300                    | 7700- 77000                    | 6 – 23                                   |
| PEDM         | 2600- 8300                    | 7700- 38700                    | 8 – 15                                   |
| PEAD         | 520 - 4000                    | 3900- 10000                    | 4 - 10                                   |

Dónde:

(A) - Las tasas de transmisión de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> están expresadas en centímetros cúbicos de gas por metro cuadrado de film por día, a la presión de 1 atmosfera, considerándose un film con espesor de 0.0254 mm a temperatura de 22°C y 25°C y (B) - la transmisión de vapor de agua expresada en gramos por metro cuadrado por día a 37,8°C e 90% de humedad relativa del aire

Fuente: Wiley (1994)

La interferencia térmica del envase puede contornarse si previo al envasado la materia prima se encuentra a 5°C o próximo a este, esta práctica evita el calentamiento del producto envasado, previniendo entre otros, la formación de vapor de agua, que puede empañar la superficie interna del polímero con posterior formación de agua de condensación, favoreciendo al desarrollo de microorganismo y afectando la calidad sensorial del producto (Martins *et al*, 2011).

### **1.3. Vida útil.**

La vida útil de un alimento representa aquel período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad , es importante conocer los factores que influyen en la vida útil, los cambios de calidad durante su vida en anaquel (fisicoquímicos, sensoriales, microbiológicos y nutricionales) su metodología y modelamiento para estimar el tiempo de vida útil como son: Pruebas de vida útil aceleradas , efecto de la temperatura y modelos de Arrhenius.

#### **1.3.1. Definición:**

Labuza (1999), indica que la vida útil de un alimento es el periodo que retendrá un nivel aceptable de su calidad alimenticia desde el punto de vista de la seguridad y del aspecto organoléptico, dependiendo de cuatro factores principales; conocer la formulación, el procesado, el empaçado y las condiciones de almacenamiento. Mientras: International Food Standard (IFST, 1993) lo define como el periodo de validez donde el producto alimenticio podrá seguir siendo seguro y retener las características sensoriales, química, física y microbiológica, además de tener la característica de cumplir con cualquier declaración en la etiqueta de información nutricional, cuando se almacena bajo las condiciones recomendadas.

### 1.3.2. Factores que influyen en la vida útil.

Wilbey (1997), señala que la estabilidad de los productos alimenticios depende tanto de factores intrínsecos y extrínsecos (Cuadro 6), factores que pueden interactuar aditiva o antagónicamente y algunas veces sinérgicamente. Los factores intrínsecos son las propiedades del producto final que están influenciadas por dos variables tales como: el tipo de materia prima y su calidad; la formulación del producto y la estructura; mientras los factores extrínsecos son aquellos factores donde el producto final se encuentra relacionado con el medio exterior.

**Cuadro 6: Factores que influyen en la vida útil.**

| FACTORES INTRINSECOS   | FACTORES EXTRINSECOS   |
|--|--|
| Actividad de agua (aw).                                      | Perfil de tiempo – temperatura durante el proceso. Presión.                      |
| Valor de pH y acidez total.                                  |  |
| Potencial redox (Eh).  | Control de temperatura, almacenamiento y distribución.                           |
| Oxígeno disponible.  | Humedad relativa (HR).   |
| Los nutrientes.  | Exposición a la luz (UV e IR) en proceso, almacenamiento y distribución.         |
| Microflora natural y sobrevivencia de microorganismos.       | Recuentos microbianos durante proceso, almacenamiento y distribución.            |
| Bioquímica natural de la formulación del producto.           | Composición de la atmósfera dentro de un envase.                                 |
| El uso de conservantes en la formulación del producto (sal). | Tratamiento térmico posterior (calentar antes de consumo).<br>Manejo consumidor. |

Fuente: (IFST, 1993)



### **1.3.3. Cambios en la calidad de frutas y vegetales durante su vida en anaquel.**

El deterioro de los alimentos, en general, y de los frutos y vegetales frescos cortados (FVFC) en particular involucra cambios fisicoquímicos, sensoriales, microbiológicos y nutricionales (Salinas *et al*, 2007).

**a) Cambios fisicoquímicos.-** Consisten principalmente en deterioro de la textura, variación en el contenido de sólidos solubles y ácidos, así como oscurecimiento enzimático. En las frutas y hortalizas el oscurecimiento se debe a la acción de la enzima polifenoloxidasa (PPO), lo mismo ocurre en los frutos cortados tal y como lo confirman estudios de Soliva - Fortuny *et al.* (2002) y de Rocha & Morais (2003). La firmeza o textura de los productos vegetales está determinado por la turgencia del tejido relacionada asociada al contenido de agua así como a la actividad de distintas enzimas que inducen cambios en los componentes de la pared celular, ambos aspectos son afectados en el fruto cortado, lo que se manifiesta como ablandamiento del tejido vegetal (Varoquaux & Wiley, 1994; Mercado-Silva y Aquino-Bolaños ,2005).

En cuanto al contenido de sólidos solubles y ácidos en los FVFC, éste se determina durante el desarrollo en la planta. Sin embargo, el incremento en azúcares simples y la disminución de ácidos orgánicos en el tejido vegetal involucra reacciones enzimáticas favorecidas por el daño físico, estos cambios afectan la relación dulce/ácido que determina el sabor del producto y su aceptación por parte de los consumidores, los cambios en estas características se presentan en los primeros días de almacenamiento y la magnitud del cambio depende del producto (Beaulieu & Baldwin, 2001).

**b) Cambios sensoriales.-** Las características sensoriales determinan la decisión de compra de FVFC por el consumidor. El color y su uniformidad son dos de las principales características que determinan la calidad de un fruto u hortaliza y se utiliza frecuentemente como un

índice de frescura, palatabilidad y valor nutritivo del producto ya que se relaciona con la intensidad del sabor y la dulzura, siendo el más importante en la aceptabilidad del producto (Mercado-Silva & Aquino-Bolaños, 2005).

Gorny (1998), indicó que la determinación de los atributos sensoriales individuales de un producto es importante, dado que la combinación de éstos determina su calidad sensorial general. Sapers et al. (1997) registraron que una buena apariencia no implica la ausencia de sabores u olores desagradables, esto se ha observado en el caso de duraznos y nectarinas que mantienen la calidad visual pero un sabor muy pobre cuando se procesan inmaduros, al igual que en el caso de melón. Al respecto (Mercado-Silva & Aquino-Bolaños 2005) mencionaron que los cambios en el aroma y sabor de frutas y hortalizas constituyen el tercer motivo en importancia en la aceptación por parte del consumidor luego del color y la textura.

- c) Cambios nutricionales.-** La pérdida nutricional del producto es importante para determinar la vida útil de FVFC, debido al concepto de ser frescos y saludables, que se tiene de estos productos. La pérdida de nutrientes, principalmente ácidos orgánicos, vitamina C y carotenos, es consecuencia del procesado y se debe a que la estabilidad de estos componentes es afectada por un gran número de factores, entre los que sobresalen la temperatura, la luz y el oxígeno (Wiley ,1994; Friedman, 1996). Si bien en algunas frutas tropicales se pierde cerca del 50% de la vitamina C, debido a que los procesos de pelado y cortado favorecen la oxidación originando también pérdidas de sabor y aroma (Whitaker & Lee, 1995).
- d) Cambios microbiológicos.-** La calidad microbiológica en los FVFC es un aspecto particularmente crítico debido a que la exposición de la superficie de corte, favorece la contaminación con bacterias, hongos y levaduras (Brackett ,1994). Los microorganismos predominantes en

FVFC difieren de acuerdo con el tipo de producto, de esta manera, para asegurar su calidad y seguridad microbiológica, es necesario llevar a cabo estudios sistemáticos de los cambios microbiológicos durante el almacenamiento.

Al respecto, Merchetti *et al.* (1992) y Howard & Hernández (1996) propusieron que es necesario un monitoreo específico de los cambios para asegurar la inocuidad y calidad microbiológica de los FVFC debido a que no existen evidencias suficientes de correlación entre los síntomas de pudrición y los parámetros de pH, ácido láctico, ácido acético, niveles de CO<sub>2</sub>, calidad sensorial y carga microbiana total. Asimismo, es necesario determinar el efecto que diferentes factores pueden presentar sobre el desarrollo de microorganismos en este tipo de productos.

#### **1.4. Cinética química del deterioro de los alimentos.**

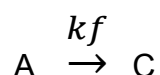
La cinética es una ciencia que implica el estudio de los mecanismos de reacción y las velocidades de reacción (Labuza, 1984). Según Casp y Abril (1999), la cinética de deterioro de los alimentos se puede expresar matemáticamente por medio de ecuaciones de relación. Aplicando los principios fundamentales de la cinética química, los cambios en la calidad de los alimentos pueden, en general expresarse como una función de la composición de los mismos y de los factores ambientales:

$$\frac{dQ}{dt} = F(C_i, E_j)$$

Dónde:  $C_i$  son factores de composición, tales como composición de algunos compuestos de reacción, enzimas, pH, actividad de agua, así como población microbiana y  $E_j$ , son factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, presión total y parcial de diferentes gases, luz, etc.

Según Labuza (1984) la cinética química trata de medir las velocidades de las reacciones y encontrar ecuaciones que relacionan la velocidad de

una reacción con las variables experimentales. Por los años el enfoque ha sido elaborar modelos simples, en función al grado de satisfacción utilizando para detectar los diversos reactantes y productos finales. Por ejemplo, supongamos que tenemos la reacción:



Dónde: A es un reactante; C, es el producto, y kf es la constante de velocidad hacia adelante.

La degradación de los alimentos y la pérdida de calidad de los mismos, en la práctica, podría verse afectada por la pérdida de los factores de calidad deseables [A](por ejemplo: nutrientes, sabores característicos, etc.) o por la formación de factores indeseables [B] (por ejemplo : sabores desagradables, decoloración ,etc. (Labuza,1984). La velocidad de pérdida de A y formación de B se expresan en las siguientes ecuaciones:

$$\frac{-d[A]}{dt} = k [A]^n \dots (1)$$

$$\frac{+d[B]}{dt} = k [B]^n \dots (2)$$

Dónde: k es la pseudoconstante de velocidad de reacción, n el orden de la reacción y los factores de calidad [A]y [B] pueden ser cuantificables química, física, microbiológica o sensorialmente.

#### **a. Orden de reacción.**

Según Casp y Abril (1999), es el número de moléculas que participan bajo la forma de reactivos, pero en términos simples podemos decir que el orden de reacción (cuadro 7) es el factor exponencial (n) que acompaña a la concentración en las ecuaciones 1 y 2. La mayoría de la información disponible ha sido simplificada para adaptar cinéticas de reacción de orden cero (n=0) o de primer orden (n=1) para situaciones complejas sin tratar de comprender los verdaderos mecanismos de reacción. Recientemente se ha realizado investigaciones en sistemas alimentarios

encontrando cinéticas de reacción de segundo orden (n=2), pero estas son menos comunes (Labuza, 1984).

**Cuadro 7: Reacciones importantes de pérdida de calidad en los alimentos que siguen una cinética de orden cero, primer orden y segundo orden.**

|                        |   |
|------------------------|---|
| Orden cero<br>(n=0)    | Reacciones en general de pérdida de calidad de alimentos congelados.<br>Pardeamiento no enzimático.<br>Oxidación de lípidos.                              |
| Primer Orden<br>(n=1)  | Pérdida de vitaminas<br>Crecimiento y muerte microbiana.<br>Pérdida de color por oxidación.<br>Pérdida de textura por el tratamiento térmico.             |
| Segundo Orden<br>(n=2) | Degradación de la vitamina C (depende de la concentración de sustancia y de la concentración de oxígeno en el alimento).<br>Desarrollo/muerte microbiana. |

Fuente: Casp y April (1999) citado por Monje. A (2003) y Vidaurre (2014)

### 1.- Reacción de Orden cero, (n=0).

Según casp y abril (1999) una disminución lineal del atributo implica que su variación con respecto al tiempo es constante, y que, por lo tanto, la pérdida de dicho atributo no depende de su concentración.

$$\frac{-d[A]}{dt} = K[A]^0$$

$$\int_A^{A_0} d[A] = -K \int_0^t dt$$

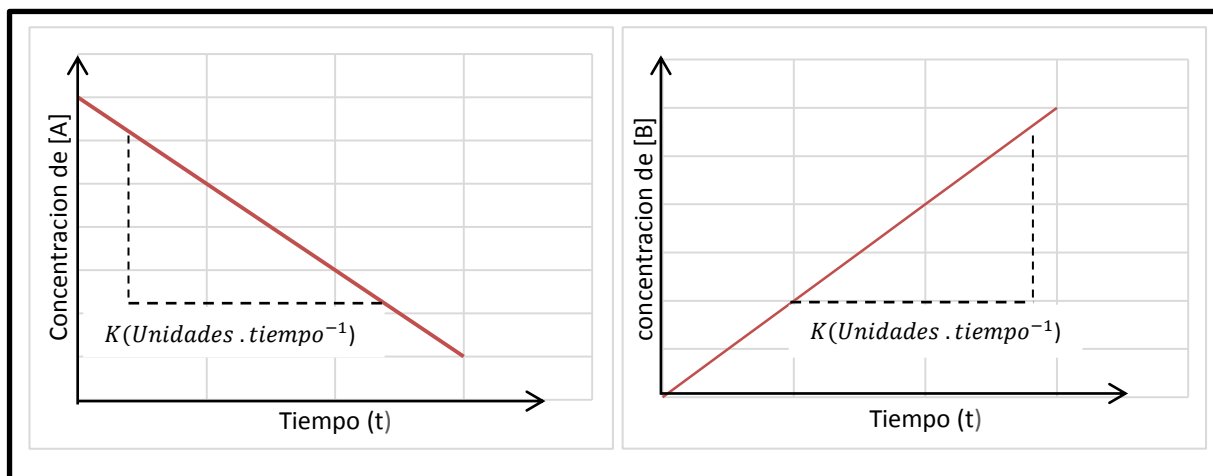
$$A - A_0 = -kt$$

$$A = A_0 - kt \dots (3)$$

Y para factores indeseables [B] siendo n=0, la ecuación queda de la siguiente manera:

$$B = B_0 + kt \dots (4)$$

Siendo  $A_0$  y  $B_0$  la concentración inicial del atributo, figura 5



Fuente: Labuza (1982)

**Figura 5:** Representación gráfica de pérdida de factores de calidad deseables [A] y la formación de factores indeseables [B], siguiendo una reacción de orden cero.

La forma estadística de determinar si los datos experimentales siguen esta linealidad es realizando un análisis de regresión lineal simple, es el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) el que determina la bondad de ajuste de los datos, siendo la unidad ( $R^2=1$ ) el ajuste perfecto, indicando que los valores están en una línea recta. (Labuza, 1982).

## **2.- Reacción de Primer Orden, (n=1).**

La mayoría de las reacciones implicadas en el procesamiento y almacenamiento de los alimentos siguen una cinética de reacción de primer orden ( $n=1$ ) (Labuza, 1984).

La velocidad de la reacción depende de la concentración de la propiedad del alimento (el atributo de calidad verla de forma exponencial en el tiempo (Labuza, 1984).

El ritmo de pérdidas de atributo de realidad depende de la cantidad que queda del mismo, y esto implica que a medida que el tiempo avanza el atributo de cantidad disminuye la velocidad de reacción es cada vez menor (casp y abril, 1999, citado por monje, 2003).

Asumiendo que  $n=1$ , para las reacciones de primer orden, la ecuación diferencial ordinaria 1 que representa la cinética de pérdida de factores de calidad deseable  $[A]$  puede ser resuelta de la siguiente manera:

$$\frac{-d[A]}{dt} = K[A]^1$$

$$\int_A^{A_0} d[A]/[A] = -K \int_0^t dt$$

$$\ln[A/A_0] = -kt$$

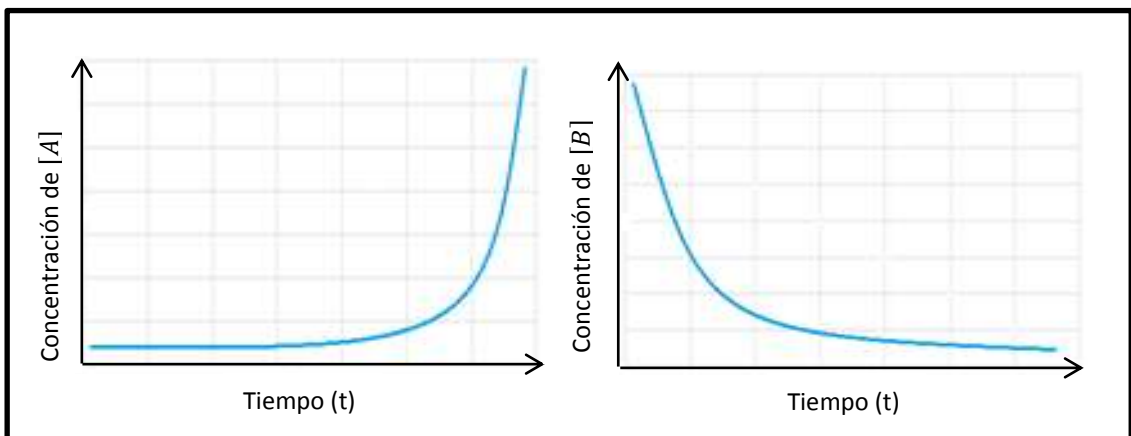
$$[A] = [A_0] e^{-kt}$$

$$\ln [A] = \ln [A_0] - kt \dots\dots (5)$$

Y para la cinética de formación de factores indeseables es la siguiente ecuación:

$$\ln [B] = \ln [B_0] - kt \dots\dots (6)$$

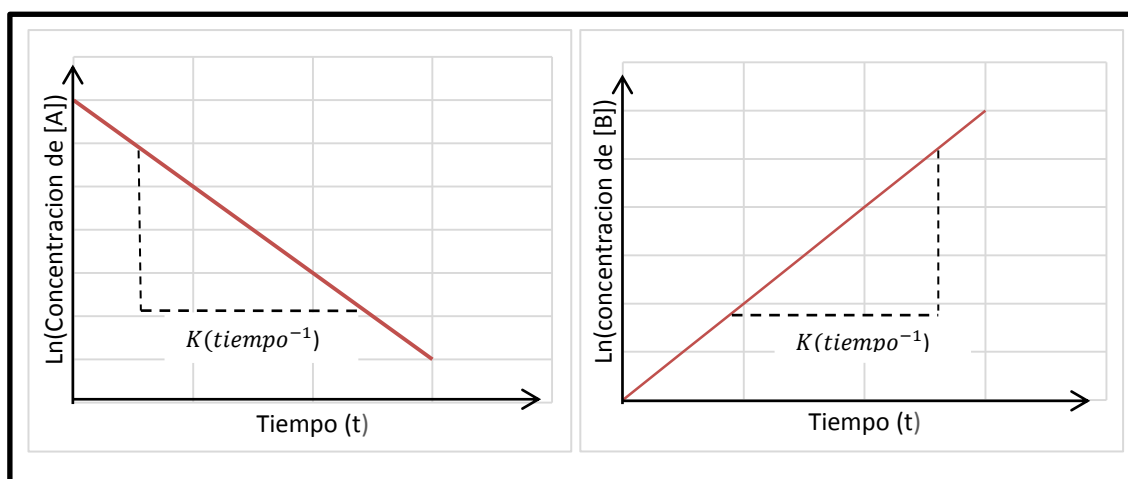
Siendo  $A_0$  y  $B_0$  la concentración inicial, en el tiempo cero, del atributo medido. (Figura 6)



Fuente: (Labuza, 1984)

**Figura 6:** Representación gráfica de pérdida de los factores de calidad deseables  $[A]$  y la formación de factores indeseables  $[B]$ , siguiendo una reacción de orden uno.

El procedimiento para determinar si una reacción sigue una cinética de primer orden, es graficando el logaritmo natural de la concentración del atributo  $\ln(A)$  o  $\ln(B)$  en función del tiempo ( $t$ ) como se muestra en la Figura 7 y mediante el análisis de regresión lineal simple, se determinará la bondad del ajuste de los datos (Labuza, 1984). Teniendo en cuenta el orden de reacción se determina las constantes de reacción  $K$  de las condiciones pésimas y condiciones medias.

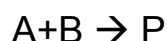


Fuente: (Labuza, 1984)

**Figura 7:** Representación gráfica de pérdida de factores de calidad deseables  $[A]$  y la formación de factores indeseables  $[B]$ , por medio del Logaritmo Natural.

### **3.-Reacción de segundo orden.**

Según Van y Martinus (2009), la velocidad de la reacción depende del cuadrado de la concentración de una propiedad o del producto de 2 de las propiedades del alimento ( $Q_A$ ,  $Q_B$ ). Estas reacciones de segundo orden se caracterizan por tener una relación hiperbólica entre la concentración del reactante o producto con el tiempo. Si se grafica la inversa de la concentración ( $1/[A]$ ) versus el tiempo ( $t$ ), se obtendrá una representación lineal. La ecuación para este caso es la siguiente:





$$\frac{-d[A]}{dt} = K[A]^1$$

$$\frac{-d[A]}{dt} = -K[B]dt$$

$$\int_A^{A_0} \frac{d[A]}{[A]} = -K \int_0^t dt$$

$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A_0]} - Kt \dots \dots (7)$$

#### **b. Velocidad de reacción.**

Proporciona una medición de la reactividad y estabilidad de un sistema dado.

- Factores que pueden influir en la velocidad de reacción.
- Concentración de los reactivos, productos y catalizadores.
- Factores ambientales.
- Longitud de onda e intensidad de luz.
- Propiedades fisicoquímicas.

La determinación implica el estudio del tiempo de vida de los alimentos en óptimas condiciones, durante su permanencia en el anaquel de los almacenes minoristas o en almacenamiento. El planteamiento del estudio depende del tipo de alimento. Labuza (1999), menciona metodologías aplicables para estimar la vida útil de alimentos; por datos de literatura, retorno de distribución, pruebas de distribución en condiciones extremas, vida en anaquel y pruebas de vida útil acelerada. En este caso nos enfocaremos de acuerdo al estudio del alimento en la última metodología.

#### **♦ Pruebas de vida útil aceleradas – ASLT.**

La industria alimentaria tiene una necesidad de obtener, en un tiempo relativamente corto, la información necesaria para la determinación de la vida útil de sus productos. El implementar los métodos acelerados con siglas en ingles ASLT (Accelerated shelf - life test) es simple: acortar el

tiempo de los ensayos y por ende los resultados para predecir el tiempo de vida en anaquel de un alimento. Esta prueba es aplicable a cualquier proceso de deterioro que puedan ser expresados cuantitativamente mediante un modelo válido. Este modelo puede describir los cambios que se presentan durante el tiempo de vida en anaquel o describir las fallas del producto bajo condiciones de almacenamiento e historial de manipulación dado (Labuza, 1999).

Dicho autor señala que el objetivo principal de las pruebas ASLT es obtener datos fiables que describan el deterioro de los alimentos en un corto periodo de tiempo para que con la selección del modelo adecuado poder predecir el tiempo de vida útil de un alimento. El modelo debe contener dos grupos de factores: el primero comprende los factores que cambian durante su almacenamiento ( $SF_i$ ) y el segundo, los factores que se utilizan para acelerar la velocidad de reacción ( $AF_i$ ). De tal manera el modelo cinético para ASLT se muestra en la Ecuación (8).

Ecuación (8):

$$\frac{dQ}{dt} = k(SF_i, AF_i) \dots (8)$$

El modelo cinético para la prueba ASLT es diferente que el modelo utilizado para predecir el tiempo de vida útil en condiciones de almacenamiento normales. Cualquiera de los factores que estén cambiando durante el almacenamiento se puede usar para acelerar la velocidad del deterioro de los alimentos, independientemente de si está activo durante las condiciones normales de almacenamiento. (kilcast y subramaniam, 2011).

#### ◆ Factor común en prueba ASLT, efecto de la temperatura.

El método más simple y común se basa en el empleo de un solo factor, que es la temperatura, con el fin de acelerar los procesos de deterioro. La simplicidad de un método de este tipo se relaciona tanto con el

procedimiento experimental y la disponibilidad de modelos válidos. Se sabe que los modelos no son perfectos, pero algunos de estos se vienen usando desde hace más de dos décadas (Labuza, 2000).

Heldmann y Lund (1992), señalan que si las reacciones químicas son acompañadas por efectos de calor y si éstos son bastante grandes, pueden causar un cambio significativo en la temperatura de la reacción, por lo tanto estos efectos deben ser también tomados en cuenta. Generalmente la constante de velocidad de reacción acrecienta con un incremento de la temperatura. Además Casp y Abril (2003), indican que la temperatura, aparte de afectar fuertemente a las constantes de velocidad de las reacciones, es el único factor que, la mayoría de las veces, le es impuesto externamente al alimento y no puede ser controlado por un envase apropiado. La influencia de la temperatura sobre la constante de velocidad de reacción en un proceso elemental, se puede describir utilizando la ecuación 2 desarrollada por SVANTE ARRHENIUS, en 1889:

#### ♦ **Modelo de Arrhenius.**

La influencia de la temperatura sobre la constante de velocidad de reacción se puede describir utilizando la ecuación desarrollada por Arrhenius, que relaciona la velocidad de una reacción química a los cambios de temperatura; es el mejor ejemplo de modelo aceptado con validez comprobada experimentalmente. Se trata de un modelo lineal que expresa el efecto de la temperatura sobre la constante ( $k$ ) de diferentes reacciones en muchos sistemas alimentarios, cual se expresa en la ecuación (9) (Casp y Abril, 2003).

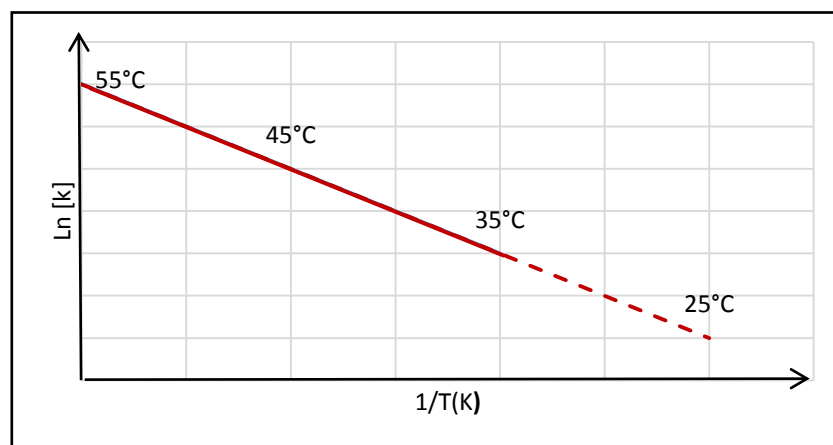
$$k = k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}} \dots\dots (9)$$

Dónde:  $k_0$  es el factor pre-exponencial o factor de colisión ( $s^{-1}$ ),  $E_a$ , es la energía de activación ( $kCal.mol^{-1}$ ),  $R$  es la constante de los gases ideales ( $1.987 cal.mol^{-1}.K^{-1}$ ) y  $T$  es la temperatura absoluta en kelvin.

Nelson y Labuza (1984) mencionan que el modelo solamente requiere la evaluación de dos parámetros,  $k_0$  y  $E_a$ , los cuales son independientes de la temperatura. Según la ecuación 9, la reacción que se esté considerando se produce solo cuando el calor ha conseguido la activación de las moléculas, si bien la energía de activación se define como la mínima energía que debe poseer las moléculas antes de que ocurra la reacción y el término exponencial es la fracción de moléculas que poseen esta energía mínima. Si pasamos a logaritmo la ecuación anterior, tenemos la ecuación 10.

$$\ln k = \ln k_0 - \left( \frac{E_a}{RT} \right) \dots\dots(10)$$

Donde existe una relación lineal entre el logaritmo de la constante de velocidad y la inversa de la temperatura absoluta, como se aprecia en la figura 8.



Fuente: Elaboración propia (2015), en base a Vidaurre (2014)

**Figura 8:** Gráfico típico del modelo de Arrhenius

En donde la base, la ordenada en el origen de esta recta será el logaritmo del factor pre-exponencial y la pendiente será el cociente de la energía de activación y la constante de los gases. Pues cuanto mayor sea la  $E_a$ , más profunda será la pendiente. Por lo cual, los datos de estudios realizados a altas temperaturas pueden ser usados para proyectar la constante de reacción a temperaturas inferiores de almacenamiento y de esta manera, según el orden de la reacción, predecir el tiempo de vida útil.

### **1.5. Evaluación Sensorial.**

La Evaluación Sensorial de los Alimentos se constituye en la actualidad como una de las herramientas más importantes para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria (Ureña y otros, 1999). La actitud que tiene, está relacionada a factores sensoriales: apariencia, olor, sabor, aroma, viscosidad y cómo interactúan entre estas (Milacatl, 2003). Comprende una serie de técnicas para medir de manera exacta y precisa la respuesta del consumidor hacia los alimentos y minimizar cualquier tipo de información que pueda influir en su percepción.

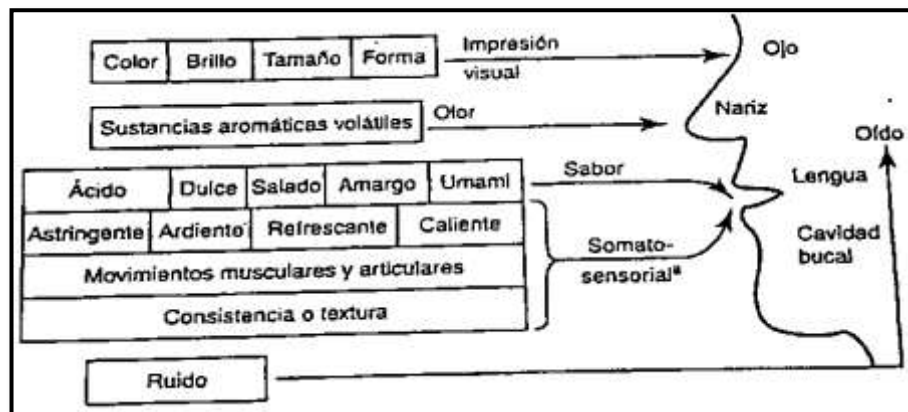
El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los panelistas perciben y califican, caracterizando y/o mensurando, las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico. (Chavesta y Díaz 2013).

#### **1.5.1. Percepción sensorial de los alimentos.**

El primer contacto del ser humano con un producto alimenticio se produce habitualmente a través de la vista, el olfato (por el aire a través de la nariz), el oído (por ej. cómo se fríe un bistec en la sartén) o el tacto (por ej. al palpar una manzana), o bien por dos o tres de estas percepciones sensoriales simultáneamente, (Chavesta y Díaz 2013).

Las sensaciones subsiguientes son generalmente táctiles (a través de los labios y la cavidad bucal, donde por ejemplo también pueden percibirse sensaciones de frío, calor y dolor) y, de nuevo, sonidos (los de la masticación), inmediatamente después intervienen el gusto y nuevamente el olfato, pero esta vez de forma indirecta, por la cavidad faríngea. La percepción sensorial que, a menudo, denominamos familiarmente y de forma simplificada "sabor", en realidad es algo muy complejo. Esta

percepción compleja se representa a continuación en la Figura 9, como sensograma de un producto alimenticio, aunque sin tener en cuenta que las distintas percepciones discurren en diferentes intervalos de tiempo (Sancho *et al*, 2002).



Fuente: Sancho *et al*. (2002)

**Figura 9:** Sensograma

### 1.5.2. Propiedades Sensoriales:

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos. Entre las propiedades sensoriales tenemos:

- **El color:** que es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. La medición del color se puede hacer utilizando escalas de color de manera visual o por un colorímetro. En las frutas como el mamey el color es muy llamativo, característico como es el anaranjado amarillo, si bien está formado por tres características el tono, la intensidad y brillo. (Anzaldúa, 1994).
- **El olor:** es la percepción por el olfato de sustancias volátiles liberadas en la mayor parte de las frutas. Existe una relación especial entre el olor y el tiempo de percepción. Las pruebas deben ser rápidas por que las personas se acostumbran a los olores después de un determinado tiempo. (Ureña *et al.*, 1999).

- **Sabor:** Este atributo de los alimentos es muy complejo, ya que combina tres propiedades el olor, el aroma y el gusto; pues es la suma de las tres características y, por lo tanto, su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado. El sabor es lo que diferencia a un alimento de otro y no el gusto. Por ello, cuando se realizan pruebas de evaluación del sabor, no sólo es importante que la lengua del juez esté en buenas condiciones, sino también que no tenga problemas con su nariz y garganta (Anzaldúa, 1994).

Son dos las características del sabor de los alimentos cuando se relaciona su perceptibilidad con el tiempo: la rapidez de percepción y la persistencia o sabor residual (regusto). La primera está definida por el tiempo que demora en ser percibido el sabor, la segunda, por el tiempo que dura su sensación aun habiendo desaparecido el estímulo que lo propicia (Ureña et al., 1999).

- **Textura:** Es la propiedad de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. El atributo que se evalúa en la deformación del alimento sólido se llama textura, consistencia en el caso de alimentos semisólidos y viscosidad en alimentos líquidos.

Las características texturales se clasifican en tres categorías, atributos mecánicos, geométricos y de composición (Cuadro 8). Estos atributos son la manifestación o el resultado de una combinación de propiedades físicas y químicas, que influyen en la forma, tamaño, número, naturaleza y disposición de los elementos estructurales constituyentes.

No puede hablarse de "la textura de un alimento" como si fuera una sola característica de éste, sino que más correctamente hay que referirse a los atributos de la textura, o las características o

propiedades de textura del alimento. Todas estas propiedades del alimento satisfacen la definición anteriormente mencionada y, entre todas, contribuyen a darle al alimento una textura agradable o desagradable (Kramer, 1964, citado por Anzaldúa, 1994). No es posible definir una "textura deseable", ya que una característica de textura puede ser deseable en un alimento mientras que en otro haría que éste fuese completamente repugnante (Szczesniak, 1966; citado por Anzaldúa, 1994).

**Cuadro 8: Patrones para evaluar cada una de las características texturales.**

| Sensación   | Propiedad   | Características  |
|-------------|---|--|
| inicial     | Mecánica  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dureza</li> <li>- Viscosidad</li> <li>- Fracturabilidad</li> </ul>    |
|             | Geométricas   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grumosidad</li> <li>- Lisa</li> <li>- rugosa</li> </ul>               |
| Masticación | Mecánica  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gomosidad</li> <li>- Masticabilidad</li> <li>- Adhesividad</li> </ul> |
|             | Geométricas   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grumosa</li> <li>- Granulosa</li> </ul>                               |
| Residual    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidad de rotura</li> <li>- Trozos pequeños</li> <li>- Recubre la boca</li> </ul> |  |

Fuente: Mackey, (1984)

### 1.5.3. Jueces Sensoriales.

Los "instrumentos" principales para efectuar la evaluación sensorial son los órganos sensores y la capacidad integradora de los jueces. Se llama juez al individuo que está dispuesto a participar en una prueba para evaluar un producto valiéndose de la capacidad perceptiva de uno o varios de sus sentidos (Pedrero y Pangbom, 1996). Existen diversas clasificaciones entre ellas la que señala dichos autores que divide en jueces analíticos y jueces consumidores.



### **A. Juez Analítico.**

El juez analítico (o simplemente juez) es aquel individuo que ha sido seleccionado entre un grupo de candidatos por demostrar una sensibilidad sensorial específica, deseada para un estudio. Según su habilidad para el análisis sensorial y el objetivo del estudio podrían distinguirse tres tipos de jueces analíticos (Anzaldúa, 1994).

- ♦ **Juez experto:** persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee una gran habilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento (Larmond, 1977 y Ackerman 1990, citados por Anzaldúa, 1994) Tal es el caso de los catadores de vino, té, café, quesos y otros productos en particular. Su habilidad, experiencia, criterio son tales que en las pruebas que efectúan sólo es necesario contar con su respuesta. Su entrenamiento es muy largo y costoso (Anzaldúa, 1994).
- ♦ **Juez entrenado:** persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial, y que sabe qué es exactamente lo que se desea medir en una prueba. Además suele realizar pruebas sensoriales con cierta periodicidad. El número requerido de participantes debe ser al menos de 7, y como máximo 15 (Larmond, 1977; citado por Anzaldúa, 1994). Los jueces entrenados se emplean principalmente para pruebas sensoriales descriptivas, o para pruebas discriminativas complejas; mientras que para pruebas más sencillas no es necesario contar con este tipo de juez (Anzaldúa, 1994).
- ♦ **Juez semi entrenado o "de laboratorio":** se trata de personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen

suficiente habilidad, pero que generalmente solamente participan con frecuencia en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas (Larmond, 1973, 1977; citado por Anzaldúa, 1994).

## **B. Juez Consumidor.**

A diferencia del juez analítico, la persona que participe como consumidor debe ser precisamente, un consumidor del producto en estudio, y comunicará al investigador su punto de vista con respecto a su aceptación o rechazo de una o varias muestras, o el orden de su preferencia al confrontar varias muestras, o el nivel de agrado de las muestras que se le presenten (Pedrero y Pangborn, 1996).

Las pruebas con jueces consumidores generalmente se llevan a cabo en lugares como tiendas, escuelas, o en la calle, mientras que las pruebas con jueces expertos, entrenados o semientrenados deben ser efectuadas en lugares especialmente diseñados para pruebas sensoriales (Anzaldúa, 1994).

### **1.5.4. El Director del Panel o Jurado.**

La función del director del panel consiste en dar la información imprescindible a los jueces sobre las muestras a analizar, dirigir la sesión y finalmente interpretar los resultados. Es conveniente y muy recomendable que la selección de los candidatos, las pruebas de sensibilidad, identificación y todo aquello que contribuya a que el panel se sienta como un equipo conjuntado y motivado para su misión sea dirigido por la misma persona, el Director del Panel (Sancho y otros, 2002), el mismo que a su vez asumirá también el rol de entrenador (Anzaldúa, 1994). Como entrenador es el que lleva a cabo el entrenamiento y que por lo general es el conductor de las pruebas o investigador. Él debe reunir ciertas características con el fin de que pueda lograr los objetivos del entrenamiento.

En primer lugar, debe ser capaz de establecer un cierto "clima" en el grupo o sea, un ambiente agradable de trabajo y un nivel adecuado de comunicación (Americane *et al.*1965; Civile y Szczesniak, 1973; Anzaldúa, 1984; citados por Anzaldúa, 1994).

#### **1.5.5. Selección y Entrenamiento de Jueces.**

##### **a. Selección inicial de jueces:**

La selección de jueces analíticos implica como primer paso, escoger un número de personas dos o tres veces mayor que el que finalmente se requerirá según (UNE 87008 ,1992 y AENOR, 1997); exponen que el número de catadores seleccionados para una prueba debería exceder normalmente, por ejemplo en un 50 %, a los necesarios para un equipo, a fin de prever un absentismo normal). El segundo paso consiste en estudiar desde tres aspectos principales a todos los candidatos, luego de lo cual se podrá determinar quiénes serán los jueces finales (Pedrero y Pangborn, 1996). Los tres aspectos principales son:

- **Aspectos Institucionales:** puesto que los jueces se seleccionan entre los miembros de la institución patrocinadora de la práctica, los directivos del organismo deberían no solamente estar enterados, sino también apoyar la ejecución de las pruebas, lo cual significa, obviamente, la dispensa de una parte del tiempo de trabajo rutinario a los escogidos para realizar las pruebas sensoriales.
- **Aspectos personales:** deben tenerse en cuenta las siguientes características referentes a los candidatos; se muestran en el Cuadro 9.
- **Aspectos Secundarios:** debido a que la base de la evaluación sensorial es el resultado de juicios humanos, es imprescindible considerar que la persona seleccionada para fungir como juez lo sea por sus cualidades sensoriales y no por su cargo dentro de la

institución. Sin embargo la selección final solamente se hará después del entrenamiento y de haber completado las tareas consideradas (AENOR, 1997).

**Cuadro 9: Características personales de los candidatos.**

| Características                           | Condiciones  |
|---|--|
| Edad                                      | Se considera a las personas entre 18 y 50 años de edad. Supone que sus organismos han logrado su desarrollo óptimo, fisiológica como culturalmente.  |
| Sexo                                      | Es recomendable aplicar el estudio en una población igual o lo más cercana posible al 50% de cada sexo.  |
| Salud                                     | Funcionamiento del organismo es de suma importancia para el buen desarrollo de una buena evaluación sensorial.   |
| Hábitos                                   | Fumar o usar perfumes puede alterar la percepción o distraer la atención de los demás jueces durante la prueba. La pintura de uñas, maquillaje, etc.   |
| Afinidad con el material objeto de prueba | El individuo que se preste para una evaluación no debe presentar un franco rechazo al material que se estudia. Tampoco no es fundamental que considere una muestra agradable.                                |
| Interés e inteligencia                    | Aún más difícil de medir, existen aspectos personales de importancia y son la habilidad para percibir una propiedad, disponibilidad, interés y eficiencia en la aplicación de los conocimientos, honestidad. |

**Fuente:** Ureña *et al*, (1999)

#### **b. Entrenamiento de jueces.**

Según Ureña *et al*, 1999, el entrenamiento inicial de los jueces puede darse durante el proceso de selección y prolongarse según la especificidad de su labor sensorial y su capacidad sensorial. Los métodos más frecuentes para seleccionar y entrenar jueces son los siguientes:

- Análisis de Percepción con los que se determina la capacidad de reacción ante estímulos generados por las propiedades sensoriales de la muestra o por ejemplo, las pruebas orientadas a la determinación de umbrales.
- Análisis Discriminativos por los que se determinan la habilidad para detectar variaciones específicas entre muestras y el grado de reproducibilidad de tales juicios.
- Análisis Descriptivos que permiten determinar la habilidad para percibir la presencia o intensidad de los atributos organolépticos.

Los catadores se deben seleccionar de acuerdo con el fin propuesto y entrenar mediante repetición de pruebas, idealmente, con la gama completa de muestras con la que se trabajará. Para este proceso se puede utilizar cualquier tipo de prueba. Las pruebas utilizadas para la selección y entrenamiento de los jueces tienen el doble objetivo de familiarizar a los jueces con los métodos y con los materiales utilizados en el análisis sensorial (AENOR, 1997).

En el programa de entrenamiento tanto en su diseño y ejecución deberán participar el investigador(es) del proyecto de evaluación sensorial, el director de las pruebas y el entrenador; dándose el caso que por lo general el director es el que hace el papel de entrenador. De la técnica sensorial impartida en las clases teóricas, las que no deben durar más de 30 minutos por sesión, se dará énfasis en el aprendizaje del uso de escalas, cuestionarios y forma de calificar lo percibido. Debe considerarse además que complementariamente se realizarán pequeñas charlas ilustrativas de la importancia del proyecto a ejecutarse y de la preciada participación de los jueces en ella (Carpenter, 2000).

#### ◆ **Criterios de selección.**

Según Carpenter *et al.* (2000), la capacidad y sensibilidad aumentan con el entrenamiento, por lo que los criterios de selección no deben ser

excesivamente rigurosos. Según dicho autor únicamente deben seleccionarse los candidatos con una puntuación superior al 60 % en una prueba triangular "fácil", o al 40% en una "moderadamente difícil" En las pruebas descriptivas, el candidato debería emplear descriptores pertinentes en el 60% de los productos. En una prueba de ordenación, sólo se justificarían los errores del candidato que supongan la inversión de pares adyacentes. Además se considerará que no sirven para jueces o catadores, los candidatos que invierten más de una vez el orden de parejas contiguas (AENOR, 1997).

♦ **Entrenamiento para trabajos específicos.**

Una vez completado el entrenamiento general, deben tornarse decisiones sobre la idoneidad de los candidatos para participar en trabajos y objetivos sensoriales concretos, momento adecuado para emprender actividades de entrenamiento más específicas.

**1.5.6. Clasificación de Pruebas Sensoriales.**

A nivel de pruebas sensoriales existen diversas clasificaciones entre ellas, de la cual se mencionará la clasificación según Anzaldúa (1994) y AENOR (1997), en el Cuadro 10. A continuación se describen las siguientes pruebas.

▪ **Pruebas discriminativas o de diferencias:**

Las pruebas discriminativas son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia (Larmond, 1977; citado por Anzaldúa, 1994).

Estas pruebas son muy usadas en control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si son comparables a estándares, etc. (Kramer y Twigg, 1992; citado por Anzaldúa, 1994). Así mismo, por medio de ellas se puede determinar el efecto de modificaciones en las condiciones del proceso sobre la calidad

sensorial del producto, las alteraciones introducidas por la sustitución de un ingrediente por otro (especialmente saborizantes y otros aditivos), etc. (Amencane y otros 1965; Larmond, 1973; Navarro, 1975 citado por Anzaldúa, 1994). Puesto que estas pruebas implican juicios comparativos colaterales, pueden ser muy sensibles y capaces de detectar diferencias bastante pequeñas entre los productos (Carpenter, 2000).

**Cuadro 10 : Nivel de clasificación de las pruebas sensoriales.**

| Clasificación de pruebas sensoriales  |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Pruebas afectivas   | Prueba diferencias  | P. usan escalas y categorías   | P. descriptivas o analíticas  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de preferencia</li> <li>• P. medición del grado de satisfacción</li> <li>• P. aceptación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. comparación por parejas</li> <li>• P. triangular</li> <li>• P. dúo trío</li> <li>• P. dos de cinco</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenación</li> <li>• Clasificación</li> <li>• C. con ayuda de escala</li> <li>• Puntuación</li> <li>• C. en grados de calidad</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. descriptiva simple</li> <li>• P. descriptivas cuantitativas y perfiles sensoriales</li> </ul> |

Fuente: Anzaldúa, (1994) y AENOR, (1997)

▪ **Pruebas que utilizan escalas y categorías.**

Estas pruebas se utilizan para evaluar el orden o magnitud de las diferencias, categorías o clases que deben atribuirse a las muestras presentadas (AENOR, 1997). En las pruebas de clasificación con ayuda de una escala, la evaluación se realiza atribuyendo a cada producto un valor sobre una o varias escalas ordinales, de intervalo predeterminado, o escalas proporcionales, correspondientes a cada una de las propiedades evaluadas.

Estas pruebas se utilizan para la evaluación de las propiedades organolépticas (por ejemplo el sabor, el olor, la textura), o bien para la evaluación de una propiedad particular (por ejemplo, el dulzor, carácter

mentolado, la dureza) de una muestra. Estas pruebas se pueden usar en particular para determinar modificaciones en las materias primas o la influencia de los métodos de producción, de tratamiento o de almacenamiento (AENOR, 1997).

▪ **Pruebas descriptivas:**

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes saber las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento (Americane y col., 1965; citado por Anzaldúa, 1994). Las pruebas descriptivas por lo tanto, proporcionan más información acerca del producto que las otras pruebas; sin embargo, son más difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y monitorizado e interpretación de los resultados es ligeramente más laboriosa que en los otros tipos de pruebas (Anzaldúa, 1982; citado por Anzaldúa, 1994).



## **CAPÍTULO II**

### **II. MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1. Lugar de ejecución:**

El presente trabajo de investigación se desarrolló durante el periodo de abril y julio del 2015.

La etapa de elección del mejor tratamiento de inmersión de cloruro de calcio al 2% y la correspondiente a la elaboración de las tajadas de mamey con sus respectivos análisis, fueron realizados en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (UNPRG) en: Laboratorios de Fisicoquímica, Laboratorio de Química Analítica y de laboratorios de Alimentos I y II de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias (FIQIA).

El control de la textura fue realizado en la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) de Trujillo, desarrollado en el Laboratorio de Alimentos a cargo del técnico Ing. Iván Mestanza. Para los análisis microbiológicos se solicitó los servicios del Laboratorio de Microbiología de los Alimentos de la Facultad de Biología de la UNPRG.

La etapa de almacenamiento, acondicionado en refrigeración a diferentes temperaturas (4°C, 10°C y 18°C) de las tajadas de mamey en film PEAD, se realizó en el domicilio de los investigadores en la calle Simón Bolívar # 264 - Monsefú y calle Simón Bolívar # 739 - Ciudad Eten. El análisis sensorial para determinar el mejor tiempo de inmersión de cloruro de calcio al 2%, se ejecutó en un lugar acondicionado con cabinas personales, ubicadas en el laboratorio de Alimentos II (segundo ambiente) de la FIQIA.

#### **2.2. Materia prima, y aditivo.**

##### **2.2.1. Materia Prima:**

Se utilizó mamey de madurez fisiológica adecuada. Este producto procedió del caserío de Cúsupe, distrito de Monsefú, el procedimiento para la cosecha fue manual. El peso del fruto osciló entre 0.5 kg a 1.5 kg.

El lote estuvo constituido por tres sacos de mamey conteniendo cada saco 60 unidades haciendo un total de 180 piezas.

#### **2.2.2. Aditivo:**

- Cloruro de Calcio granulado “CC food®”, fue adquirido en “Montana” (Ficha técnica en Anexo 1).

### **2.3. Materiales, equipos y reactivos:**

#### **2.3.1. Materiales de vidrio:**

- Matraces “PYREX” de 50ml, 100ml c/u.
- Buretas “PYREX” de 25ml y 50ml c/u.
- Probetas “SIMAX” de, 10 ml, 50 ml, 250 ml c/u.
- Pipetas graduadas” KYNTEL” de 2ml, 5ml ,10ml c/u.
- Vaso precipitación “PYREX” de 50ml, 100ml, 250ml c/u.
- Fiola “PYREX” de 1000 ml 500ml c/u.
- Embudo estriado tallo corto de vidrio.
- Tubos de ensayo “PYREX” de 5ml, 10ml y 15ml c/u.
- Desecador de vidrio “PYREX” con silica gel de 2l de capacidad.
- Agitador de vidrio o bagueta.
- Cápsulas y crisoles.

#### **Otros materiales:**

- Jarras medidoras “PLASTIC” de 50ml ,1lt y 1.5lt
- Caja de plástico ovalada “MISTURA” de capacidad de 3 kg.
- Bolsas de polietileno de alta densidad “MAVI” medidas de 5x10x4.
- Baldes “PLASTIC” de capacidad 6 l
- Picetas de 1 l ,1,5 l
- Tablas de picar plástica.
- Cooler “ KLIMBER” capacidad 5 l
- Guantes quirúrgicos.
- Platos descartables.

- Vasos descartables.
- Ollas de acero inoxidable de 5, 10 , 25 l
- Cuchillo de acero inoxidable “ ECKO”
- Soporte universal con porta bureta.
- Coladores de acero inoxidable “ FACUSA”
- Pinzas metálicas.
- Mesa rectangular de 3 m de largo con 1.20 m de altura.
- Bancas de asiento circular de 30 cm de diámetro.
- 04 Focos “PHILLIS“ de 20 w.
- Protector para el cabello (tocas).
- Tapabocas.
- Papel filtro Whattman N<sup>o</sup> 40-42.
- Formato de evaluación.
- Lapiceros.

### **2.3.2. Equipos e instrumentos:**

- Licuadora “Oster” 4655 , 3 velocidades de 1.25l
- Refractómetro “G-80“ de 0-30% de sacarosa.
- Refrigeradora “Coldex” con regulador de temperatura.
- Termómetro “Boecogermay”, precisión 0.1°C, rango - 20°C a 150°C
- Balanza Excell. BH: 150, cap. = 150g, Div. = 0.005 g.
- Balanza “Henkel s4003kf” Precisión: 500g. /  $\pm 0.1$  g., Henkel Bryk-4010 Precisión: 40 kg. /  $\pm 10$  g.
- Texturometro “Instron” modelo 3342.
- Cocina eléctrica “Thermolyne”.
- Estufa de secado Memmert UNB 400. Capacidad: 53l, rango de temperatura: 20 a 220°C y precisión 0.5 °C.
- Mufla “ Thermoscientific Thermolyne” Modelo N<sup>o</sup>F48010-33.
- Selladora de mano “ Worker” 220v/240v-50/60Hz.
- Vernier de precisión 0.001 mm. “Stainless Hardened “.

### **2.3.3. Reactivos para análisis fisicoquímicos:**

- Hidróxido de sodio a 0.1 N.
- Indicador fenolftaleína 1%( Sol. Alcohólica).
- Agua destilada.

## **2.4. Métodos de análisis.**

Los métodos empleados para el análisis de las tajadas de mamey se muestran en el cuadro 11, considerando el método, su principio y forma de determinación. A continuación se cita el detalle de los análisis efectuados.

### **2.4.1. Análisis Fisicoquímico.**

Se realizaron los análisis por triplicado, de las características fisicoquímicas: % de Humedad, % cenizas, acidez (% ácido málico) y contenido de sólidos solubles (°Brix), para caracterizar la fruta al estado fresco y al final del almacenamiento. Asimismo la secuencia fotográfica se ilustra en el anexo 17. Durante el almacenamiento se monitoreo la acidez y el contenido de sólidos solubles. Para el caso de la medición de la Textura instrumental se registró cinco mediciones de aquellas con un comportamiento similar, tomadas al azar.

### **2.4.2. Análisis Organoléptico.**

Se consideraron dos análisis sensoriales para: uno para establecer el mejor tratamiento con  $\text{CaCl}_2$  al 2 % evaluando la textura y el sabor, y otro para establecer las características organolépticas de la materia prima y producto final, otorgando escalas en textura y sabor.

### **2.4.3. Análisis Microbiológico.**

Los análisis microbiológicos solicitados a la Facultad de Ciencias Biológicas fueron contrastados con los Criterios Microbiológicos establecidos por el MINSA (2008) para frutas y hortalizas frescas semiprocesadas refrigeradas y/o congeladas contemplados en el cuadro 2. Asimismo la secuencia fotográfica se ilustra en el anexo 18.

**Cuadro 11: Métodos de análisis fisicoquímico y organoléptico aplicada a las tajadas de mamey.**

| Componente y código del método              | Principio del método   | Determinación  |
|---|--|--|
| <b>Humedad</b><br>AOAC<br>925.09            | Método gravimétrico :<br>Consiste en la determinación de la pérdida de masa experimentada por la muestra cuando es sometida a la acción de la temperatura.   | $\% \text{ Humedad} = \frac{W_1 - W_2}{W_m} \times 100$<br>$W_1$ =Peso del recipiente con la muestra húmeda (g)<br>$W_2$ = peso del recipiente con la muestra seca (g)<br>$W_m$ = Peso de la muestra (g)                     |
| <b>Ceniza</b><br>AOAC<br>923.03             | Método gravimétrico de calcinación:<br>Después de calcar la muestra generalmente a 500-550° C , queda como residuo la materia mineral, cuya cantidad se determina por diferencia de peso.  | $\% \text{ Cenizas} = \frac{W_2 - W_1}{W_m} \times 100$<br>$W_1$ =Masa de crisol vacío (g)<br>$W_2$ = Masa del crisol con las muestras después de la incineración (g)<br>$W_m$ = Peso de la muestra (g)                      |
| <b>Acidez</b><br>AOAC<br>942.15, 17 th edn, | Método Titulométrico:<br>Determina la concentración total de ácidos. Se determina el volumen de NaOH para neutralizar el ácido contenido en la alícuota, determinando el punto final por cambio de color que produce el indicador fenolftaleína.   | $A = \frac{V \times N \times 0.064}{m} \times 100$<br>A= porcentaje de acidez, expresado en ácido málico.<br>V = volumen del gasto NaOH<br>N = normalidad del álcali<br>m = masa de muestra (g)<br>0.064= Factor ac. Málico. |
| <b>Brix</b><br>AOAC<br>9.32.14C             | Método de Refractométrico:<br>La medición se baja en la refracción de la luz creada por la naturaleza y concentración de los solutos.  | <u>Lectura Directa</u><br>Unidad: ° Bx<br>1°Bx $\approx$ 1.3345 nD   |
| <b>Textura Instrumental</b>                 | No solo determina la resistencia del producto a la fuerza aplicada, sino que permite apreciar la firmeza, fibrosidad, resistencia de masticación, etc.   | <u>Lectura Indirecta</u><br>Unidad: lb<br>gf, N, Kg  |
| <b>Textura Sensorial *</b>                  | <b>-Dureza:</b> Fuerza requerida para comprimir la pulpa del fruto entre las dientes (preferencia la primera mordida).<br><b>-Fracturabilidad:</b> Fuerza con la que la pulpa de la fruta se desmorona o cruje (Masticación en boca). Clasificación: desmenuzable.<br><b>-Resistencia a masticación:</b> El tiempo requerido para masticar la muestra, a una tasa constante de aplicación, para reducir a una consistencia adecuada para deglutir. | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prueba de ordenamiento.</li> <li>➤ Prueba de Dúo-Trío.</li> <li>➤ Prueba de Triangular.</li> <li>➤ Prueba de Escala Ordinal.</li> </ul>   |
| <b>Sabor</b>                                | Se relaciona su perceptibilidad con el tiempo: la rapidez de percepción y la persistencia o sabor residual (regusto).  |  |

Fuente: Elaboración propia 2015, \* Brandt *et al.* 1993

#### 2.4.4. Análisis estadístico.

Se aplicó un análisis de varianza con un solo factor (considerándose factor a cada atributo evaluado, la textura sensorial fue medida como: Dureza, Fracturabilidad, Resistencia a la masticación y sabor) y textura instrumental, (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% con la finalidad de determinar si existe o no diferencias significativas. Luego se realizó comparaciones adicionales entre grupos de medias aplicando las prueba de Tukey según la siguiente ecuación con un nivel de significancia de 0.05 usando el software Excel para determinar entre cuales de los tratamientos o grupos hay esa diferencia.

##### - Prueba de diferencia significativa de Tukey (HSD):

Se calcula HSD, la diferencia mínima significativa a un cierto nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), dada por la expresión:

$$\text{HSD} = q_{(t, \text{glee}, \alpha)} \times \sqrt{\frac{\text{CMee}}{r}}$$

Siendo:

q = amplitud total estudentizada. Valor encontrado en tabla y en función de:

$\alpha$  = nivel de significancia.

t = número de tratamientos.

glee= grados de libertad del error experimental.

CMee = cuadrado medio del error experimental.

r = número de repeticiones en los tratamientos.

##### - Criterios de decisión:

Si hay diferencias en estas medias, si:

$$d_{ij} = |\bar{y}_i - \bar{y}_j| \geq \text{HSD}$$

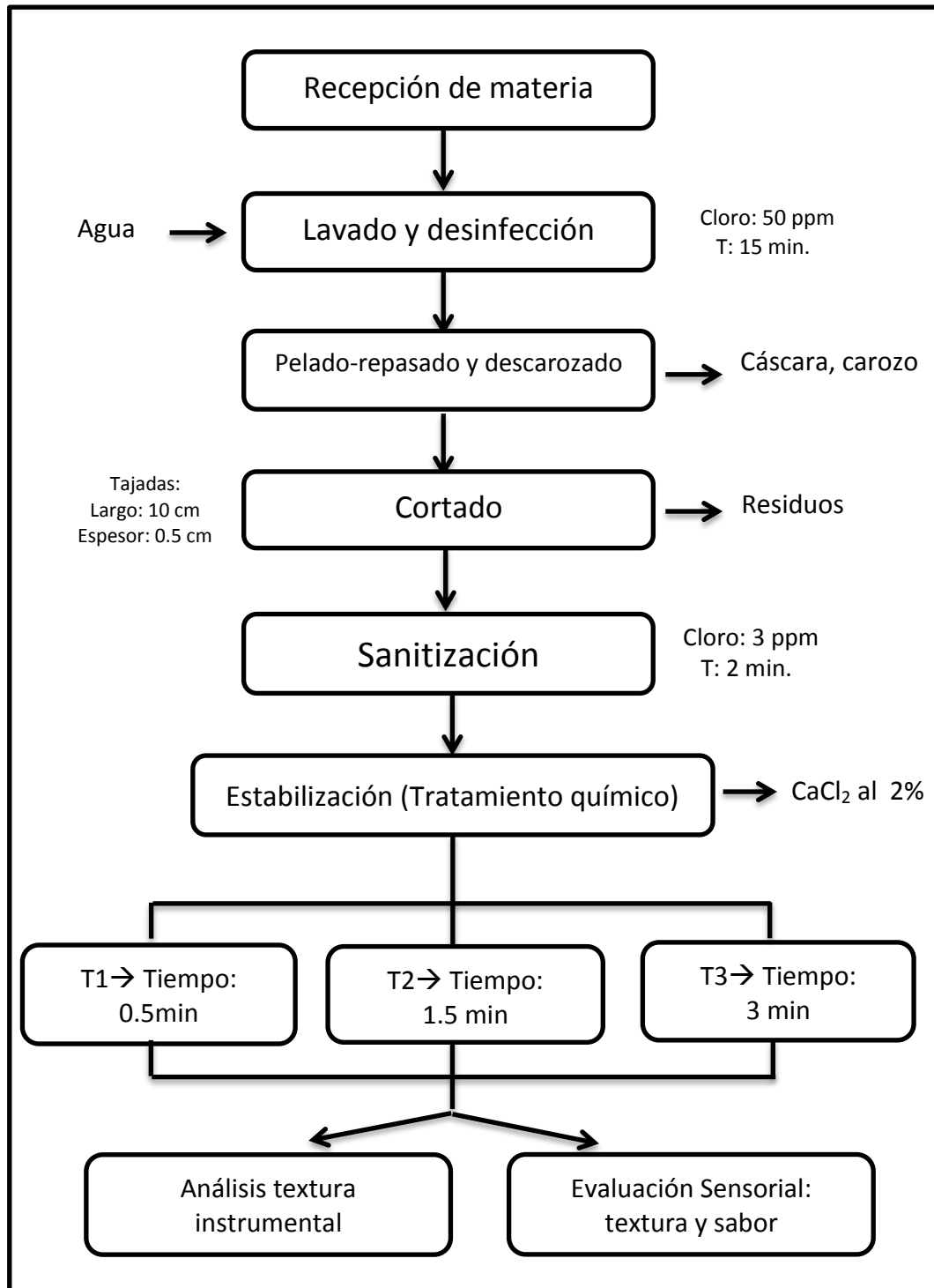
## 2.5. Metodología experimental

### 2.5.1. Metodología experimental para determinar el mejor tratamiento en inmersión de $\text{CaCl}_2$ al 2%:

Se determinó el mejor tratamiento según el análisis de textura instrumental y a nivel sensorial se evaluó la textura y el sabor, según el diseño que se muestra en la figura 10. El flujo del proceso tomó en cuenta los parámetros recomendados para chicozapote MP, según lo citado por Artés y Artés-Hernández (2000b), adaptando la adición de cloruro de calcio para aumentar la firmeza, por ello se evaluaron los tres niveles de adición. A continuación se describen las etapas aplicadas a las tajadas de mamey hasta la estabilización, que plantean los tres tratamientos que permitirán definir el tiempo de inmersión. Asimismo la secuencia fotográfica de cada etapa se lustra en el anexo 13.

- **Recepción de materia prima:** Consiste en recepcionar la materia prima en estado de madurez adecuada según lo recomendado por Balerdi. y Crane. (2005), al rasgar la superficie del fruto , la capa de pulpa expuesta tiene un color amarillo,
- **Lavado y desinfección:** El fruto se lava con agua corriente, removiendo impurezas y contaminantes. La satinización se realizó mediante la inmersión en agua clorada con 50 ppm, por un tiempo de 15 minutos según lo citado por Cedeño y Viteri (2009).
- **Pelado-repasado y descaroado:** Al fruto se realiza 4 cortes, empleando cuchillos afilados previamente higienizados, desde el extremo superior hasta el extremo basal, de forma simétrica tal que permita retirar la cáscara fácilmente. A continuación se realiza el repasado, desprendiendo la membrana de 3 a 4 mm de espesor, rica en fibras y resinas. Finalmente se separa manualmente la semilla de la pulpa o empleando cucharas con filo.
- **Cortado:** Se realiza el corte con cuchillo de hoja lisa previamente higienizado, en tajadas de 10 cm de largo por 0.5 cm de espesor, dimensión que se controla con la ayuda del vernier.

**Figura 10: Diseño de evaluación del mejor tratamiento en inmersión en  $\text{CaCl}_2$  al 2%.**



Fuente: Elaboración propia, (2015), en base a Artés y Artés-Hernández (2000a).



- **Sanitización:** La fruta cortada es sumergida en solución clorada de 3 ppm por un tiempo de 2 minutos, según recomienda Martins *et al* (2011). Se completa dicha operación con un enjuague con agua potable.
- **Estabilización:** El producto sanitizado es sumergido en una solución de  $\text{CaCl}_2$  al 2%, por el tiempo de: 0.5 min, 1.5 min y 3 min que determinaron los tratamientos en esta etapa.

#### **A. Evaluación de textura instrumental para determinar el mejor tiempo de inmersión de $\text{CaCl}_2$ al 2%.**

El ensayo físico de textura se realizó con un texturómetro marca INSTRON modelo 3342, programando la velocidad de la sonda a una velocidad a 5 mm/s, se usó un punzón de 10 mm de diámetro. Se registró la lectura en medio de la tajada y a 1 cm alrededor de esta, se eligió cinco muestras completamente al azar, obteniendo de cada ensayo los respectivos gráficos de la fuerza ejercida versus la presión compresiva. Las muestras se procesaron 15 horas antes de su medición, manteniéndolas a la temperatura de almacenamiento en un “cooler”. Asimismo la secuencia fotográfica para el análisis de textura instrumental en las tajadas de mamey se ilustra en el anexo 14.

Para la determinación del mejor tratamiento en inmersión con cloruro de calcio al 2% mediante la textura instrumental se aplicó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones, según la ecuación matemática siguiente:

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

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = valor observado en la j-esima repetición para el i-esimo tratamiento.

$\mu$  = efecto de la media general del experimento.

$T_i$  = efecto del i-esimo tratamiento.

$\epsilon_{ij}$  = efecto aleatorio del error experimental.

Si:  $i = T_1, T_2, T_3$  referente al tratamiento aplicado;  $j = 1, 2, 3, 4, 5$  repetición de la medición textura instrumental.

Según dicha ecuación, la matriz que se muestra en el cuadro 12 ilustra los tratamientos y repeticiones efectuados que permitirán determinar el mejor tratamiento.

**Cuadro 12: Matriz diseño completamente al azar para establecer el mejor tratamiento en inmersión con  $\text{CaCl}_2$  al 2%.**

| TEXTURA INSTRUMENTAL |                 |                 |                 |                 |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| REPETICIÓN           | TRATAMIENTOS    |                 |                 |                 |
| Nº                   | $T_0$ (Testigo) | $T_1$           | $T_2$           | $T_3$           |
| 1                    | $Y_{1T_0}$      | $Y_{1T_1}$      | $Y_{1T_2}$      | $Y_{1T_3}$      |
| 2                    | $Y_{2T_0}$      | $Y_{2T_1}$      | $Y_{2T_2}$      | $Y_{2T_3}$      |
| 3                    | $Y_{3T_0}$      | $Y_{3T_1}$      | $Y_{3T_2}$      | $Y_{3T_3}$      |
| 4                    | $Y_{4T_0}$      | $Y_{4T_1}$      | $Y_{4T_2}$      | $Y_{4T_3}$      |
| 5                    | $Y_{5T_0}$      | $Y_{5T_1}$      | $Y_{5T_2}$      | $Y_{5T_3}$      |
| Promedio (Ri)        | $\sum Y_{jT_0}$ | $\sum Y_{jT_1}$ | $\sum Y_{jT_2}$ | $\sum Y_{jT_3}$ |

Dónde:

$T_1$  = tratamiento en inmersión de 0.5 min. de  $\text{CaCl}_2$  al 2%

$T_2$  = tratamiento en inmersión de 1.5 min. de  $\text{CaCl}_2$  al 2%

$T_3$  = tratamiento en inmersión de 3.0 min. de  $\text{CaCl}_2$  al 2%

Fuente: Elaboración propia ,2015

## B. Evaluación sensorial para determinar el mejor tiempo de inmersión de $\text{CaCl}_2$ al 2%.

Se desarrolló el entrenamiento de panelistas hasta la evaluación definitiva del producto final, a base de la prueba de Ordenamiento del Análisis Discriminativo (Ureña *et al.*, 1999). La escala establecida para dicho ordenamiento fueron valores enteros (1, 2, 3 y 4) de acuerdo a la posición, utilizando el valor de 1 para la posición escasa y 4 para la posición alta, esta escala fue para el atributo textura y sabor por ser características propias del mamey. El detalle de las etapas para el entrenamiento de los jueces, se presenta en el Anexo 2.

Para la determinación del mejor tratamiento en inmersión con cloruro de calcio al 2% mediante la prueba sensorial de textura y sabor se aplicó el diseño completamente al azar con tres tratamientos y con nueve jueces según la ecuación matemática siguiente:

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

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = valor observado en la j-esima repetición para el i-esimo tratamiento.

$\mu$  = efecto de la media general del experimento.

$T_i$  = efecto del i-esimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = efecto aleatorio del error experimental.

Si:  $i = T_1(705), T_2(115), T_3(630)$  referente a las muestra aplicada a;  
 $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$  números de jueces.

Según dicha ecuación la matriz que se muestra en el cuadro 13 ilustra las pruebas de textura y sabor para los tres tratamientos y los nueve jueces seleccionados que permitirán determinar el mejor tratamiento.

**Cuadro 13: Matriz diseño completamente al azar efectuados a la pruebas sensoriales de textura y sabor.**

| PRUEBA SENSORIAL DE TEXTURA Y SABOR |                 |                 |                 |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| JUECES                              | MUESTRAS        |                 |                 |
| Nº                                  | $T_1(705)$      | $T_2(115)$      | $T_3(630)$      |
| 1                                   | $Y_{1T_1}$      | $Y_{1T_2}$      | $Y_{1T_3}$      |
| 2                                   | $Y_{2T_1}$      | $Y_{2T_2}$      | $Y_{2T_3}$      |
| 3                                   | $Y_{3T_1}$      | $Y_{3T_2}$      | $Y_{3T_3}$      |
| 4                                   | $Y_{4T_1}$      | $Y_{4T_2}$      | $Y_{4T_3}$      |
| 5                                   | $Y_{5T_1}$      | $Y_{5T_2}$      | $Y_{5T_3}$      |
| 6                                   | $Y_{6T_1}$      | $Y_{6T_2}$      | $Y_{6T_3}$      |
| 7                                   | $Y_{7T_1}$      | $Y_{7T_2}$      | $Y_{7T_3}$      |
| 8                                   | $Y_{8T_1}$      | $Y_{8T_2}$      | $Y_{8T_3}$      |
| 9                                   | $Y_{9T_1}$      | $Y_{9T_2}$      | $Y_{9T_3}$      |
| Promedio (Ri)                       | $\sum Y_{jT_1}$ | $\sum Y_{jT_2}$ | $\sum Y_{jT_3}$ |

**Dónde:**

$T_1(705)$  = tratamiento en inmersión de 0.5 min. de  $\text{CaCl}_2$  al 2%;

$T_2(115)$  = tratamiento en inmersión de 1.5 min. de  $\text{CaCl}_2$  al 2%;

$T_3(630)$  = tratamiento en inmersión de 3.0 min. de  $\text{CaCl}_2$  al 2%.

### **2.5.2. Metodología para la elaboración de tajadas de mamey en fresco envasado en film de PEAD para el almacenamiento.**

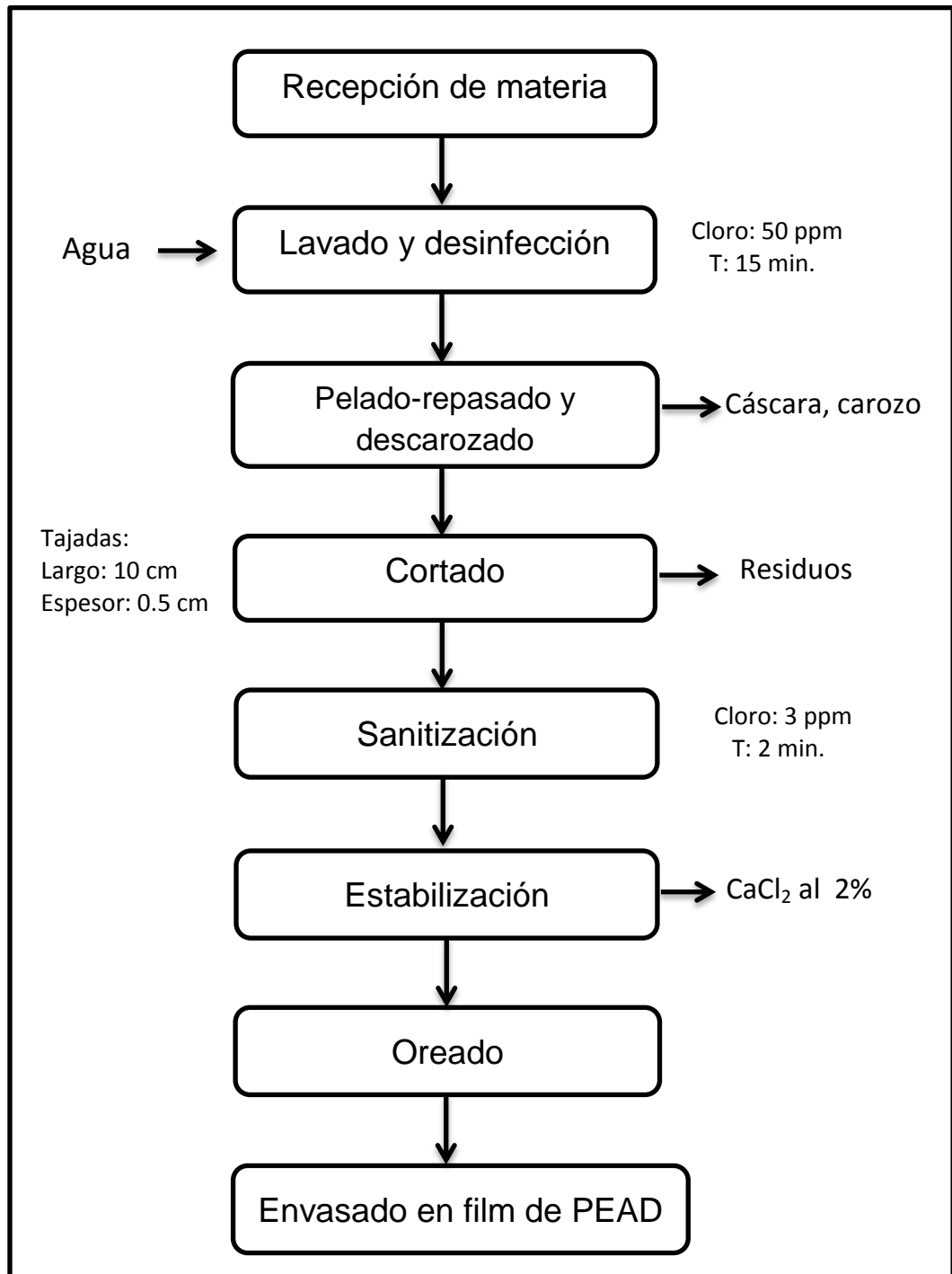
Las tajadas de mamey en fresco, se procesaron según el diagrama de la Figura 11. La descripción de las etapas aplicadas para la obtención del producto es similar al numeral 2.5.1, hasta la sanitización. A continuación se describen las etapas posteriores correspondientes a la estabilización, oreado y envasado. Asimismo la secuencia fotográfica de este procedimiento se ilustra en el anexo 16.

- **Estabilización:** El producto sanitizado es sumergido en una solución de  $\text{CaCl}_2$  al 2%, por el tiempo establecido de 1.5 minutos, (mejor tratamiento obtenido de la etapa en 2.5.1); después del cual se escurre el producto y pasa a un enjuague con agua blanda por inmersión por 1 minuto.
- **Oreado:** Se colocan las tajadas de mamey separadas una de otra en bandejas en un área no contaminada por un tiempo de 2 minutos.
- **Envasado:** Se colocan una tajada de mamey por cada bolsa de polietileno de alta densidad (PEAD) y selladas por calor de resistencias.

### **2.5.3. Metodología experimental para determinar el tiempo de vida útil:**

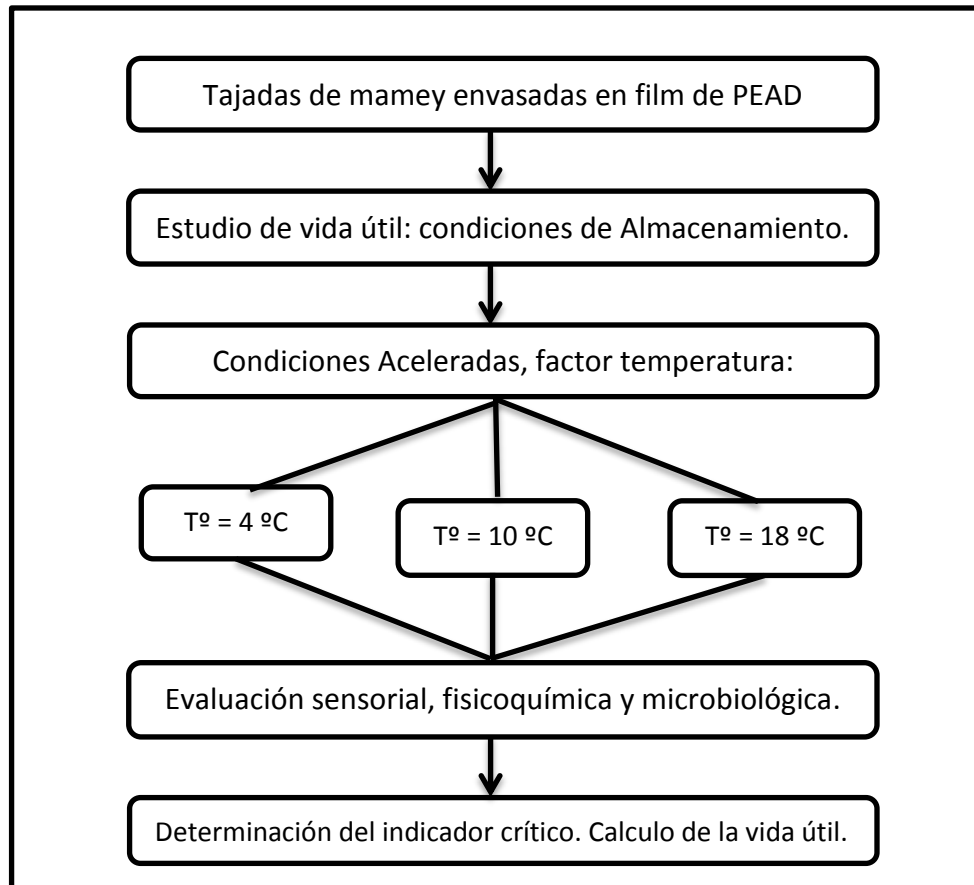
La vida útil del mamey en tajadas envasado en film de PEAD se determinó mediante condiciones aceleradas, a través de un diseño experimental mostrado en la figura 12. El factor acelerante fue la temperatura, el indicador crítico de la pérdida de calidad es la textura instrumental.

**Figura 11: Diagrama de bloques del proceso de elaboración de tajadas de mamey en fresco envasado en film de PEAD para el almacenamiento.**



Fuente: Elaboración propia, en base a Artés y Artés-Hernández (2000a).

**Figura 12: Diseño experimental del estudio de vida útil de las tajadas de mamey envasado en film de PEAD.**



Fuente: Elaboración propia, 2015

### **Evaluación de vida útil a través textura instrumental.**

Con los valores de textura instrumental (gf) registrados se construyeron gráficos de regresión en función del tiempo de almacenamiento en días. Mediante las estadísticas de regresión lineal simple, se determinó a que orden de reacción corresponden ( $n=0$ ,  $n=1$  ó  $n=2$ ), graficándose estos valores de textura, así como el logaritmo natural de la textura y los valores de la inversa de dicha textura, en función al tiempo de almacenamiento. Posteriormente se identificó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que brinde el mejor ajuste.

Establecido el orden de reacción se aplica la ecuación de Arrhenius, cuya linealización permite establecer el valor de la energía de activación ( $E_a$ ) a partir de la pendiente, y el factor pre-exponencial ( $k_0$ ) a partir del intercepto de la recta. Con los valores de  $E_a$  y  $k_0$  hallados se calculan los valores de la constante de velocidad a cada temperatura de almacenamiento.

Con las constantes de velocidad calculadas y el límite de aceptabilidad media para la degradación de textura de las tajadas de mamey, se determinó el tiempo de vida útil aplicando la Ec.5 a temperaturas de almacenamiento 4, 10 y 18 °C. Esta misma ecuación permitió estimar el tiempo de vida útil a 28°C por ser la temperatura promedio ambiental de Lambayeque.

## CAPÍTULO III

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. Determinación del mejor tratamiento para la inmersión en cloruro de calcio.

##### a) Evaluación de textura instrumental para determinar el mejor tiempo de inmersión de $\text{CaCl}_2$ al 2%.

Los resultados de textura instrumental de las tajadas de mamey correspondiente a los diferentes tratamientos se muestran en el cuadro 14, también los promedios de dichas mediciones (los datos originales se muestran en el anexo 3 y la representación gráfica de la textura instrumental en el anexo 4). Se observa que los valores de textura se incrementan respecto al tiempo de inmersión, para 0.5, 1.5 y 3 minutos a un ratio de 2, 20 y 30% respectivamente, explicado por la acción del cloruro de calcio.

Según Arguello *et al* (1997), menciona que el calcio tiene la capacidad de disminuir la permeabilidad de las membranas celulares, como señala White y Broadley (2003) que esto se produce por activación de enzimas específicas; en referencia a este punto, Lamikanra y Watson, (2004) explicaron que es debido a su capacidad para servir como puente entre las sustancias pécticas tanto de la pared celular como de la lámina media, después de ese momento Romero *et al* (2006) explica que la reacción del ácido pectico para formar pectato de calcio se reestructura a su integridad y esto determina el incremento de la firmeza y hace que la textura del producto sea más firme, evitando el ablandamiento, dichos autores establecen que disminuyen la intensidad respiratoria y la absorción de agua, aumenta la dureza de la pulpa, retrasa la senescencia y controla el desarrollo de alteraciones fisiológicas.



**Cuadro 14: Resultados de textura instrumental expresada en fuerza (gf)  
para cada tiempo de inmersión y ratio promedio.**

| Repetición   | TRATAMIENTOS    |         |         |         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planteamiento de hipótesis:<br/> <math>H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu</math><br/> <math>H_a = \mu_i \neq \mu_j</math>; para algún <math>i \neq j</math> </li> <li>Nivel de significación: 0.05</li> <li>Criterio de decisión:<br/> Acepta <math>H_0</math> si <math>F_{cal} \leq F_{tab}</math><br/> Rechaza <math>H_0</math> si <math>F_{cal} &gt; F_{tab}</math> </li> <li><math>F_{tab}(0,95; 2; 12) = 3.89</math></li> </ul> <p>Nota:<br/> <math>T_1</math> = tratamiento en inmersión de 0.5 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.<br/> <math>T_2</math> = tratamiento en inmersión de 1.5 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.<br/> <math>T_3</math> = tratamiento en inmersión de 3.0 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.</p> |
|--|-----------------|---------|---------|---------|--|
| N°   | $T_0$ (Testigo) | $T_1$   | $T_2$   | $T_3$   |  |
| 1  | 1125.12         | 1178.70 | 1392.18 | 1346.76 |  |
| 2  | 1167.97         | 1187.75 | 1352.55 | 1544.10 |  |
| 3  | 1124.56         | 1126.01 | 1426.48 | 1551.23 |  |
| 4  | 1131.50         | 1208.83 | 1468.84 | 1538.06 |  |
| 5  | 1286.78         | 1249.84 | 1301.82 | 1606.19 |  |
| <b>Promedio (Ri)</b>   | 1167.19         | 1190.23 | 1388.37 | 1517.27 |  |
| <p>Resultados de % de ratio promedios de los tratamientos con respecto al testigo:</p> <p>➤ <math>T_1 = \frac{1190.23 - 1167.19}{1167.19} = 0.0197 \rightarrow 1.97\% \approx 2\%</math></p> <p>➤ <math>T_2 = \frac{1388.37 - 1167.19}{1167.19} = 0.1894 \rightarrow 18.94\% \approx 20\%</math></p> <p>➤ <math>T_3 = \frac{1517.27 - 1167.19}{1167.19} = 0.2999 \rightarrow 29.99\% \approx 30\%</math></p> |                 |         |         |         |  |

Fuente: Elaboración propia, 2015

La tabla 5 muestra el resultado del análisis estadístico para los valores de textura medidos. Como el valor de  $F_{cal} = 25.38 > F_{tab}(0.95; 2; 12) = 3.89$ , la Decisión es: se rechaza la  $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$ , es decir existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos, por ello se aplican comparaciones múltiples de promedios mediante la prueba de Tukey, que se muestran en la tabla 6.

**Tabla 5: Análisis estadístico de la textura instrumental para cada tiempo de inmersión.**

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i>  | <i>F cal.</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------|---------------------|-----------------------------|
| tratamientos                     | 271389.24                | 2                         | 135694.62   | 25.38         | 4.89E-05            | 3.89                        |
| repeticiones                     | 64162.54                 | 12                        | 5346.88   |               |                     |                             |
| Total                            | 335551.78                | 14                        | <b>Decisión:</b> El $F_{cal} = 25.38 > F_{tab} (0.95; 2; 12) = 3.89$ , se rechaza la $H_0$ , es decir existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos. |               |                     |                             |

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Tabla 6: Resultado de múltiple comparaciones con la prueba de diferencia significativa de Tukey (DSH) para textura instrumental.**

| <i>Diferencia de totales</i> | <i>Símbolo</i> | <i>HSD</i> | <i>Valor crítico de Tukey</i>       |
|------------------------------|----------------|------------|-------------------------------------|
| $ R1 - R2  = 198.14$         | >              | 123.28     | Si existe diferencia significativa. |
| $ R1 - R3  = 327.04$         | >              | 123.28     | Si existe diferencia significativa. |
| $ R2 - R3  = 128.90$         | >              | 123.28     | Si existe diferencia significativa. |

Dónde:  $R1 = 1190.23$ ;  $R2 = 1388.37$ ;  $R3 = 1517.27$

Fuente: Elaboración propia, 2015

De dicha tabla se establece que la diferencia de promedios es mayor entre el 1er y 3er tratamiento, sin embargo, no es característico del mamey un valor de textura alto, por lo que el tratamiento 3 se descarta. El grado de diferencia entre el 1er y 2do tratamiento así como el 2do y el 3er tratamiento es mayor, por ende el 2do tratamiento imparte un incremento de textura mayor que el 3ero, por lo tanto, a partir del análisis estadístico de la textura instrumental se puede pre seleccionar al 2do tratamiento.

**b) Evaluación sensorial para determinar el mejor tiempo de inmersión de  $\text{CaCl}_2$ .**

Los resultados emitidos por los 9 jueces entrenados para determinar el mejor tiempo de inmersión con  $\text{CaCl}_2$  al 2% (Anexo 5), como textura a través de los atributos: dureza, fracturabilidad y la resistencia a la masticación, correspondiente a los diferentes tratamientos se muestran en el cuadro 15, también los promedios de dichas mediciones. A partir de los resultados del ANOVA para los valores de dureza, fracturabilidad y la resistencia a la masticación mostrados en el cuadro 16, como el valor del  $F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}} = 3.40$ , la decisión es que se rechaza la  $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$ , es decir existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos. Por ello, se aplican comparaciones múltiples de promedios mediante la prueba de tukey, los 3 atributos de la textura que se muestra en el cuadro 17.

Las comparaciones permiten establecer que el tratamiento a 1.5min con el  $\text{CaCl}_2$  al 2%, brinda un grado de dureza y resistencia a la masticación mayor al testigo de tal manera que pueda resistir el ablandamiento durante el almacenamiento así mismo, la fracturabilidad que alcanza es semejante al testigo manteniendo lo característico del fruto, por ende se preselecciona el 2do tratamiento, coincidiendo con el comportamiento de los resultados de la textura instrumental.

Se evaluó también el sabor de las tajadas de mamey, correspondiente a los diferentes tratamientos, resultados que se muestran en el cuadro 18, y los promedios de dichas mediciones. La tabla 7 muestra el resultado del análisis estadístico para los valores del atributo sabor, como el valor de  $F_{\text{cal}} = 40.63 > F_{\text{tab}} (0.95; 2; 24) = 3.40$ , la decisión es que se rechaza la  $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$ , es decir existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos, por ello se aplican comparaciones múltiples de promedios mediante la prueba de tukey, que se muestra en la tabla 8.

**Cuadro 15: Resultados de textura sensorial en la determinación del mejor tiempo de inmersión.**

| TEXTURA |                |                |                |                 |                |                |                              |                |                |
|---------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|
| JUEZ    | DUREZA         |                |                | FRACTURABILIDAD |                |                | RESISTENCIA A LA MASTICACION |                |                |
|         | MUESTRAS       |                |                | MUESTRAS        |                |                | MUESTRAS                     |                |                |
| N°      | $T_1$<br>(705) | $T_2$<br>(115) | $T_3$<br>(630) | $T_1$<br>(705)  | $T_2$<br>(115) | $T_3$<br>(630) | $T_1$<br>(705)               | $T_2$<br>(115) | $T_3$<br>(630) |
| 1       | 2              | 3              | 4              | 3               | 2              | 1              | 2                            | 3              | 4              |
| 2       | 2              | 3              | 3              | 3               | 2              | 3              | 2                            | 3              | 4              |
| 3       | 3              | 3              | 4              | 4               | 3              | 1              | 3                            | 3              | 3              |
| 4       | 2              | 3              | 3              | 2               | 2              | 1              | 2                            | 3              | 4              |
| 5       | 2              | 2              | 4              | 3               | 2              | 1              | 2                            | 4              | 4              |
| 6       | 2              | 3              | 3              | 3               | 2              | 3              | 3                            | 3              | 3              |
| 7       | 2              | 3              | 4              | 2               | 3              | 3              | 2                            | 3              | 4              |
| 8       | 3              | 4              | 4              | 3               | 2              | 1              | 2                            | 2              | 4              |
| 9       | 3              | 3              | 4              | 3               | 2              | 1              | 2                            | 3              | 4              |
| (Ri)    | 2.33           | 3.00           | 3.67           | 2.89            | 2.22           | 1.67           | 2.22                         | 3.00           | 3.78           |

- Planteamiento de hipótesis:  
 $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$   
 $H_a = \mu_i \neq \mu_j$ ; para algún  $i \neq j$
- Nivel de significación: 0.05
- Criterio de decisión:  
Acepta  $H_0$  si  $F_{cal} \leq F_{tab}$   
Rechaza  $H_0$  si  $F_{cal} > F_{tab}$
- $F_{tab} (0,95; 2; 24) = 3.40$

Nota:

$T_1(705)$  = tratamiento en inmersión de 0.5 min. de  $CaCl_2$  al 2%.

$T_2(115)$  = tratamiento en inmersión de 1.5 min. de  $CaCl_2$  al 2%.

$T_3(630)$  = tratamiento en inmersión de 3.0 min. de  $CaCl_2$  al 2%.

Leyenda:

|         |   |   |   |
|---------|---|---|---|
| $T_0$   | D | F | R |
| Testigo | 2 | 2 | 2 |

Dónde:

D: Dureza ; F: Fracturabilidad; R: Resistencia

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Cuadro 16: ANOVA para la textura sensorial de las tajadas de mamey en la determinación del mejor tiempo de inmersión.**

| <b>TEXTURA</b>                      |  |                          |                           |                                  |               |                     |                             |
|-------------------------------------|--|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|
| <b>ATRIBUTOS :</b>                  | <b>Cálculo estadístico del análisis de varianza:</b> |                          |                           |                                  |               |                     | <b>Decisión:</b>            |
| <b>DUREZA</b>                       | <i>Origen de las variaciones</i>                     | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F cal.</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|                                     | Tratamientos   | 8                        | 2                         | 4                                | 16            | 3.8E-05             | 3.40                        |
|                                     | Jueces   | 6                        | 24                        | 0.25                             |               |                     |                             |
|                                     | Total  | 14                       | 26                        |                                  |               |                     |                             |
| <b>FRACTURABILIDAD</b>              | <i>Origen de las variaciones</i>                     | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F cal.</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|                                     | Tratamientos   | 6.74                     | 2                         | 3.37                             | 6.50          | 0.01                | 3.40                        |
|                                     | Jueces   | 12.44                    | 24                        | 0.52                             |               |                     |                             |
|                                     | Total  | 19.19                    | 26                        |                                  |               |                     |                             |
| <b>RESISTENCIA A LA MASTICACION</b> | <i>Origen de las variaciones</i>                     | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F cal.</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|                                     | Tratamientos   | 10.89                    | 2                         | 5.44                             | 25.57         | 1.1E-06             | 3.40                        |
|                                     | Jueces   | 5.11                     | 24                        | 0.21                             |               |                     |                             |
|                                     | Total  | 16                       | 26                        |                                  |               |                     |                             |

El Fcal = 16 > Ftab (0.95; 2; 24) = 3.40;  
Se rechaza el Ho, es decir existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos.

El Fcal = 6.50 > Ftab (0.95; 2; 24) = 3.40;  
Se rechaza el Ho, es decir existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos.

El Fcal = 25.57 > Ftab (0.95; 2; 24) = 3.40;  
Se rechaza el Ho, es decir existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos.

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Cuadro 17:** Comparaciones múltiples de la prueba de diferencia de Tukey (HSD) para la textura sensorial de las tajadas de mamey.

| TEXTURA                      |  |   |                |            |                                     |
|------------------------------|--|---|----------------|------------|-------------------------------------|
| ATRIBUTOS :                  |  | Resultado de múltiple comparaciones con TUKEY |                |            |                                     |
| DUREZA                       | Si:<br>R1 = 2.33<br>R2 = 3.00<br>R3 = 3.67 | <i>Diferencia de totales</i>                  | <i>Símbolo</i> | <i>HSD</i> | <i>Valor critico de Tukey</i>       |
|                              |  | R1 – R2  = 0.67                               | >              | 0.59       | Si existe diferencia significativa. |
|                              |  | R1 – R3  = 1.33                               | >              | 0.59       | Si existe diferencia significativa. |
|                              |  | R2 – R3  = 0.67                               | >              | 0.59       | Si existe diferencia significativa. |
| FRACTURABILIDAD              | Si:<br>R1 = 2.89<br>R2 = 2.22<br>R3 = 1.67 | <i>Diferencia de totales</i>                  | <i>Símbolo</i> | <i>HSD</i> | <i>Valor critico de Tukey</i>       |
|                              |  | R1 – R2  = 0.67                               | <              | 0.85       | No existe diferencia significativa. |
|                              |  | R1 – R3  = 1.22                               | >              | 0.85       | Si existe diferencia significativa. |
|                              |  | R2 – R3  = 0.56                               | <              | 0.85       | No existe diferencia significativa. |
| RESISTENCIA A LA MASTICACION | Si:<br>R1 = 2.22<br>R2 = 3.00<br>R3 = 3.78 | <i>Diferencia de totales</i>                  | <i>Símbolo</i> | <i>HSD</i> | <i>Valor critico de Tukey</i>       |
|                              |  | R1 – R2  = 0.78                               | >              | 0.54       | Si existe diferencia significativa. |
|                              |  | R1 – R3  = 1.56                               | >              | 0.54       | Si existe diferencia significativa. |
|                              |  | R2 – R3  = 0.78                               | >              | 0.54       | Si existe diferencia significativa. |

**Fuente:** Elaboración propia, 2015

**Cuadro 18: Resultado de sabor sensorial en la determinación del mejor tiempo de inmersión.**

| JUEZ        | MUESTRAS       |                |                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planteamiento de hipótesis:<br/> <math>H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu</math><br/> <math>H_a = \mu_i \neq \mu_j</math>, para algún <math>i \neq j</math></li> <li>Nivel de significación: 0.05</li> <li>Criterio de decisión:<br/> Acepta <math>H_0</math> si <math>F_{cal} \leq F_{tab}</math><br/> Rechaza <math>H_0</math> si <math>F_{cal} &gt; F_{tab}</math></li> <li><math>F_{tab} (0,95; 2; 24) = 3.40</math></li> <li>Nota:<br/> <b><math>T_1(705)</math></b> = tratamiento en inmersión de 0.5 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.<br/> <b><math>T_2(115)</math></b> = tratamiento en inmersión de 1.5 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.<br/> <b><math>T_3(630)</math></b> = tratamiento en inmersión de 3.0 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.</li> </ul> |
|-------------|----------------|----------------|----------------|---|
| Nº          | $T_1$<br>(705) | $T_2$<br>(115) | $T_3$<br>(630) |   |
| 1           | 3              | 4              | 2              |   |
| 2           | 3              | 3              | 2              |   |
| 3           | 4              | 4              | 1              |   |
| 4           | 3              | 4              | 2              |   |
| 5           | 3              | 3              | 1              |   |
| 6           | 4              | 3              | 1              |   |
| 7           | 2              | 4              | 2              |   |
| 8           | 3              | 4              | 1              |   |
| 9           | 3              | 4              | 1              |   |
| <b>(Ri)</b> | 3.11           | 3.67           | 1.44           |   |

Leyenda: 

|                 |   |
|-----------------|---|
| $T_0$ (Testigo) | 4 |
|-----------------|---|

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Tabla 7: ANOVA para el sabor sensorial de las tajadas de mamey en la determinación del mejor tiempo de inmersión.**

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F cal. | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------|--------------|----------------------|
| tratamientos              | 24.07             | 2                  | 12.04                     | 40.63  | 1.98E-08     | 3.40                 |
| repeticiones              | 7.11              | 24                 | 0.30                      |        |              |                      |
| Total                     | 31.19             | 26                 |                           |        |              |                      |

**Decisión:** El  $F_{cal} = 40.63 > F_{tab} (0.95; 2; 24) = 3.40$ , se rechaza la  $H_0$ , es decir existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos.

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Tabla 8: Resultado de múltiple comparaciones con la prueba de diferencia significativa de Tukey (DSH) para el atributo sabor.**

| <i>Diferencia de totales</i> | <i>Símbolo</i> | <i>HSD</i> | <i>Valor crítico de Tukey</i>      |
|------------------------------|----------------|------------|------------------------------------|
| $ R1 - R2  = 0.56$           | <              | 0.64       | No existe diferencia significativa |
| $ R1 - R3  = 1.67$           | >              | 0.64       | Si existe diferencia significativa |
| $ R2 - R3  = 2.22$           | >              | 0.64       | Si existe diferencia significativa |

Dónde: R1 = 3.11; R2 = 3.67; R3 = 1.44

Fuente: Elaboración propia, 2015

Los resultados de las comparaciones múltiples permite establecer que el sabor disminuye ligeramente en todos los tratamientos, sin embargo el tratamiento de inmersión a 1.5 min, es el más cercano al testigo y el tratamiento 3 es el menos adecuado por impartir un sabor indeseable. En conclusión el mejor tiempo de inmersión de  $\text{CaCl}_2$  al 2%.ya sea por evaluación de textura instrumental y sensorial es de 1.5 min.

### **3.2. Caracterización Fisicoquímica, Organoléptica y Microbiológica de las tajadas de mamey.**

Los resultados de la caracterización fisicoquímica de las tajadas de mamey se muestran en la tabla 9. A partir de ellos Arce et al (2000) reportaron 10-14% y 20-22% de sólidos solubles totales para el sapote mamey, valores de brix del fruto que coincide con estos resultados. Los valores iniciales hallados se encuentran en el rango de 10–13 °Brix, muy cercanos a los datos reportados por dicho autor (ver anexo 6). Valores similares se observaron en frutos de mamey almacenados a 4, 10 y 18 °C durante los 18 días de almacenamiento, el porcentaje menor de brix se presentó en frutos expuestos a 4°C y el mayor a 18 °C como se ilustra en la figura13.

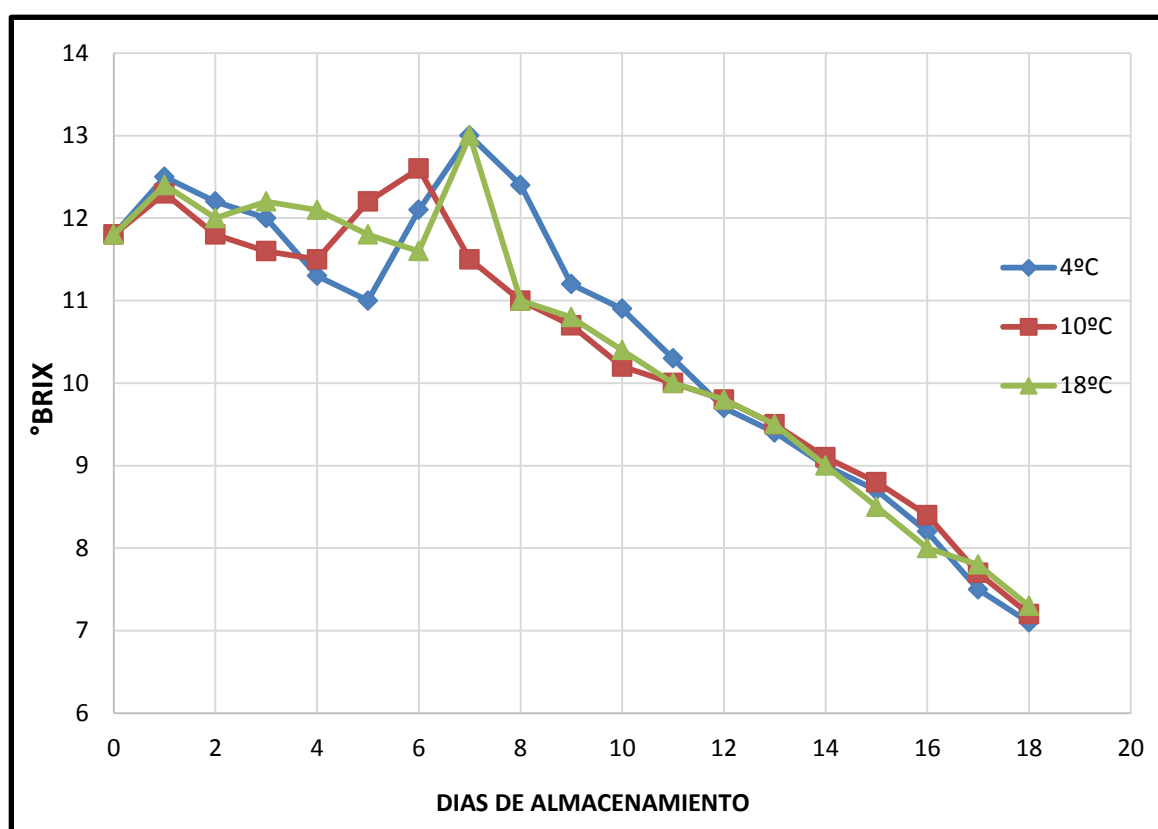


**Tabla 9: Análisis Fisicoquímicos de la materia prima y del producto final.**

| Análisis                            | Materia Prima<br>(0 días de<br>almacenamiento) | Producto Final (CaCl <sub>2</sub> al 2%);<br>(10 días de almacenamiento) |                |             |
|-------------------------------------|--|--|----------------|-------------|
|                                     |  | 4°C  | 10°C           | 18°C        |
| Brix                                | 10- 13   | 10.6-11.1  | 10-10.6        | 9.8-10.4    |
| Acidez (ac. Málico) ( $^g/_{100}$ ) | 0.044 -0.0469                                  | 0.049-0.58   | 0.040-0.051    | 0.071-0.069 |
| Textura (gf)                        | 1124.6 -1286.8                                 | 751-860  | 581-690        | 419-572     |
| Humedad ( $^g/_{100}$ )             | 83.40 – 83.44                                  |  | *82.54 – 82.86 |             |
| Materia seca ( $^g/_{100}$ )        | 16.56 – 16.60                                  |  | *17.14 – 17.46 |             |
| Cenizas ( $^g/_{100}$ )             | 0.139 – 0.152                                  |  | *0.146 – 0.159 |             |

\* Control realizado a temperatura de almacenamiento a 4°C.

Fuente: Elaboración propia, 2015



Fuente: Elaboración propia, 2015

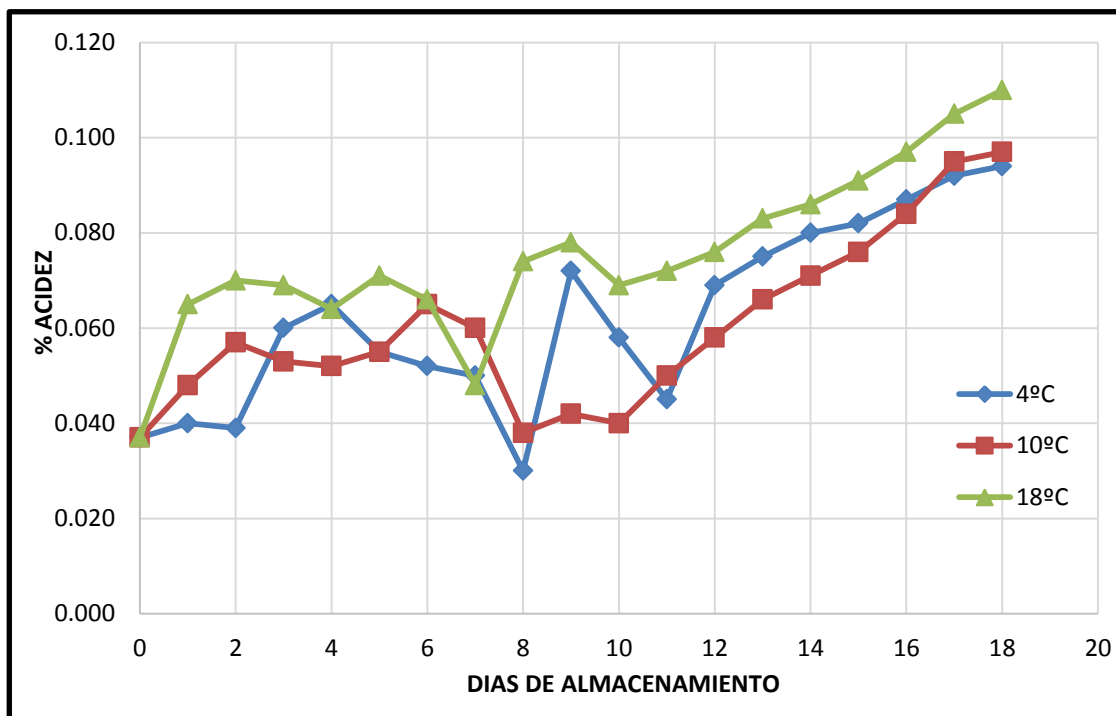
**Figura 13:** Resultado de los °Brix de las tajadas de mamey durante el almacenamiento a 4, 10 y 18°C.

Los resultados las tajadas de mamey conservadas a 4°C, 10°C y 18 °C manifestaron durante los nueve primeros días ligeros cambios de Brix respecto al estado inicial y una lenta disminución en los últimos 10 días. Según Dussan *et al.* (2014), existe una aceleración del metabolismo que con lleva al consumo de azúcares y disminución de los valores de sólidos solubles. Se corrobora en este periodo la tendencia a disminuir los valores de sólidos solubles, dado por efecto de la temperatura, a un aumento en la actividad metabólica del fruto cortado que es propia de la etapa de senescencia. También podemos comparar con los estudios hechos por Marquez y Pretell (2013) para rebanadas de mamey, que dio como resultado una ligera tendencia constante en los 8 días iniciales y luego una lenta disminución durante los últimos 10 días de su almacenamiento a 4° C.

Con relación a la acidez Arce *et al* (2000) señala que el mamey es un fruto de baja acidez (alrededor de 0.04-0.05 expresado como ácido málico) y Alia *et al.* (2007) mencionaron que el mamey es un fruto con bajo porcentaje de acidez y generalmente decrece durante el proceso de maduración. El contenido inicial de ácido málico fue 0.044 como mínimo y 0.0469 como máximo, dichos valores similares de ácido málico fueron observados en frutos de mamey almacenados a 4, 10 y 18 °C durante 18 días. El porcentaje menor de acidez se presentó en frutos expuestos a 4 °C y el mayor ocurrió a 18 °C (ver anexo 6) como se ilustra en la figura14.

Las tajadas de mamey conservadas a 4, 10 y 18 °C presentaron subidas y descensos de acidez en los primeros días, que mantiene un comportamiento normal durante los 11 días de almacenamiento ya que después de este tiempo hasta el final del almacenamiento se observó un incremento drástico hasta los 18 días de almacenamiento. Según Baldino 1997, menciona que en las frutas climatéricas, ocurren reacciones relacionadas con la maduración, y la senescencia es acelerada, por lo

tanto, la liberación de ácidos orgánicos de estas reacciones pueden aumentar la acidez durante su almacenamiento.



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 14:** Resultado de acidez de las tajadas de mamey durante el almacenamiento a 4, 10 y 18°C

El aumento de acidez ocurre por un proceso de deterioro ya sea por la acción de los microorganismos, hidrólisis, oxidación o fermentación que alteran la mayoría de veces la concentración de iones de hidrogeno, esto explica porque la cantidad de ácidos aumenta, debido a que la fruta almacenada a diferentes temperatura de 4, 10 y 18 °C en los últimos días de almacenamiento comienza a tener indicios de fermentación.

Referente a la textura instrumental de materia prima y producto final, Alia *et al* (2005) en su estudio del zapote mamey menciona que los frutos muestran valores de firmeza de 1020 – 1530 gf (10 -15 N), lo cual concuerda con los valores de la investigación de 1124.6 a 1286 gf Si bien la mayor pérdida de firmeza ocurre entre 1 - 5 N =(102 - 510 gf) , este está entre los rangos de la investigación 498.34 – 179.98 gf ver anexo 7.

La disminución de firmeza está asociada a una intensa actividad enzimática. Asimismo Márquez y Pretell (2005) en su estudio de frutas tropicales mínimamente procesadas rebanadas, de mamey en una solución de 1% cloruro de calcio y un almacenamiento a refrigeración de 5° C durante 15 días, encuentra valores de entre 1020 gf – 510 gf (10 – 5 N), y la textura fue disminuyendo a medida que transcurrían los días de almacenamiento.

Alix, 1990 menciona que el zapote de mamey por cada 100g tiene un rango de 82-86% de humedad, resultados coincidentes con la presente investigación en el mamey fresco cuyos valores fueron en el rango de 82.6 y 83.4, pues estos valores obtenidos se acercan a lo reportado (ver anexo 8).

Según la bibliografía de Collazos (2000) el contenido de cenizas para el mamey se encuentra entre 0.17 – 0.29g por 100 gramos de pulpa fresca, según los resultados 0.14 – 0.16 estos son menores al rango, sin embargo tanto en la materia prima como el producto final los valores son semejantes lo que indicaría poco grado de deterioro (Ver anexo 8).

Los resultados de la caracterización organoléptica de las tajadas de mamey se muestra en la tabla 10, en la materia prima fue realizada por los investigadores, otorgaron un valor promedio de una escala 2 en el atributo textura (dureza, fracturabilidad y resistencia a la masticación) y en el atributo sabor una escala de 4, sin embargo los calificativos de los 9 jueces en el producto final otorgando como resultado promedio una escala 3 en los atributos de textura y sabor, ficha de escala (ver anexo 2-k). Oms–Oliu *et al.*, (2010) menciona que la aceptación de los productos mínimamente procesados está relacionada con la percepción de calidad principalmente asociada a la firmeza como atributo mecánico, debido a que su variación concierne a la respuesta de procesos de degradación, cambios bioquímicos.

**Tabla 10: Características organolépticas de la materia prima y el producto.**

| <b><i>Atributo Sensorial</i></b> | <b><i>Materia Prima</i></b>   | <b><i>Producto Final*</i></b>                                   |
|----------------------------------|---|---|
| Dureza                           | Baja , poca dureza al comprimir con las muelas, normal , característico del fruto | Mediana, duro de comprimir con las muelas.                      |
| Fracturabilidad                  | Baja, Mediana aplicación de la fuerza para fracturar con los dientes.             | Mediana ligera o pequeña fuerza para fracturar con los dientes. |
| Resistencia masticación          | Baja, poco tiempo requerido para masticar a una tasa constante                    | Mediana tiempo requerido para masticar a una tasa constante.    |
| Sabor                            | Característico, equilibrado, dulce-acido  | Dulce-acido, medianamente característico.                       |

Producto final: Tajadas de mamey de inmersión de 1.5 minutos de  $\text{CaCl}_2$  al 2%.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Así mismo (Aguayo *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2010), menciona que respecto a las variables de calidad, los jueces percibieron un ablandamiento en el tejido en las muestras tratadas sin calcio como los resultados de la presente investigación en el cual en el producto final incrementa la dureza respecto a la materia prima.

Villanueva *et al* (2000) menciona que la relación de acidez/SST determina el sabor de los frutos con madurez de consumo (MC), Es así como, los resultados de la tesis para la materia prima se encuentra un sabor equilibrado, característico y sabor pierde o disminuye por el tratamiento empleado.

Los resultados de la caracterización microbiológica de las tajadas de mamey se muestran en la tabla 11 la cual comparada con la NTS 071 establece que los resultados obtenidos de la cuenta total viable de las

bacterias mesófilas aerobias expresados en Unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g) es aceptable solo para la Temperatura de 4°C, aunque García (1995), menciona que en la mayoría de los países se ha establecido como criterio, que los productos mínimamente procesados en frutas no deben contener  $10^6$  ufc/g al momento de su fabricación y  $10^7$  ufc/g para su caducidad. Los márgenes contemplados en aquellos niveles mencionado por García (1995), demostrando eficiencia de los procesos aplicados, presentando como apto su aceptabilidad microbiológica para todas las temperaturas, ver anexo 9.

**Tabla 11: Resultados de los Análisis microbiológicos del producto “Mamey en tajadas envasado en film de PEAD”.**

| Resultado de los análisis microbiológico del Producto |                             |                          |                          |                         | NTS N 071-<br>minsa-Digesa |
|---|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Microorga<br>nismos                                   | (Testigo)                   | $T^{\circ} 4^{\circ}c$   | $T^{\circ} 10^{\circ}c$  | $T^{\circ} 18^{\circ}c$ | Limite por g               |
|   | 0 días de<br>almacenamiento | 8 días de almacenamiento |                          |                         |                            |
| Aerobios<br>mesófilos                                 | $2.94 \times 10^3$ Ufc/g    | $4.44 \times 10^5$ Ufc/g | $1.10 \times 10^6$ Ufc/g | $4.9 \times 10^6$ Ufc/g | $10^4 - 10^6$ ufc          |
| Echerichia<br>coli                                    | 43 gérmes /g                | 44 gérmes /g             | 460 gérmes /g            | >1100<br>gérmes /g      | $10 - 10^2$ ufc            |
| Salmonella  | Ausencia/25g                | Ausencia/25g             | Ausencia/25g             | Ausencia/25g            | Ausencia/ 25g              |

Fuente: Elaboración propia, 2015

Brackett, 1987; citado por Pérez, (2003), el daño microbiano puede ser la mayor fuente de trastornos en frutas mínimamente procesadas. Puede ocurrir más rápidamente, debido a los altos niveles de azúcares encontrados en la mayoría de las frutas. Al respecto Fernández (2000), señala que la *Escherichia coli* no debe contar  $> 10^2$  ya que su presencia en los alimentos de ese significa un riesgo para la salud del consumidor. Para el caso de la salmonella la ausencia garantiza el manejo sanitario del alimento para impedir su contaminación, con esa especie habla de buenas prácticas de manufactura aunque para el caso de otras especies identificadas no se cumpla dicha condición.

### **3.3. Determinación del tiempo de vida útil.**

#### **3.3.1. Vida útil a través de la degradación de textura en las tajadas de mamey.**

Según Ramos *et al.* (2008) en su estudio de vida útil para el chicozapote respecto a la firmeza, los frutos al inicio de su experimento tuvieron 9391 gf (92.1 N) disminuyendo la firmeza después de ocho días de almacenamiento a 194 gf (1.9 N). Este comportamiento es similar a lo encontrado en el presente trabajo de investigación, donde a partir de los resultados en el cuadro 19 se puede visualizar que la textura promedio inicial de 1348.85 gf va disminuyendo, siendo a los 18 días de 497.39 gf a 4°C, 331.23 gf a 10°C y 183.69 gf a 18°C (los datos originales se muestra en el anexo 10).

Según Knee (2001), la temperatura de almacenamiento tiene un efecto directo sobre la vida útil del fruto, a mayor temperatura la pérdida de agua es mayor, manifestándose en la disminución del peso fresco y en las características de apariencia y calidad. Al respecto señala Rangel y López (2012), que el efecto de la baja temperatura hace que se vea afectado la velocidad de respiración del fruto, ayudando a mantener su apariencia, textura, calidad sensorial y estabilidad microbiológica, concordante con Scott (1989) quien señala que la degradación de la calidad es retardada por bajas temperaturas ocasionando una reducción de la respiración.

Sin embargo, la baja temperatura no frena totalmente el deterioro según los resultados del presente estudio de investigación, ya que siendo el mamey un fruto tropical exótico fortalecido con el tratamiento de  $\text{CaCl}_2$  al 2%, se ve afectado por la temperatura mostrándose un descenso de textura con respecto al tiempo de almacenamiento. Asimismo la FAO (2000) señala que la mayoría de frutos tropicales experimentan daño por frío a temperaturas entre 5 y

14 °C, mostrando una degradación en el tejido (textura blanda), ennegrecimiento y sabores desagradables cuando se mantienen por algún tiempo.

**Cuadro 19: Resultado de textura instrumental promedio de las tajadas de mamey durante su almacenamiento a 4°C, 10°C y 18 °C.**

| Días | Textura instrumental promedio (gf) a la Temperatura de almacenamiento. |         |         |
|------|--|---------|---------|
|      | 4°C  | 10°C    | 18°C    |
| 0    | 1348.85  | 1348.85 | 1348.85 |
| 3    | 1344.63  | 1157.38 | 1056.04 |
| 6    | 1268.36  | 1102.72 | 820.71  |
| 9    | 873.34   | 746.07  | 695.69  |
| 12   | 680.70   | 491.70  | 347.37  |
| 15   | 597.32   | 364.07  | 239.41  |
| 18   | 497.39   | 331.23  | 183.69  |

Fuente: Elaboración propia, 2015

Los resultados promedio de Textura (gf), el logaritmo natural de la textura (gf) y el valor inverso de la textura (gf), a diferentes días de almacenamiento se muestran en el cuadro 20. La figura 15 muestra el comportamiento de la textura instrumental, del logaritmo de la textura instrumental e inversa de la textura instrumental para las condiciones de almacenamiento a 4°C, 10°C y 18°C que también permite verificar el orden de reacción, según esto el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) con el mejor ajuste corresponde a: 0.9446; 0.9580; 0.9693 para 4, 10 y 18°C respectivamente, correspondiendo así a una reacción de orden1.

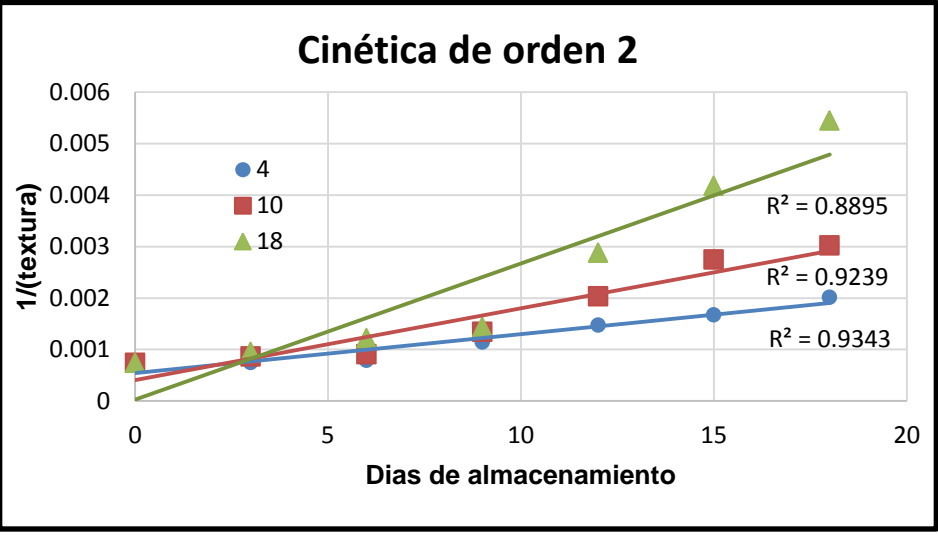
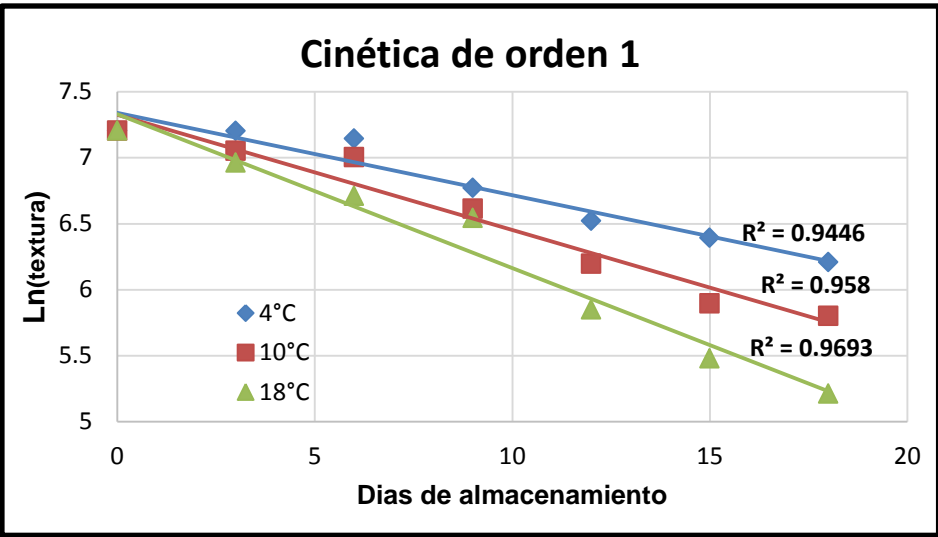
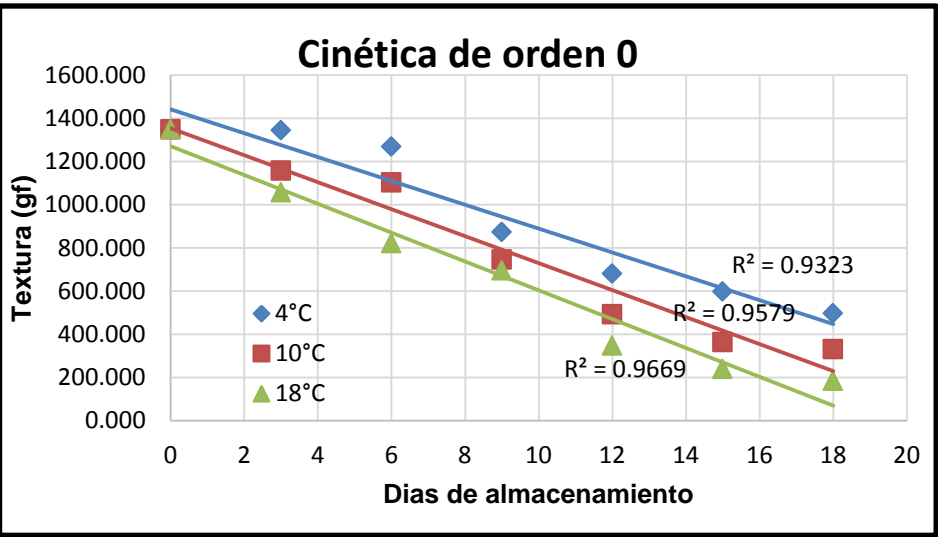


**Cuadro 20: Resultados promedio de textura (gf), logaritmo natural e inversa de la textura para las tajadas de mamey envasado en PEAD con distintos temperaturas 4°C, 10°C y 18 °C.**

| T° (C)      | Condición    | Tiempo de almacenamiento (Días). |          |          |         |         |         |         |
|-------------|--------------|----------------------------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|
|             |              | 0                                | 3        | 6        | 9       | 12      | 15      | 18      |
| <b>4°C</b>  | Textura(gf)  | 1348.846                         | 1344.625 | 1268.363 | 873.335 | 680.699 | 597.318 | 497.394 |
|             | Ln (Textura) | 7.207005                         | 7.203870 | 7.145482 | 6.77231 | 6.52312 | 6.39245 | 6.20938 |
|             | 1/ (Textura) | 0.000741                         | 0.000743 | 0.000788 | 0.00114 | 0.00146 | 0.00167 | 0.00201 |
| <b>10°C</b> | Textura(gf)  | 1348.846                         | 1157.379 | 1102.724 | 746.072 | 491.696 | 364.074 | 331.231 |
|             | Ln (Textura) | 7.207005                         | 7.053913 | 7.005539 | 6.61482 | 6.19786 | 5.89735 | 5.80281 |
|             | 1/ (Textura) | 0.000741                         | 0.000864 | 0.000906 | 0.00134 | 0.00203 | 0.00274 | 0.00301 |
| <b>18°C</b> | Textura(gf)  | 1348.846                         | 1056.042 | 820.7096 | 695.658 | 347.366 | 239.407 | 183.685 |
|             | Ln (Textura) | 7.207005                         | 6.962283 | 6.710169 | 6.54485 | 5.85037 | 5.47816 | 5.21322 |
|             | 1/ (Textura) | 0.000741                         | 0.000946 | 0.001218 | 0.00143 | 0.00287 | 0.00417 | 0.00544 |

Fuente elaboración propia 2015

Figura 15: Resultado de comportamiento de la textura instrumental, del logaritmo de la textura instrumental e inversa de la textura instrumental para las condiciones de almacenamiento de 4°C, 10°C y 18°C.



Valores de coeficiente de determinación de cada orden de ecuación a temperaturas de 4°C, 10°C y 18°C.

| Temperatura | Orden de reacción |               |        |
|-------------|-------------------|---------------|--------|
|             | n=0               | n=1           | n=2    |
| 4°C         | 0.9323            | <b>0.9446</b> | 0.9343 |
| 10°C        | 0.9579            | <b>0.9580</b> | 0.9239 |
| 18C         | 0.9669            | <b>0.9693</b> | 0.8895 |

Según Taoukis et al. (2000) la mayoría de las reacciones que muestran pérdidas en la calidad de los alimentos corresponde a los de orden cero (velocidad constante de deterioración) o de orden uno (velocidad exponencial de deterioración). Las reacciones de primer orden incluyen pérdidas de textura por tratamientos térmicos según Casp y Abril (2003), como se verifica en la presente investigación para todas las temperaturas de almacenamiento (4, 10 y 18 °C).

Al respecto Díaz & Cancino (2007), estudiando la cinética de degradación térmica de textura en cocona evaluadas en tres temperaturas 44, 58 y 74°C en diferente tiempo de calentamiento (2, 6, 10, 14, 18, 30 minutos), encontró que el parámetro textura se ajustó a una cinética de reacción de primer orden, con coeficientes de correlación de 0.944, 0.901 y 0.882 respectivamente. Al respecto Benitez et al (2012) estudiaron el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la tasa de respiración y la textura de la piña recién cortada, a las temperaturas de: 4, 7 y 13 °C .Los resultados indicaron que la pérdida de textura se ajustó un modelo cinético de reacción de primer orden.

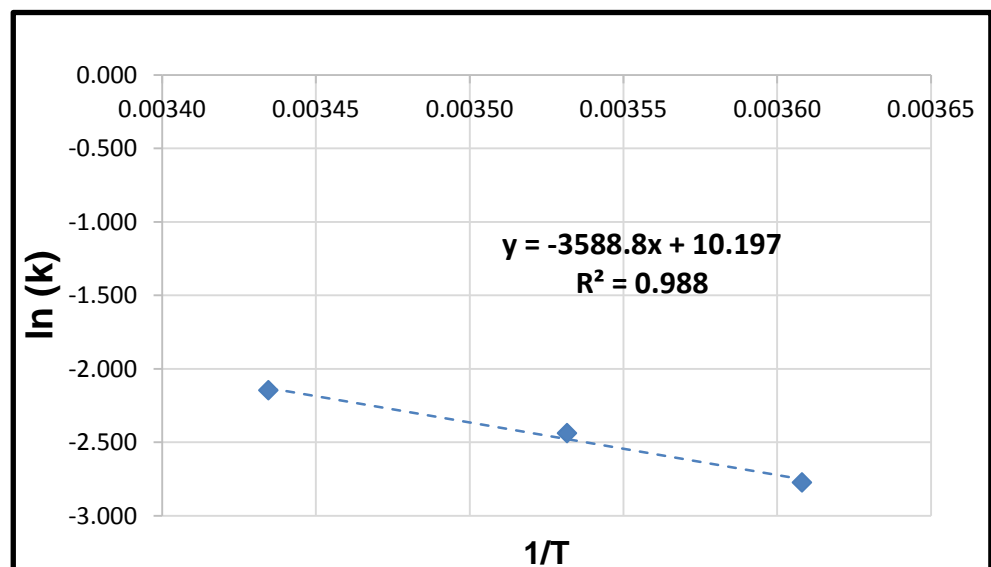
Asimismo, Soliva *et al* (2002) estudiaron la evaluación de las propiedades texturales y microestructura durante el almacenamiento de las manzanas mínimamente procesados, las mediciones se realizaron a intervalos de 12 días a las temperaturas de +4 , 0 y -1°C envasados en bolsas plásticas con atmosfera modificada en condiciones de 100%N<sub>2</sub> ó 90.5%N<sub>2</sub> + 7%CO<sub>2</sub> +2.5%O<sub>2</sub>, determinaron que la textura siguió una cinética de reacción de primer orden. Los resultados de la presente investigación coincide con los hallados por los autores citados, siendo el factor temperatura el que determina el orden de reacción, aunque Díaz & Cancino (2007) emplea la temperatura de calentamiento y la presente investigación emplea temperatura de refrigeración.

La determinación de vida útil según el modelo matemático de Arrhenius, establece la linealización del logaritmo natural de la constante velocidad y la inversa de la temperatura, previamente fueron calculados los valores de  $k$ ,  $\ln k$  e inversa de las temperaturas ( $^{\circ}\text{K}$ ) cuyos valores se muestran en el cuadro 21, a partir de estos resultados se obtuvo la gráfica típica de Arrhenius que se ilustra en la figura 16. La energía de activación ( $E_a$ ) y el factor pre-exponencial ( $k_0$ ) fueron calculados con la pendiente y el intercepto de la recta.

**Cuadro 21: Resultados de los valores de  $k$ ,  $\ln k$  e inversa de las temperaturas de almacenamiento a  $4^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$  y  $18^{\circ}\text{C}$ .**

| n=1                  |                         |         |         |
|----------------------|-------------------------|---------|---------|
| $T^{\circ}$          | $1/t(^{\circ}\text{K})$ | $k$     | $\ln k$ |
| $4^{\circ}\text{C}$  | 0.00361                 | 0.06236 | -2.775  |
| $10^{\circ}\text{C}$ | 0.00353                 | 0.08730 | -2.438  |
| $18^{\circ}\text{C}$ | 0.00343                 | 0.11678 | -2.147  |

Fuente: Elaboración propia 2015



Fuente: Elaboración propia 2015

**Figura 16:** Gráfica Típica de Arrhenius del logaritmo natural en función de la inversa de la  $T$  ( $^{\circ}\text{K}$ ) de las constantes para la textura instrumental de las tajadas de mamey.

La energía de activación calculada fue de 7.13 Kcal/mol lo que indica que el nivel de energía que tiene que absorber las tajadas de mamey para perder textura es relativamente bajo. Este resultado es concordante con Rodrigo *et al.* (1997) que halló valores de energía de activación de 9.56 a 23.41 Kcal/mol en espárragos frescos, como es el caso del estudio de cocona según Díaz & Cancino (2007), donde la energía de activación fue de 6.37 Kcal/mol en pérdida de textura y dando valores de k de 0.0140, 0.0189 y 0.0336 para la temperatura de 44, 58 y 74°C respectivamente.

A partir de la gráfica típica de Arrhenius se determinó la constante de reacción k y el tiempo de vida útil a las temperaturas de 4°C, 10°C, 18°C y 28°C, resultados que se muestran en el cuadro 22. Los resultados de la presente investigación permitieron estimar el tiempo de vida útil a 4°C en 10 días y 21 horas, 10°C en 8 días y 4 horas y 18°C en 5 días y 20 horas, los resultados a 4°C es mayor, a lo que halla García, (2012), en el estudio en trozos de papaya hawaiana fresca envasada, estimando una vida útil de 6 días a esa misma temperatura. Para los resultados de 10°C estos se encuentran por

**Cuadro 22: Determinación del tiempo de vida útil de las tajadas de mamey envasado en film de PEAD a 4, 10, 18 °C aplicando la ecuación de Arrhenius.**

| T(°C) | T(°K)  | E <sub>a</sub><br>(kcal/mol) | k <sub>0</sub> | k(Shelf)   | Tiempo de vida útil |
|-------|--------|------------------------------|----------------|------------|---------------------|
| 4°C   | 277.15 | 7.131044                     | 26809.937      | 0.06376221 | 10 días y 21 horas. |
| 10°C  | 283.15 |                              |                | 0.08389407 | 8 días y 4 horas.   |
| 18°C  | 291.15 |                              |                | 0.11884517 | 5 días y 20 horas.  |
| 28°C  | 301.15 |                              |                | 0.17895504 | 3 días y 21 horas.  |

Dónde: A<sub>0</sub> = 1348.85 gf L<sub>A</sub> = 674.42 gf

Fuente: Elaboración propia, 2015

debajo de lo hallado por Vargas *et al.* (2008) en su estudio de vida útil trabajando con chicozapote envasadas en bolsas de polietileno de baja densidad (PEBD) con atmósfera modificada activa, pues reportó una vida útil de 20 días explicado por la atmósfera modificada constituida por oxígeno y nitrógeno que Vargas emplea y la presente investigación no aplica. A partir de estos resultados, se puede establecer que el tiempo de vida útil a 18°C será mucho menor a 10°C y aun menor a 4°C., Así mismo se pudo determinar la vida útil del producto a 28°C por ser la temperatura promedio durante la estación del año para la ciudad de Chiclayo, según señala SENAMHI (2010) (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) estimando una vida útil para las tajadas de mamey de 3 días y 21 horas en las condiciones de almacenamiento.

## **CAPÍTULO IV**

### **IV. CONCLUSIONES**

1. Se determinó que el tiempo de vida útil de las tajadas de mamey, con  $\text{CaCl}_2$  al 2 %, envasado en film de PEAD, aplicando el modelo de Arrhenius para la textura instrumental fue de 10, 8 y 5 días a las temperaturas de almacenamiento de 4°C, 10°C y 18°C respectivamente.
2. Se estimó como indicadores de deterioro en las tajadas de mamey envasado en film de PEAD a temperatura de 4, 10 y 18°C la textura instrumental, contenido de ácido málico y °Brix; siendo el indicador crítico la textura instrumental.
3. Se estableció que el orden de la cinética de reacción correspondiente al indicador crítico textura instrumental es de grado uno, aplicando el modelo matemático de Arrhenius cuya ecuación es  $y = -3588.8x + 10.197$ , a partir de la cual la energía de activación ( $E_a$ ) es 7.131044 kcal/mol, que permitió predecir los valores de constante de velocidad ( $k$ ) para las temperaturas de 4°C, 10°C y 18°C siendo 0.06376, 0.08389, 0.11885, para las tajadas de mamey con  $\text{CaCl}_2$  al 2 % envasado en film de PEAD.
4. Se evaluó que el cloruro de calcio afecta sobre la textura instrumental y sensorial de las tajadas de mamey envasado en film de PEAD, siendo el mejor tiempo de inmersión en cloruro de calcio al 2% de 1.5 minutos, evaluado mediante pruebas de textura instrumental y sensorial, este último a través de un panel constituido por nueve jueces entrenados. Los resultados se validaron mediante un ANOVA, estableciendo diferencia significativa entre los 3 tratamientos con 95% de confianza, y la prueba de rangos múltiples TUKEY permitió establecer el mejor tratamiento.
5. Se evaluó las características fisicoquímicas de las tajadas mamey correspondiente al mejor tratamiento almacenado a 4°C encontrándose en el rango de 10.6 - 11.1 °Brix; 0.049-0.058% de acidez expresado en

ácido málico; 751-860 gf de textura; 82.54 - 82.86 % de humedad; 17.14 - 17.46 % de materia seca y 0.07-0.085% de cenizas. Las características organolépticas textura (dureza, fracturabilidad y resistencia a la masticación) y sabor, tienen calificación de escala tres, para ambas características.

6. Se evaluó las características microbiológicas de las tajadas de mamey envasada en PEAD almacenadas a 4°C, correspondiendo a  $4.44 \times 10^5$  ufc/g en Aerobios mesófilos, 44 gérmenes/g. en *Echerichia coli* y Ausencia/25g. en Salmonella, coherente con la Resolución Ministerial N° 591-2008-MINSA, declarando apto para el consumo humano.



## **CAPÍTULO V**

### **V. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda evaluar el índice de deterioro microbiano para las tajadas de mamey con cloruro de calcio al 2% envasado en PEAD.
- Estudiar la posibilidad de uso del tratamiento UV, el envasado al vacío y/o uso de atmósfera modificadas activas a las tajadas de mamey con cloruro de calcio al 2% envasado en PEAD.
- Evaluar las propiedades antioxidantes de las tajadas de mamey con inmersión en cloruro de calcio al 2%, así como la cantidad de calcio presente.
- Evaluar el uso de lactato de calcio para minimizar su influencia sobre el sabor del producto.
- Se recomienda ajustar el equipo de refrigeración, para poder minimizar los errores por pérdida de energía que influye sobre la vida útil del producto, así como las condiciones de almacenamiento.

## CAPÍTULO VI

### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerman, D. 1990. A natural history of sense. Random House. New York. Citado por: Anzaldúa Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- AENOR. 1997. Análisis Sensorial - Recopilación de Normas UNE. Editorial AENOR N. A. España. p. 253.
- Aguayo, E., Escalona, V. H. y Artés, F. (2008). Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut Amarillo melon. *Postharvest Biology and Technology* 47(3), 397–406.
- Ali Tejacal I, Soto Hernández R. M, Colinas León, M.T. Martínez Damián, (2005) “Análisis preliminar de carotenoides y compuestos fenólicos en frutos de zapote mamey (*Pouteria Sapota* (Jacq) H. E. Moore & Stearn)” Revista Chapingo. Serie horticultura, julio-diciembre, año/vol. 11, número 002, Universidad Autónoma Chapingo. 225-231.
- Alia, I., Bautista, S., Villanueva, R., Pelayo, C., Colina, T., López, V. (2007). Postharvest physiology and technology of sapote mamey fruit (*Pouteria sapota* (Jacq.)). H. E. Moore & Stearn. Biol. Technol 45. pp. 285-297.
- Alia, I., Colinas, M., Martínez, M., Soto, M. (2005). Daño por frío en zapote mamey (*Pouteria sapota*) I. comportamiento de volátiles, firmeza y azúcares totales, II. Fenoles totales y actividad enzimática. Revista Fitotecnia Mexicana. pp. 25–32.
- Alix C (1999) Frutales y condimentarias del trópico húmedo. UNAH-CURLA/SAG-DICTA/SFE-COHDEFOR/ACDI-PDBL. La Ceiba, Honduras. 345pp.
- Amerine, M. A., Pangborn, R. M. y Roessler, E. B. 1965. Principles of sensory Evaluation of food. Academic. Nueva York. Citado en: Anzaldúa Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- Anzaldúa Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza – España.

- Arce V, E Lozano, A OcampoL, J Perez, S Bautista (2000) Cambios bioquímicos y físico durante el desarrollo y postcosecha del mamey (*Pouteria sapota* (Jacq) H. E.Moore & Steam). Revista Chapingo Serie Horticultura, 6 (1); 63.
- Arguello, D., Murillo, M. y Cavallini, F. 1997. Efecto del calcio en aplicación pre cosecha sobre la severidad de antracnosis y la calidad de frutas de papaya (carica papaya L.). Estudios de mango poscosecha. p. 2 – 7.
- Arnaldos, P. (2008). Algunos aspectos matemáticos relacionados con la predicción de la calidad de frutas y hortalizas en atmosferas modificadas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. p. 14.
- Artés, F. & Artés-Hernández, F. 2000a. Fundamentos y diseño de instalaciones para el procesado en fresco de Hortalizas. En: Alimentación, Equipos y Tecnología. Volumen 3. pp. 135 – 141.
- Artés, F. y Artés-Hernández, F. 2000b. Innovaciones industriales en el procesamiento mínimo de frutas y hortalizas. CTC. Revista Agroalimentación e Industria afines. Volumen 7, pp. 29 -33.
- Artés, F. y Artés-Hernández, F. 2003. Daños por Frío en la Postrecolección de Frutas y Hortalizas. Departamento de Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Cartagena. Edit.: UPCT y SECYTEF. España. pp. 299 – 310.
- AOAC (Official Methods of Analytical Chemists.). Method in Fruit and Vegetables. Visitada el 16 de febrero del 2015, PDF. Disponible en: <http://fssai.gov.in/Portals/0/Pdf/15Manuals/FRUITS%20AND%20VEGETABLES.pdf>.
- Balerdi, F. C., Shaw, E. F. 1998. Sapodilla and related fruit, pp. 78-136. In: Tropical and Subtropical Fruits. Shaw, P. E.; Chan, H. T.; Nagy, S. (eds.). AGSCIENCE. Florida, USA.
- Balerdi, C. & Crane, J. 2005. El mamey sapote Florida. University of Florida. IFAS Extension (UF/IUFAS). Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS28500.pdf>.

- Beaulieu, J., Baldwin, E. 2001. Flavor and aroma of fresh-cut fruits and vegetables. En: Lamikanra O. (eds) Fresh cut fruits and vegetables. Sci. Technol. and Market. Technomics Publishing Co., Inc. Washington, D.C. p.167.
- Benítez, S., Chiumenti M., Sepulcre F., Achaerandio I., Pujolá M. 2012. Modeling the effect of storage temperature on the respiration rate and texture of fresh cut pineapple. Journal of Food Engineering. Barcelona. pp. 527 – 533.
- Brackett, R. 1994. Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*. 10 (3): 195 – 206. Citado por: Pérez, L.; González-Martínez, C.; Chafér, M.; Chiralt, A. (2003) Calidad de frutas mínimamente procesadas I: Pardeamiento enzimático. Alimentación, equipos y tecnología, 180: 81-84.
- Brandt, M., Skinner, E., Coleman, J. 1963. Texture profile method. J. Food Sci., 29, pp. 404 – 409.
- Bolin, H. R. & Huxsoll C. C. 1991. Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce, Journal of Food Science. Vol. 56. pp. 60-67.
- Casp, A y Abril, J (1999). Procesos de conservación de alimentos. España: Mundi- Prensa. Coedición 493p.
- Casp, A. y Abril J. 2003. Procesos de Conservación de Alimentos. España. Mundi - Prensa. 2ª edición. p. 493.
- Carpenter, R., Lyon, D. y Hasdell, T. A. 2000. Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de la Calidad de los Alimentos. Editorial Acirbo Zaragoza - España. p. 191.
- Cedeño, E. & Viteri, K. 2009. Estudio del comportamiento de la pulpa congelada y aceite de semillas obtenido de dos variables diferentes de mamey colocarpum mammosum (mamey colorado) y Mammea americana (mamey Cartagena). Guayaquil – Ecuador. Escuela Superior Politécnica del litoral. pp. 11 – 85.

- Cervera, A. 2003. Envase y Embalaje. La venta silenciosa. Editorial ESIC (Escuela Superior de Gestión comercial y Marketing). 2º Edición. España. pp. 161 – 170.
- Chavesta. V y Díaz V. (2013). Obtención y Evaluación sensorial de la aceptabilidad de galletas con harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) y salvado de arroz (*Oryza sativa*. L) Tesis. Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.
- Civille, G. V. y Szczesniak, A. S. 1973. Guidelines to training a texture profile panel. J. Texture Stud. 4, pp. 202-209. Citado por: Anzaldúa Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- Collazos, C. 2000. Tablas peruanas de composición de alimentos Séptima edición. Ministerio de Salud, Instituto Nacional, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (Cenari) Lima Perú.
- Díaz Correa, J. & Cancino Chávez, K. 2007. Estudio de la cinética de degradación térmica de textura y su aplicación en el tratamiento térmico de cocona (*Solanum Sessiliflorum* Dunal) en almíbar. Revista de Ingeniería UC. Vol. 14, Nº 3. Lima. Pp 57 – 67.
- Dussan, S., Torres, C., Hleap, J. 2014. Efecto de un recubrimiento comestible y diferentes empaques durante el almacenamiento refrigerado de Mango “Tommy Atkins” minimamente procesado, Inf. Tecnol. 25(4),
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2000. Manual de manejo Postcosecha de frutas tropicales Papaya, Piña, Plátano, Cítricos. Visitada el 12 de abril 2015 Disponible en: <http://Lfao.org/inpho/contentdocumentsivlibrarylac304s/ac304sOthtrn#1>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas y OMS (Organización Mundial de la Salud). 2002. Informe sobre la salud en el mundo 2002 – Reducir los riesgos y promover una vida sana. Las Vitaminas. Visitada el 15 de abril del 2015, disponible en: <http://www.who.int/whr/2002/es/>

- FAO (Organización de las Naciones Unidas). 2007. El estado mundial de la agricultura y alimentación 2007. Comité Sistema de producto Mamey. Ed. FAO. Roma.
- Friedman, M. 1996. Food browning and its prevention: An overview. J. Agric. and Food Chem. 44: pp. 631-653.
- García, B. & Mossel, D. 1995. Microbiología de los Alimentos. 1ªera. Edición Española. Acribia. Zaragoza – España.
- García, D. 2012. Efecto de las sales de calcio en la vida de anaquel y aceptabilidad de papaya hawaiana (Carica papaya var. Sunrise), fresca cortada - Ecuador– versión PDF. Visitada en 10 de enero del 2015 Disponible en:  
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/3082/1/AL487.pdf>
- Gómez-Jaime, R., Nieto-Ángel, D., Téliz-Ortiz, D., Mora-Aguilera, A., Nava-Díaz, C., Martínez-Damián, M., Vargas-Hernández, M. 2012. Manejo postcosecha de zapote mamey (*Pouteria sapote* (Jacq.) H. E. Moore and stearn) y su impacto en la calidad de la fruta. Revista Chapingo Serie Horticultura. pp. 253 – 262.
- González, J., Venturini, E. & Oria, R. 2003. Proceso de elaboración de frutas IV gama: ejemplo práctico. En: productos hortícolas mínimamente procesados. Editores: Lobo, M. Gloria y Mónica Gonzáles. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. pp. 79-93.
- Gorny, J. 1998 .A summary of CA and MA requirements and recommendations of fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. Postharvest Hort. Series (19). pp. 30-66
- Heldamann, D y Lund D. (1992). Handbook of Food Engineering. Primera edición. 756p. EEUU; Marcel Dekker.
- Hernández U. y Gallardo N. 1998. Composición parcial de polisacáridos de las fibras de Chayote, brócoli y mamey. Temas de tecnología de alimentos. Columen 2. Fibra dietética. Edit. Por LAjolo, F. M. y Wenzel, E. CYTED. IPN Mexico, D. F. pp 43 – 45.

- Higuera, C. & Yahia, E. 1992. Fisiología y Tecnología Postcosecha de productos hortícolas. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Primera edición. Impreso en Mexico.
- Howard, L. & Hernández, B. 1996. Controlled atmosphere storage of chili jalapeño. J. Food Sci. 61. pp. 645-650.
- ICUC (International Centre for Underutilised Crops). 2005. Tres especies de Zapote en América Tropical: *Pouteria campechiana* (Canistel), *P. sapota* (Zapote Mamey) y *P. Viridis* (Zapote Verde). Universidad de Southampton, Southampton, UK.
- IFT (Institute of Food Technologists). 1991. El envasado en Alimentos. Chicago. Visitada el 10 marzo del 2015 Disponible en: <https://www.ift.org/>
- IFST (International Food Standard). 1993. Shelf Life of Foods – Guidelines for its Determination and Prediction. London: Institute of Food Science & Technology.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2012. Series Nacionales. Producción de Mamey. Visitada el 18 de febrero del 2015, disponible en: <http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2014. Compendio Estadístico Perú 2014- IV censo Nacional Agrario. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1173/cap12/cap12.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap12/cap12.pdf).
- IIDESO (Instituto de Investigación y Desarrollo de Sur Occidente). 2005. Estudio de variabilidad y preservación de cultivares de Mamey (*Mammea americana* L.), en la región Sur Occidental de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala Dirección General de Investigación. pp. 4-6
- Killcast, D y Subramaniam, P. (2011). Pasta and beverage stability and shelf life. Woodhead Publishing Limited.
- Kramer, A. 1964. Definition of texture and its measurements in vegetables products. Food Technol. 18: 304 – 307. Citado por: Anzaldúa Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza – España.

- Knee, M. 2001. Fruit quality and its biological basis. Sheffield Academic Press Ltd. CRC Press. Sheffield, UK. p. 279.
- Labuza, T. (1982). Shelf life dating of food. Westport, CT: Food and Nutrition Press.
- Labuza, T. (1984). Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *Journal Chemical Education* 61(4): 348-358.
- Labuza T. 1999. Literature Review on Water activity and glass transition, University of Minnesota. Department of Food Science and Nutrition. P.11-13. Visitada el 15 de enero del 2015 versión htm. Disponible en [http://www.fsci.umn.edu/Ted\\_Labuza/Papers/tpl\\_papers.htm](http://www.fsci.umn.edu/Ted_Labuza/Papers/tpl_papers.htm).
- Labuza, T. 2000. Determination of shelf life of Foods. Availableat. , visto el 12 de abril del 2015. Versión PDF Disponible en: [www.fsci.umn.edu/Ted\\_Labuza/PDF\\_files/papers/General%20Shelf20Life%20Review.pdf](http://www.fsci.umn.edu/Ted_Labuza/PDF_files/papers/General%20Shelf20Life%20Review.pdf).
- Lamikanra. O. & Watson, M. 2004. Effect of calcium treatment temperature on fresh-cut cantaloupe melon during storage. *Journal of food Science* 69(6), C468 – C472.
- Larmond, E. 1973. Physical requirements for sensory testing. *Food Technol.* pp. 27, 28. citado por: Anzaldúa Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- Larmond, E. 1977. *Laboratory methods for sensory evaluation of foods*. Can Dept. Agri. Publi. p 1637, citado por: Anzaldúa Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- Latham, M. C. 2002. *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo*. Colección FAO Alimentación y Nutrición N<sup>a</sup> 29. ISSN 1014 3173. FAO, Roma.
- Mackey, C. 1984. Evaluación sensorial de los alimentos. Ediciones Ciepe. Caracas, Venezuela. pp. 75 – 80.



- Main, L. 1985. Effect of preprocessing treatments on the firmness and quality characteristics of whole and sliced strawberries after freezing and thermal processing. J. Food Sci., Vol. 51, pp. 391 – 394.
- Martínez, A., Alia, I; Valle, S.; Colinas, M. 2006. Refrigeración de frutos de Zapote mamey (*Pouteria sapote* (Jacq) H.E. Moore & steam) Cosechados en diferentes, fechas en tabasco, México, Revista Fitotecnia mexicana setiembre, año/vol. 29, número especial 2. pp. 51-57, Disponible en: [http://www.researchgate.net/publication/26474320\\_Refrigeracin\\_de\\_frutos\\_de\\_zapote\\_mamey\\_pouteria\\_sapota\\_\(jacq.\)\\_H.\\_E.\\_Moore\\_\\_stearn\\_cosechados\\_en\\_diferentes\\_fechas\\_en\\_Tabasco\\_Mxico](http://www.researchgate.net/publication/26474320_Refrigeracin_de_frutos_de_zapote_mamey_pouteria_sapota_(jacq.)_H._E._Moore__stearn_cosechados_en_diferentes_fechas_en_Tabasco_Mxico).
- Martins, A., Arnez, E., Pereira, M., Bezerra, F., Nascimento, A., Puschman, R. 2011. Tecnología de Procesamiento Mínimo de Frutas y Hortalizas. Edición UFV (Universidad Federal de Vicosa). Brasil. pp. 6 -12
- Márquez, L. & Pretell, C. 2013. Efecto de la dosis de Irradiación UV-C y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y antioxidantes de frutas tropicales mínimamente procesadas. Universidad Privada Antenor Orrego. Pueblo Cont. Vol. 24 N° 1. Perú – Trujillo. pp. 141 – 166.
- Milacatl Hernández, Victoria. 2003. Tesis de nivel licenciatura. Cambios en atributos sensoriales y degradación de ácido ascórbico en función de la temperatura en puré y néctar de mango. Universidad de las Américas Puebla.
- Mendoza, J. D. 2008. Polvo estable de pulpa de mamey y productos alimenticios a partir de este. WO2008127083 A1. p. 50. Visto el 12 abril del 2015. Disponible: <http://www.google.com/patents/WO2008127083A1?cl=es>
- Mercado- Silva, E., Aquino – Bolaños, E. N. 2005. Enzimas involucradas en el deterioro. En: González-Aguilar GA, Gardea AA, Cuamea-Navarro F (eds) Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. CIAD AC. Hermosillo, Sonora. p. 558.
- Merchetti, R., Casadei, M., Guerzoni, M. 1992. Microbial population dynamic in ready-to-use vegetables salads. Ital. J. Food Sci. 2: 97-108.

- Mickelbart, M. V. 1996. Sapodilla: A potencial crop for subtropical climates. In: Progress in new crops (ed Janick) ASHS Press Alexandria VA.
- MINAG (Ministerio de Agricultura y Riego). 2013. Anuario Producción Hortofrutícola. Dirección de Información Agraria – Evaluación Mensual de la Dinámica Agropecuaria (EMDA). pp. 139 – 140. Disponible en: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos>.
- MINSA (Ministerio de Salud). 2008. Resolución Ministerial. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de consumo humano. DIGESA. Perú.
- Moretti, C. L. 2007. Manual de procesamiento mínimo de frutas y hortalizas. Brasilia: Embrapa Hortalizas. p. 5.
- Monje Peters M, (2003). Elaboración y conservación se pasta de Ajo Blandino ( *Allium ampeloprasum* L.) Tesis para optar el grado en Ingeniería de Alimentos , Universidad Austral de Chile, Chile.
- Nieto, Bonilla, Bolaños (2003). El boro y la relación boro-calcio (B-ca<sup>2+</sup>). Visitado en el 30 de enero del 2015, version pdf disponible en: <http://www.uam.es/personal/pdf/ciencia/bolarios/investigación/boro/htm>
- Oms–Oliu, G., Rojas–Graü, M.A., Gonzalez, L.A., Varela, P., Soliva–Fortuny, R., Hernando, M.I., Munuera, I.P., Fiszman, S. y Martín–Belloso, O. (2010). Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh–cut fruit: A review. *Postharvest Biology and Technology* 57(3), 139–148.
- Oquendo Torres, J. D. 2007. Optimización de las condiciones de operación de tratamientos osmóticos destinados al proceso mínimo de mango (*Mangifera indica* L.). Universidad Politécnica de Valencia. Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo. Valencia.
- Orduz J., Rangel J. 2002. Frutales Tropicales Potenciales para el Piedemonte Llanero. Corpoica. Colombia. pp. 107- 112.
- Pedrero, D.L., Pangborn, R.M. 1996. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. México D.F.: Alhambra Mexicana. p. 260.

- Pennington, T. D. y Sarukhán, J. 1998. Árboles Tropicales de México. Manual para la Identificación de las Principales Especies. Universidad Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. D. F., México. p. 518
- Pereira, L. M., Carmello–Guerreiro, S. M., Junqueira, V., Ferrari C. y Hubinger, D. (2010). Calcium lactate effect on the shelf life of osmotically dehydrated guavas. *Journal of Food Science* 75(9), E612–E619.
- Pérez (2003). Aplicación de métodos combinados para el control del desarrollo del pardeamiento enzimático en pera (variedad blanquilla), minimamente procesada. Universidad poliyecnica de Valencia, Departamento de tecnología de alimentos, disponible en: <http://riunet.upv.es/handle/10251/2663>.
- Potter, N. & Hotchkiss J. 2007. La Ciencia de los Alimentos. Editorial EDUTEX S. A. Reimpresión de 1999. México. pp 538, 619.
- Ramos, F., Alia, I., López, V., Colinas, M., Acosta, C., Tapia, A. y Villegas, O. 2008. Almacenamiento de frutos de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] en atmosfera modificada. Revista Chapingo. Serie Horticultura Mexicana. Vol. 15 nº 1.
- Rangel, M. & López, A. 2012. Cambios en frutas tropicales frescas, cortadas y empacadas en atmósfera modificada durante su almacenamiento en refrigeración. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental. Universidad de las Américas Puebla. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. pp. 94 - 109.
- Robert, C. & Wiley D. 1997. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Editorial Acribia S. A., Zaragoza. p. 361.
- Robledo, J. 2004. Descubre los frutos exóticos. Ediciones Norma-Capitel. Madrid – España.
- Rocha, A. M. C. N., Morais, A. M. M. B. 2003. Shelf life of minimally processed apple (cv Jonagored) determined by colour changes. *Food Control*. 14(1). pp. 13-20.

- Rodrigo C., Rodrigo M., Fiszman S. y Sánchez T. 1997. Thermal Degradation of Green Asparagus Texture. *Journal of Food Protection*. 60: 315 – 320.
- Romero, N., Saucedo, C., Sánchez, P., Rodríguez, J., González, V., Rodríguez, M. & Báez, R. 2006. Aplicación foliar de Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>: Fisiología y calidad de frutos de mango “Haden”. *Terra Latinoamericana* 24 (4): 251 – 527.
- Rosas. A. (2015). Formulación, Elaboración y Vida Útil de una pasta Seca Alimenticia de Harina de Arroz Oriza sativa, Enriquecida con Harinas de Quinoa *Chenopodium quinos* y Kiwicha *Amaranthus caudatus*.. Tesis. Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.
- Saborio, Saenz, Aruz y Bertsch (2000). Efecto del calcio en aplicaciones pre cosecha y pos cosecha sobre la severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y la calidad de frutos de papaya (*Carica papaya*). *Agronomía Costarricense* 24(2); 77 - 88.
- Salinas – Hernández, R. M., Gonzáles – Aguilar, G. A., Pirovani, M. E., Ullín- Montejo, F. 2007. Modelación del deterioro de productos vegetales frescos cortados. División Académica de Ciencias Agropecuarias. UJAT. Centro de Investigación en Alimentación y desarrollo. Argentina. pp. 184 - 193.
- Sancho, J. Bota E., de Castro J. 2002. Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona. Barcelona.
- SAGARPA 2011. Padrón de Productores de Mamey de la Región de la Cañada de Huamuxtitlán.-México.
- Scott, V. 1989. Interaction of factors to control microbial spoilage of refrigerated foods. *Journal of Food Protection*. V. 52, n. 6, pp. 431 – 435
- Sapers, G., Cooke, P., Heidel, A., Martin, S., Miller, R. 1997. Structural changes related to texture of pre-peeled potatoes. *J. Food Sci.* 62(4). pp. 797-803.
- Sauri,E; Tamayo, E; Diaz, j; Garcia, k ; Vargas,I ; Gonzales, S y Centurion, A 2007. Calidad y vida útil de dos cultivares de mamey (*Pouteria sapota*)

cosechados en Yucatán, México. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agro exportaciones.(S3-P137)(pp4630-470). Mexico: instituto Tecnológico De Merida. Visitada el 20 de enero del 2015 Disponible en: <http://www.horticom.compd/imagenes/68/819/68819.pdf>.

- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2010. Caracterización Climática a Nivel Nacional. Disponible en: [http://geoservicios.senamhi.gob.pe:8399/Caracterizacion\\_Climatica\\_Nacional/mapviewer.jsf?width=1059&height=587](http://geoservicios.senamhi.gob.pe:8399/Caracterizacion_Climatica_Nacional/mapviewer.jsf?width=1059&height=587).
- Soliva-Fortuny, R. C., Biosca-Biosca, M., Grigelmo-Miguel, M., Martín-Belloso, O. 2002. Browning polyphenol oxidase activity and headspace gas composition during storage of minimally processed pears using modified atmosphere packaging. J. Food Sci. Agric. 82(13), pp.1490-1496.
- Szczesniak, A. S. 1963. Classification of textural characteristics. Journal of Food Science. 28, p. 385 citado por: Anzaldúa Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- Taoukis, SP, Labuza PT, Saguy SI. 2000. Kinetics of food deterioration and shelf-life prediction. En: The handbook of food engineering practice. CRC Press Boca Ratón. p. 634.
- UNAH (Universidad Nacional Autónoma de Honduras). 1999. Frutales y condimentarias del trópico húmedo. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico. Honduras. p. 345.
- UNE 87008. 1992. Análisis Sensorial de Alimentos. Metodología. Guía general. ICS. Comité AEN/CTN 87. AENOR.
- Ureña Peralta, M. O. 1999. *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. 1era Edición. Perú: Agraria.
- USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos). 1995. Métodos para el cuidado de alimentos perecederos, durante el transporte por camiones. Manual de Agricultura Nº 669, publicado en Septiembre.
- Van Boekel, S y Martinus, A. (2009). Kinetic Modeling of Reactions in Foods. New York; CRC Press.


- Vargas, M., Sauri, E., Tamayo, E., González, S., Tamayo, J. 2015. Chicozapote fresco y cortado (*Achras Sapota*) con actividad antioxidante; una demanda actual del consumo de frutas. *Revista Mexicana de Agronegocios*, Vol. XIX, núm. 36, pp. 1315 – 1324.
- Vargas, M., González, S., Escamilla, J. Tamayo, J. 2008. Alternativas para la comercialización del chicozapote: Tecnologías de los tratamientos mínimos. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Cuarta Época. Vol. 23, pp. 644 – 655.
- Varoquaux, P., Wiley, R. C. 1994. Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. En: *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. Wiley RC (eds). Chapman & Hall. New York. pp. 226-228.
- Velázquez. K., Alvarado B., Reyes. A., 2015. Historia del mamey *Pouteria sapota*, Laboratorio de Desarrollo de Nuevos Productos Alimenticios. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, pp1.
- Vidaurre, J (Ed.) (2014). Principios Básicos para determinar la vida útil de los alimentos, Perú: Universidad Nacional Agraria de la Molina (inédito)
- Villanueva, R., Evangelista, S., Arenas, M., Díaz, J., Bautista S. 2000. Cambios bioquímicos y físicos durante el desarrollo y postcosecha del mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H. E. Moore & Stearn). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 6. pp. 63 – 72.
- Whitaker, J., Lee, C. 1995. Recent advances in chemistry of enzymatic browning. En: *Enzymatic browning and its prevention*. American Chemical Society. Washington, D.C. pp. 3-7.
- White, P. & Broadley, M. 2003. Calcium in plants. *Ann. Bot.* Volumen 92. pp. 1 – 25.
- Wilbey, R. 1997. Estimating shelf life. *Internacional Journal of Dairy Technology*. 50(2): 64-67.
- Wiley, R. 1994. *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. Chapman & Hall. New York. p. 368.

## CAPÍTULO VII


### VII. ANEXOS

#### ANEXO 1

#### Ficha técnica del cloruro del calcio granulado.



**CC food® 77%**  
**CALCIUM CHLORIDE E 509 FLAKES**



---

**Product Data Sheet**

**General Description**

CC food® is produced under strict supervision to ensure high levels of purity and consistency. The product complies with EC 2012/231, FCC and FAO standards. To ensure that the product meets our stringent demands, comprehensive analysis techniques are employed before the product is shipped. A Certificate of Analysis is provided with this product.

**Applications**

CC food® is used in various applications within the food and beverage industries. Some examples of common applications are:

- Production of beer and soft drinks to adjust mineral content.
- Re-mineralization of desalinated water.
- Cheese manufacturing in combination with rennets to accelerate coagulation.
- Fresh fruits, canned fruits and pickled vegetables to increase the firmness and shelf life.

For more information on applications see: [www.tetrachemicals.com](http://www.tetrachemicals.com)

**Availability & Packaging**

CC food® is produced in Finland. The product is available worldwide in the packaging options shown in this PDS.

**Safety and Handling**

Before using this product, refer to the MSDS (available on the Company's website). Calcium chloride is a hygroscopic product and should be stored indoors on pallets at normal temperatures. If stored according to recommendations, the shelf life is two (2) years.

**TETRA Chemicals Europe**

**Sweden**

Box 901, SE-251 09  
Helsingborg, Sweden

**Phone:** +46 42 453 27 00  
**Fax:** +46 42 453 27 80

**Finland**

Box 551, FI-67701  
Kokkola, Finland

**Phone:** +358 6 8282 111  
**Fax:** +358 6 8282 575

[www.tetrachemicals.com](http://www.tetrachemicals.com)

**FOOD GRADE CaCl<sub>2</sub> PACKAGING**

| Package         | Dimensions LxWxH | Units     |
|-----------------|------------------|-----------|
| 25 kg Bag       | 1080x1070x1050   | 42/Pallet |
| 1000 kg Big Bag | 1000x1000x1350   | 1         |

**PHYSICAL PROPERTIES**

|              |                              |
|--------------|------------------------------|
| Appearance   | White flakes                 |
| Odor         | None                         |
| Bulk Density | 800 to 900 kg/m <sup>3</sup> |

**TYPICAL SIEVE ANALYSIS**

| Sieve  | Approximate % Passing |
|--------|-----------------------|
| 6.3 mm | 100                   |
| 4 mm   | 90                    |
| 2 mm   | 30                    |
| 1 mm   | 10                    |

**CHEMICAL PROPERTIES**

| Parameter                                    | Unit  | Specification | Typical Value | FCC 7th ed Limit |
|--|-------|---------------|---------------|------------------|
| CaCl <sub>2</sub> Concentration              | %     | > 77          | 78            | 75 - 81          |
| Residual mass as H <sub>2</sub> O            | %     | N/A           | 18 - 22       | N/A              |
| pH (in 5% CaCl <sub>2</sub> solution at 20°) | -     | 9 - 11        | 10.4          | N/A              |
| Mg and Alkali salts                          | %     | < 4.0         | 2.3           | < 4              |
| Insoluble in water                           | %     | < 0.20        | 0.03          | N/A              |
| Alkalinity as Ca(OH) <sub>2</sub>            | %     | < 0.15        | 0.13          | N/A              |
| F  | mg/kg | < 40          | 18            | < 40             |
| Heavy Metals (as Pb)                         | mg/kg | < 20          | < 20          | N/A              |
| Fe   | mg/kg | < 10          | 3             | N/A              |
| Pb   | mg/kg | < 2           | 0.5           | < 5              |
| As   | mg/kg | < 1           | < 0.01        | < 3              |
| Hg   | mg/kg | < 1           | < 0.01        | N/A              |

**SPECIFICATIONS**

- Food Chemicals Codex (FCC), 7<sup>th</sup> edition, 2011
- EC 2012/231
- DIN 19626
- JECFA 2004

TETRA CHEMICALS EUROPE

## **ANEXO 2**

### **Entrenamiento y selección de jueces.**

La población de candidatos a jueces estuvo constituida por alumnos (últimos ciclos) y ex alumnos de la Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la UNPRG con conocimientos previos del Análisis Sensorial en Alimentos. En la fase de reclutamiento fueron 25 los participantes, que comprendían entre los 20 a 25 años de edad, de los cuales 09 fueron los que calificaron para ser jueces fijos, se les asignó un código que se muestra en el reclutamiento de jueces (Anexo 2-A).

El número de candidatos a jueces considerado fue mayor (hasta 2,3 o 4 veces) al número deseado de jueces entrenados para formar parte del panel sensorial (Pedrero y Pangbom, 1996 y AENOR, 1997), puesto que para un panel conformado por jueces entrenados el número requerido de participantes debe ser como mínimo 7 y como máximo 15 jueces (Lamond, 1997; citado por Anzaldúa, 1994).

Para el entrenamiento se emplearon: una encuesta general, dos capacitaciones teórico-práctico y cuatro pruebas discriminativas con la finalidad de seleccionar los de mayor percepción para el análisis sensorial, como podemos observar en la figura 17 y en el cuadro 23. A continuación se detallan las etapas:

#### **Etapas I: Preselección de candidatos a jueces.**

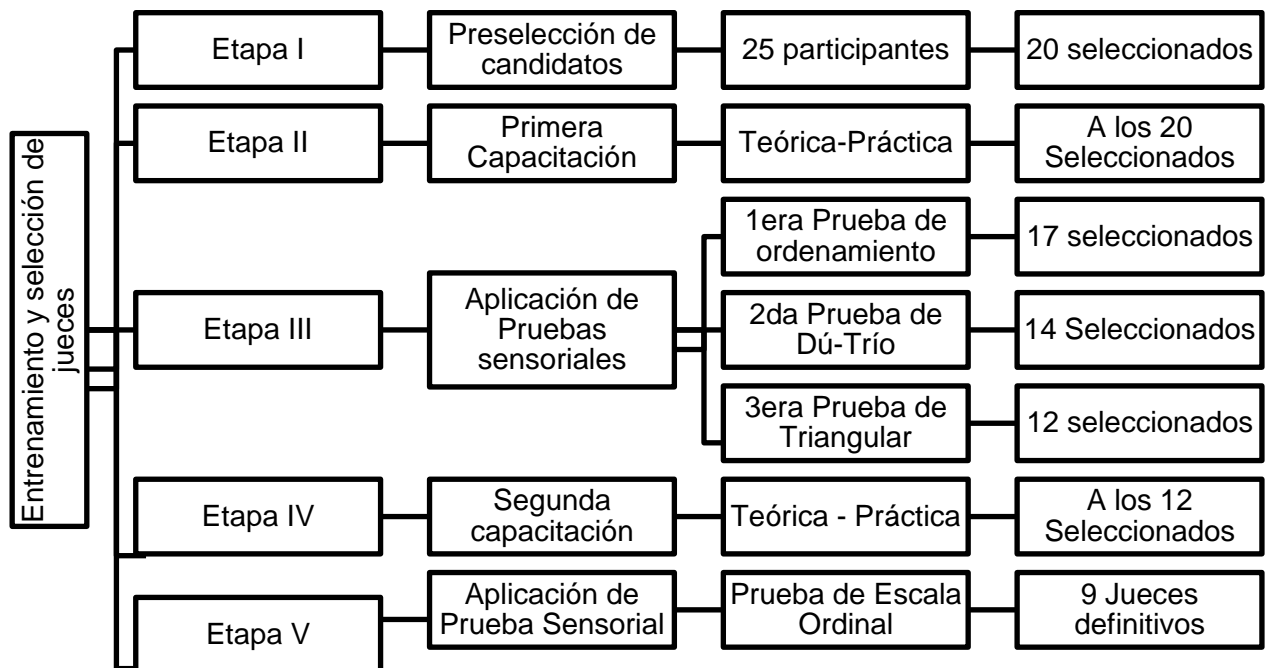
Los criterios de preselección fueron el interés, la disponibilidad de tiempo, la salud, hábitos y preferencias de los panelistas respecto al producto. Por lo cual se estructuró una encuesta (Ver Anexo 2-B y la hoja de vaciado de datos Anexo 2-C) donde se especificaron los puntos de interés relacionados al perfil del juez para desarrollar pruebas sensoriales.

Una vez aplicada la encuesta y seleccionados los candidatos se les reunió para darles a conocer la naturaleza general del estudio, así como los objetivos del ensayo sensorial. La importancia de la participación entre ellas la seriedad, para el buen desarrollo del estudio sensorial.



Asimismo la secuencia fotográfica para el entrenamiento y selección de candidatos a jueces de este procedimiento se ilustra en el anexo15.

**Figura 17: entrenamiento y selección de jueces.**



Fuente: Elaboración propia, 2015

#### **Forma de calificación según cuestionario:**

Para obtener la calificación de la encuesta se tomaron en cuenta cuatro preguntas críticas (Pedrero y Pangbom, 1996):

1. ¿Posee alguna enfermedad que pueda afectar a sus sentidos? (calificación de 10 puntos).
2. ¿Usted fuma? ¿con qué frecuencia? (calificación de 20 puntos.)
3. ¿Está usted interesado en participar en el presente proyecto como para disponer de tiempo requerido? (calificación de 50 puntos).
4. ¿A consumido anteriormente esta fruta, mamey y le gusta? (calificación de 20 puntos).

La calificación total de esta encuesta es de 100 puntos, siendo 80% el puntaje necesario para pasar a la siguiente fase.

**Cuadro 23: Relación de candidatos a jueces y su condición.**

| Nº | Participantes               | Encuesta  | Selección de<br>candidatos | Ordenamiento | Dúo-Trio y<br>triangular | Escala ordinal   |
|----|-----------------------------|-----------|----------------------------|--------------|--------------------------|------------------|
|    |                             | condición | condición                  | condición    | condición                | condición        |
| 1  | Luis Salazar Días.          | NO APTO   |                            |              |                          |                  |
| 2  | Cristian Mundaca Torres.    | NO APTO   |                            |              |                          |                  |
| 3  | Pedro Perez Ucancial.       | NO APTO   |                            |              |                          |                  |
| 4  | Cesar Aparicio Barreno.     | NO APTO   |                            |              |                          |                  |
| 5  | Wilmer Perez Rojas.         | NO APTO   |                            |              |                          |                  |
| 6  | Melissa Flores Sandoval.    | APTO      | Preseleccionada            |              |                          |                  |
| 7  | Leyla Gastelo Fernández.    | APTO      | Preseleccionada            |              |                          |                  |
| 8  | Joselito Delgado Estela.    | APTO      | Preseleccionado            |              |                          |                  |
| 9  | Mónica Sandoval Santamaria  | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionada |                          |                  |
| 10 | Luisa Burgos Eneque.        | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionada |                          |                  |
| 11 | Tathiana Pereira Alcedo.    | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionada |                          |                  |
| 12 | Erika Aguilar Matallana     | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionada | Entrenada                |                  |
| 13 | Johnatank Sandoval Baldera. | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionada | Entrenada                |                  |
| 14 | Mario Vidaurre Carlos       | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionada | Entrenada                |                  |
| 15 | David Morán Leon.           | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionada | Entrenada                |                  |
| 16 | Kendy Gonzales Farro.       | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionada | Entrenada                |                  |
| 17 | Fernando Tello Jimenez.     | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionada | Entrenada                | Panel definitivo |
| 18 | Irving Soriano Rivera.      | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionado | Entrenado                | Panel definitivo |
| 19 | Daniel Veliz Guevara.       | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionado | Entrenado                | Panel definitivo |
| 20 | Alesandra Segura Chavesta.  | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionado | Entrenado                | Panel definitivo |
| 21 | Lissett Cubas Juárez.       | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionado | Entrenado                | Panel definitivo |
| 22 | Bélgica López Aranda.       | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionado | Entrenado                | Panel definitivo |
| 23 | Milagros Tantarico Bances.  | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionado | Entrenado                | Panel definitivo |
| 24 | Luis Carrasco Tantachuco.   | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionado | Entrenado                | Panel definitivo |
| 25 | Oscar Seclén Leonardo.      | APTO      | Preseleccionado            | Seleccionado | Entrenado                | Panel definitivo |

Fuente: Elaboración propia, 2015

## **Etapla II: Capacitación Teórica Práctica.**

A los panelistas seleccionados se les entregó un material didáctico acerca de las características a estudiar entre ellos la textura y los defectos a encontrar en los atributos de fruto (Anexo2-D). Este programa de entrenamiento fue realizado por los responsables del proyecto, tomando en cuenta los criterios de calidad mencionados a fin de que los futuros jueces puedan formular juicios válidos y confiables, libres de preferencias. En cada cabina presentaron tres muestras de mamey, correspondientes a piezas de 2.5 por 2.5 cm, de diferentes estados de madurez con el fin de familiarizar con los atributos sensoriales, dentro de la escala de aceptabilidad establecida por los investigadores.

A continuación se desarrolló en una mesa redonda con los panelistas, donde cada uno exponía sus apreciaciones e inquietudes respecto a todas las muestras presentadas, para así llegar a un consenso sobre los atributos organolépticos.

Se presentaron a los jueces muestras de mamey fresco cortado de diferentes calidad organoléptica (especificando dentro del intervalo de variación aceptable o tolerable así como muestras de calidad no tolerable).

Una vez que los jueces identificaron y distinguieron entre una muestra de óptima, aceptable y baja calidad sensorial según las características de textura y sabor, continuaron con las pruebas sensoriales como parte del entrenamiento y selección.

## **Etapla III: Aplicación de Pruebas Sensoriales.**

### **Prueba de Ordenamiento.**

Se realizaron pruebas de ordenamiento evaluando por separado los atributos de textura (dureza, fracturabilidad y resistencia a la masticación) así como el sabor (característico).

Fueron dos pruebas de ordenamiento aplicadas según intensidad de dureza, fracturabilidad, resistencia a la masticación y sabor, empleando

para ellos en los formatos (Ver Anexo 2-E y la hoja de vaciado de datos Anexo 2-F), haciendo un total de 8 pruebas de ordenamiento por cada juez.

Las muestras se presentaron de forma simultánea en series de 4 muestras y en orden aleatorio debidamente identificado por un código de tres dígitos obtenidos de la tabla de números aleatorios.

#### **Análisis de los resultados:**

El nivel de aciertos correctos por juez para considerarlo fue del 60% como para continuar con las demás pruebas. Cada prueba, por una serie de 4 muestras podían tener 4 aciertos, esto si el juez ordenó debidamente las 4 muestras en orden creciente. Por lo que en las 8 pruebas realizadas por el juez para la evaluación de los atributos (dureza, fracturabilidad, resistencia a la masticación y sabor) se debe tener un total de 32 aciertos correctos, equivalentes al 100% de aciertos correctos. Aciertos mínimos: 20.

#### **Prueba de Dúo Trío**

Se realizaron 3 pruebas de dúo trío en mamey fresco para cada tratamiento correspondiente al tiempo de inmersión del cloruro de calcio al 2%, para evaluar el atributo de textura. Cada prueba comprende 3 ensayos según formato del Anexo 2-G y la hoja de vaciado de datos Anexo 2-H.

El atributo sabor fue evaluado a muestra resultante al mejor tratamiento elegido en la prueba de textura, también se aplicó 3 ensayos para la prueba dúo trío.

La ubicación de las muestras idénticas al de la referencia fue tomada en cuenta verificando que ensayos sucesivos no coincidiese con ensayo anterior y posterior. Las muestras fueron presentadas al juez de forma simultánea, la muestra de referencia con la letra “R” y dos muestras bajo claves por un código de tres dígitos según el método de números aleatorio.

El responsable del panel orientó que en la muestra “R” se evaluará el atributo de textura para las 3 primeras pruebas y la última prueba para sabor. El juez evaluó en primer lugar la muestra de referencia y seguidamente las otras dos, pudiendo repetir la degustación si lo creyera necesario.

#### **Análisis de los resultados:**

Cada juez en total realiza 4 pruebas de dúo trío, haciendo un total de 12 ensayos por juez, es decir 12 respuestas o 12 juicios emitidos en total.

El puntaje mínimo de aciertos correctos por juez considerado fue del 60% del total de aciertos para continuar con las demás pruebas. Aciertos mínimos: 7.

#### **Prueba triangular:**

Se aplicó a cada juez 2 pruebas triangulares según el Anexo 2-I y la hoja de vaciado de datos Anexo 2-J con mamey fresco cortado en cuadrados de 2.5 por 2.5 cm con diferentes características fisicoquímicas previamente seleccionadas por los investigadores. Se presentan las distribuciones de las muestras tal como se indica en la prueba triangular: BAA, AAB, ABA, ABB, BBA, BAB; presentando de esta manera cada muestra, un número igual de veces en cada una de las posiciones angulares del triángulo.

Es así que se formaron 6 ensayos o series de muestras debidamente identificadas por un código de 3 dígitos. Cada juez prueba las muestras presentadas tantas veces como le fueran necesarias para identificar la muestra diferente y reportar su juicio en el formato de respuestas.

#### **Análisis de los resultados:**

Cada juez realiza un total de 2 pruebas triangulares. Cada prueba triangular se realiza en 6 ensayos, haciendo un total de 12 ensayos por juez, es decir 12 respuestas. El puntaje mínimo de aciertos correctos por juez considerado fue del 60% del total de aciertos para continuar con las demás pruebas. Acierto mínimos: 7.

#### **Etapas IV: Segunda Capacitación Teórica Práctica.**

Los jueces que fueron seleccionados por tener alta sensibilidad en el análisis sensorial, capacidad de discriminación y aptitud para la descripción en las pruebas anteriores, y que además demostraron habilidad, interés, eficiencia y honestidad en sus apreciaciones; recibieron una capacitación teórica práctica en la realización de pruebas sensoriales que utilizan escalas ordinales para evaluar la calidad del producto terminado. Se entregó un material didáctico donde se explica el significado de la escala para cada atributo (Anexo 2-K).

##### **La capacitación consistió en:**

- Explicarles los fines específicos que perseguirán los jueces al realizar este tipo de prueba (evaluación por atributo o global).
- Demostrar la forma en que deberán actuar en este tipo de prueba sensorial.
- Explicar el contenido del formato de respuestas en donde los jueces registrarán sus juicios.
- Explicarles el significado de cada uno de los puntos de la escala, es decir la escala para cada uno de los atributos que se presentan en el formato para su evaluación del mamey cortado en fresco.
- Explicarles el por qué este tipo de prueba es definido como una prueba que usa una escala descriptiva ordinal, y la importancia de esta prueba como análisis sensorial de producto terminado.
- Explicarles la forma de calificación que deberán tener en cuenta a la hora de anotar sus respuestas.
- Destacar la importancia de la participación del juez y, al mismo tiempo, la seriedad y concentración requerida.

### **Etapas V: Aplicación de Prueba Sensorial.**

Los jueces que llegaron a esta etapa, fueron entrenados en el uso de escala ordinales. Se les entregó un formato final (Anexo 2-L) y se siguió la hoja de vaciado de datos para su evaluación Anexo 2-M, para evaluar la calidad del mamey fresco cortado correspondiente a los diferentes tratamientos.

Se presentó una serie de 3 muestras debidamente identificadas con códigos de tres dígitos para que las evalúen y reporten sus juicios en el formulario de respuestas. Se hicieron dos repeticiones con la misma serie de muestras ya presentadas pero en distinto orden de presentación; es decir se realizaron dos pruebas.

Al final de cada evaluación, se hizo una discusión moderada por los investigadores.

### **Análisis de los resultados:**

Para el análisis de resultados se elaboró una matriz para aciertos con las puntuaciones obtenidas por cada juez. Las muestras de cada serie serán juzgadas en primera instancia por los investigadores, luego, todas las respuestas reportadas por los jueces fueron contrastadas con estas obteniéndose la calificación de 1 si las puntuaciones coinciden y donde no hubo coincidencia en las respuestas se calificó con 0.

Si por cada prueba realizada el juez acierta con las puntuaciones de las 3 muestras analizadas, el juez obtendría 3 puntos por atributo, por tanto para cuatro atributos evaluados por cada prueba, el puntaje máximo posible a ser alcanzado por los jueces es de 12 puntos por prueba, haciendo un total de 24 puntos por las pruebas correspondientes a los tratamientos. Las respuestas de aquellos jueces que alcanzaron el 85% de los puntos posibles son los que fueron tomados en cuenta, para el análisis estadístico, tal que permita elegir el mejor tratamiento (tiempo de inmersión en cloruro de Calcio al 2%) por el panel entrenado.

## ANEXO 2-A

### Formato: Reclutamiento de jueces.

| N° | Participante               | Código | Genero | Edad |
|----|----------------------------|--------|--------|------|
| 1  | Melissa Flores Sandoval    | M266F  | F      | 20   |
| 2  | Leyla Gastelo Fernández    | L351G  | F      | 23   |
| 3  | Joselito Delgado Estela    | J903D  | M      | 20   |
| 4  | Luis Salazar Días          | L526S  | M      | 24   |
| 5  | Mónica Sandoval Santamaria | M487S  | F      | 22   |
| 6  | Luisa Burgos Eneque        | L516B  | F      | 24   |
| 7  | Tathiana Pereira Alcedo    | T280P  | F      | 25   |
| 8  | Erika Aguilar Matallana    | E587A  | F      | 23   |
| 9  | Johnatank Sandoval Baldera | J148S  | M      | 24   |
| 10 | Mario Vidaurre Carlos      | M530V  | M      | 23   |
| 11 | David Morán Leon           | D509M  | M      | 22   |
| 12 | Cristian Mundaca Torres    | C907M  | M      | 23   |
| 13 | Pedro Perez Ucancial       | P863P  | M      | 21   |
| 14 | Kendy Gonzales Farro       | K346G  | M      | 21   |
| 15 | Fernando Tello Jimenez     | F361T  | M      | 20   |
| 16 | Irving Soriano Rivera      | I978S  | M      | 21   |
| 17 | Daniel Veliz Guevara       | D397V  | M      | 22   |
| 18 | Alesandra Segura Chavesta  | A274S  | F      | 22   |
| 19 | Cesar Aparicio Barreno     | C675A  | M      | 22   |
| 20 | Lissett Cubas Juárez       | L720C  | F      | 23   |
| 21 | Bélgica López Aranda       | B461L  | F      | 24   |
| 22 | Milagros Tantarico Bances  | M416T  | F      | 24   |
| 23 | Wilmer Perez Rojas         | W886P  | M      | 20   |
| 24 | Luis Carrasco Tantachuco   | L436C  | M      | 23   |
| 25 | Oscar Seclén Leonardo      | O756S  | M      | 22   |

Fuente: Elaboración propia, 2015



## ANEXO 2-B

**Formato: Encuesta para pre selección de candidatos a jueces.**

| FICHA PARA PRESELECCION DE CANDIDATOS A JUECES   |           |                       |   |  |              |   |       |          |
|--|-----------|-----------------------|---|--|--------------|---|-------|----------|
| NOMBRE _____   |           | FECHA: ____/____/____ |   |  |              |   |       |          |
| GÉNERO _____   |           | EDAD: _____           |   |  |              |   |       |          |
| <b>A) Generalidades:</b>   |           |                       |   |  |              |   |       |          |
| <b>DETALLE</b>   | <b>SI</b> | <b>NO</b>             | <b>FRECUENCIA</b>   |  |              |   |       |          |
| ¿Ha consumido la fruta de mamey?   |           |                       | Diario: _____ Semanal: _____<br>Quincenal: _____ Mensual: _____   |  |              |   |       |          |
| Le agrada la fruta de mamey  |           |                       | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">Muy<br/>bueno</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center;">bueno</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>  |  | Muy<br>bueno |   | bueno |          |
| Muy<br>bueno   |           | bueno                 |   |  |              |   |       |          |
| <b>B) Hábitos de consumo</b>   |           |                       |   |  |              |   |       |          |
| <b>DETALLE</b>   | <b>SI</b> | <b>NO</b>             | <b>OBSERVACIONES</b>  |  |              |   |       |          |
| Usted ¿Fuma?   |           |                       | N° de cigarros/día :<br><table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Más de 5</td> </tr> </table> |  | 1            | 3 | 5     | Más de 5 |
| 1  | 3         | 5                     | Más de 5  |  |              |   |       |          |
| ¿Padece alguna tolerancia a algún alimento?  |           |                       | ¿Cuál(es) ? _____   |  |              |   |       |          |
| <b>C) Salud: Información medica</b>  |           |                       |   |  |              |   |       |          |
| <b>DETALLE</b>   | <b>SI</b> | <b>NO</b>             | <b>Especifique</b>  |  |              |   |       |          |
| ¿Usted goza de una buena salud?  |           |                       |   |  |              |   |       |          |
| Se encuentra en condiciones para detectar sabor , olor ,color, etc.                            |           |                       |   |  |              |   |       |          |
| Presenta alguna enfermedad como:   |           |                       |   |  |              |   |       |          |
| <b>DETALLE</b>   | <b>SI</b> | <b>NO</b>             | <b>OBSERVACIONES</b>  |  |              |   |       |          |
| Alergia a las frutas   |           |                       | ¿Ingiera medicamentos? _____<br>¿Con que frecuencia? _____  |  |              |   |       |          |
| <b>D) ¿Estaría usted dispuesto a participar en degustaciones de esta fruta fresca cortada?</b> |           |                       |   |  |              |   |       |          |
| SI _____ NO _____  |           |                       |   |  |              |   |       |          |
| _____<br>Responsable del Proyecto  |           |                       | _____<br>Responsable del Proyecto   |  |              |   |       |          |

## ANEXO 2-C

**Hoja de vaciado de datos de encuesta para pre-selección de candidatos a jueces.**

**Fecha:****Hora:**

| Calificación del Cuestionario  |  |         |
|--|--|---------|
| Pregunta del cuestionario  |  | puntaje |
| Generalidades  | ¿Ha consumido la fruta de mamey?   | 5       |
|  | Le agrada la fruta de mamey  | 5       |
| Hábitos de consumo   | Usted ¿Fuma?   | 10      |
|  | ¿Padece alguna tolerancia a algún alimento?                                | 10      |
| Salud  | ¿Usted goza de una buena salud?  | 20      |
|  | Se encuentra en condiciones para detectar sabor , olor ,color, etc.        | 15      |
|  | Información médica. ¿Presenta alguna enfermedad como Alergia a las frutas? | 10      |
| ¿Estaría usted dispuesto a participar en degustaciones de esta fruta fresca cortada? |  | 25      |
| TOTAL  |  | 100     |

[illegible]

Responsable del Proyecto

Responsible del Proyecto

## ANEXO 2-D

### Material Didáctico para evaluación de características el mamey.

Definiciones que ayudarán a comprender mejor los objetivos trazados en esta evaluación sensorial, después cada uno expondrá sus ideas acerca del tema y hablar sobre la descripción de estos atributos organolépticos definidos a continuación como conceptos importante a saber

| Términos                        | Definiciones   |
|---------------------------------|--|
| <b>Análisis sensorial:</b>      | Examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos. Es cualitativo cuando se refiere a la descripción de la naturaleza de los productos.        |
| <b>Evaluación Sensorial</b>     | Disciplina de la Ciencia de los Alimentos que comprende una serie de técnicas para medir de manera exacta y precisa la respuesta del consumidor hacia los alimentos.             |
| <b>Juez sensorial:</b>          | Persona que está dispuesta a participar en una prueba para evaluar un producto valiéndose de la capacidad perceptiva de una o varios de los sentidos.                            |
| <b>Dureza:</b>                  | Concepto sensorial que refiere de la fuerza requerida para comprimir una sustancia entre las muelas (sólidos).   |
| <b>Fracturabilidad:</b>         | Sensorialmente es la fuerza con la que un material se desmorona cruje o se estrella. Clasificación: desmenuzable, quebradizo.  |
| <b>Resistencia masticación:</b> | Concepto sensorial que hace referencia al tiempo requerido para masticar la muestra, a una tasa constante de aplicación, para reducir a una consistencia adecuada para tragarla. |
| <b>Característico:</b>          | Sabor u otra característica organoléptica que le son propio del alimento.  |

#### Diferentes estados de madurez del fruto

|   |  |   |
|---|--|---|
|  |  |  |
| Pintón<br>Brix: 10<br>Sabor: acido.   | Maduro<br>Brix: 12.8<br>Sabor: dulce – acido.  | Muy maduro<br>Brix: 14.2<br>Sabor: muy dulce.   |

## ANEXO 2-E

### Formato: prueba de ordenamiento.

#### FICHA PARA PRUEBA DE ORDENAMIENTO

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Se le han dado a usted cuatro muestras de mamey fresco cortado en cuadrados.

Pruebe las muestras y ordénalas de menor a mayor, la intensidad de dureza, fracturabilidad, resistencia a la masticación (medida en segundos) y sabor, anotando la codificación de los platos en orden creciente según la intensidad percibida.

Enjuáguese la boca con agua pura después de probar cada muestra solo en el sabor.

| Indique las claves de las muestras de MENOR a MAYOR intensidad. |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|
| DUREZA  | _____ | _____ | _____ | _____ |
| FRACTURABILIDAD   | _____ | _____ | _____ | _____ |
| RESISTENCIA A LA<br>MASTICACIÓN                                 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| SABOR   | _____ | _____ | _____ | _____ |

Comentarios:

---

---

---

---

---

-----  
Responsable del Proyecto

-----  
Responsable del Proyecto

## ANEXO 2-F

### Hoja de vaciado de datos para Prueba de Ordenamiento.

Fecha:

Hora:

**Calificación:** 1 punto por respuesta acertada.

| Atributo evaluado:  | Dureza      |             |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Orden de presentación de las muestras<br>(codificación de las muestras).                        | 1º<br>_____ | 2º<br>_____ | 3º<br>_____ | 4º<br>_____ |
| Orden creciente según la intensidad del<br>atributo evaluado (codificación de las<br>muestras . | 1º<br>_____ | 2º<br>_____ | 3º<br>_____ | 4º<br>_____ |

| Muestras ordenadas en forma<br>creciente |           |           |           |           | Numero de aciertos<br>(Puntos obtenidos) |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| Nombre del Participante                  | 846<br>1º | 563<br>2º | 189<br>3º | 721<br>4º |  |
|  |           |           |           |           |  |

-----  
Responsable del Proyecto

-----  
Responsable del Proyecto

## ANEXO 2-G

### Formato: Prueba Dúo Trío.

#### FICHA PARA PRUEBA DE DÚO TRÍO

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

ATRIBUTO EVALUADO: \_\_\_\_\_

Pruebe la muestra de referencia identificada con “R”. Luego deguste las otras dos muestras y anote la codificación de la muestra idéntica al de la referencia.

Enjuáguese la boca con agua después de probar cada muestra. Realizar el mismo procedimiento para los tres ensayos.

Primer Ensayo

| Muestras | Igual a “R” |
|----------|-------------|
| 72 y 85  |             |

Segundo Ensayo

| Muestras | Igual a “R” |
|----------|-------------|
| 64 y 31  |             |

Tercer Ensayo

| Muestras | Igual a “R” |
|----------|-------------|
| 13 y 48  |             |

Marque con un aspa que le pareció el grado de dificultad de la prueba.

Fácil ☐ Regular ☐ Difícil ☐

-----  
Responsable del Proyecto

-----  
Responsable del Proyecto

## ANEXO 2-H

### Hoja de vaciado de datos para Prueba Dúo Trío.

Fecha:

Hora:

**Calificación:** 1 punto por respuesta acertada

| Muestras                  | Códigos        |
|---------------------------|----------------|
| Muestra de referencia "R" | 193, 057 y 286 |
| 2º Muestra:               | 507, 352 y 071 |

| GRUPO | MUESTRAS                        | Muestras que tiene la misma dureza a la de referencia |
|-------|---------------------------------|---|
| A     | R<br>94                      63 | 63  |
| B     | R<br>58                      11 | 58  |
| C     | R<br>27                      49 | 27  |

| Nombre del participante | Par: 94 <u>63</u> | Par: <u>58</u> 11 | Par: <u>27</u> 49 | Numero de aciertos (total de puntos) |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
|                         |                   |                   |                   |                                      |
|                         |                   |                   |                   |                                      |
|                         |                   |                   |                   |                                      |
|                         |                   |                   |                   |                                      |
|                         |                   |                   |                   |                                      |
|                         |                   |                   |                   |                                      |
|                         |                   |                   |                   |                                      |
|                         |                   |                   |                   |                                      |
|                         |                   |                   |                   |                                      |

-----  
Responsable del Proyecto

-----  
Responsable del Proyecto

## ANEXO 2-I

### Formato: Prueba Triangular.

#### FICHA PARA PRUEBA TRIANGULAR

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Examine las tres muestras e indique el código de la muestra que usted considera diferente. Es indispensable que señale una de las tres. Podrá probar repetidas veces las muestras si lo cree necesario.

Enjuáguese la boca con agua después de probar cada muestra. Realizar el mismo procedimiento para los Seis ensayos.

| indique el código de la muestra que usted considera diferente |                 |                    |
|---|-----------------|--------------------|
|   | Muestras        | Muestra diferentes |
| Primer ensayo   | 324 – 718 – 133 |                    |
| Segundo ensayo  | 324 – 592 – 718 |                    |
| Tercer ensayo   | 324 – 718 – 592 |                    |
| Cuarto ensayo   | 718 – 314 – 133 |                    |
| Quinto ensayo   | 718 – 133 – 324 |                    |
| Sexto ensayo  | 718 – 324 – 592 |                    |

-----  
Responsable del Proyecto

-----  
Responsable del Proyecto



## ANEXO 2-J

### Hoja de vaciado de datos para Prueba Triangular.

FECHA:

HORA:

**Calificación:** 1 punto por repuesta acertada

| Muestras    | Brix | Acidez | Ph  | Códigos   |
|-------------|------|--------|-----|-----------|
| 1º Muestra: | 13   | 0.046  | 4.9 | 324 y 592 |
| 2º Muestra: | 10.5 | 0.050  | 4.3 | 718 y 133 |

**Distribución de muestras:**

|   |  |
|---|--|
| 324 – 718 – 133 (Diferente–Igual–Igual) | 718 – 324 – 133 (Igual–Diferente –Igual) |
| 324 – 592 – 718 (Igual–Igual–Diferente) | 718 – 133 – 324 (Igual–Igual–Diferente)  |
| 324 – 718 – 592 (Igual–Diferente–Igual) | 718 – 324 – 592 (Diferente–Igual–Igual)  |

**Presentación de las muestras a los jueces:**

**Jueces**  
**1º - 7º**

| Grupo | Trío            | Muestra diferente |
|-------|-----------------|-------------------|
| A     | 324 – 718 – 133 | 324               |
| B     | 324 – 592 – 718 | 718               |
| C     | 324 – 718 – 592 | 718               |

**Jueces**  
**8º - 14º**

| Grupo | Trío            | Muestra diferente |
|-------|-----------------|-------------------|
| D     | 718 – 314 – 133 | 324               |
| E     | 718 – 133 – 324 | 718               |
| F     | 718 – 324 – 592 | 718               |

| Nombre del Participante | A<br><u>324</u> 718 133 | B<br>324 592 <u>718</u> | C<br>324 <u>718</u> 592 | Número de aciertos<br>(Total de Puntos) |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---|
|                         |                         |                         |                         |   |

| Nombre del Participante | D<br>718 <u>324</u> 133 | E<br>718 133 <u>324</u> | F<br><u>718</u> 324 592 | Número de aciertos<br>(Total de Puntos) |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---|
|                         |                         |                         |                         |   |

-----  
Responsable del Proyecto

-----  
Responsable del Proyecto

## ANEXO 2-K: Formato Para capacitación Teórico - Práctica con uso de Escala Ordinal.

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

| Textura Sensorial  |   |   |  |
|--------------------|---|---|--|
| Atributo<br>Escala | Dureza  | Fracturabilidad   | Resistencia a la masticación   |
| <b>4</b>           | <b>Alta</b><br>Bastante dura al comprimir con las muelas.     | <b>Alta</b><br>Facilidad de fracturarse con los dientes, se desmorona por su sobre-madurez. | <b>Alta</b><br>Bastante tiempo requerido para masticar a una tasa constante. |
| <b>3</b>           | <b>Mediana</b><br>Duro de comprimir con las muelas.           | <b>Mediana</b><br>ligera o pequeña fuerza para fracturar con los dientes.                   | <b>Mediana</b><br>Tiempo requerido para masticar a una tasa constante.       |
| <b>2</b>           | <b>Baja</b><br>Poca dureza, normal, característico del fruto. | <b>Baja</b><br>Mediana aplicación de la fuerza para fracturar con los dientes.              | <b>Baja</b><br>Tiempo requerido para masticar a una tasa constante.          |
| <b>1</b>           | <b>Escasa</b><br>Blando, por sobre – madurez.                 | <b>Escasa</b><br>Difícil de fracturarse, bastante aplicación de fuerza con los dientes.     | <b>Escasa</b><br>Tiempo requerido para masticar a una tasa constante.        |

| Sabor Sensorial |  |
|-----------------|--|
| Escala          |  |
| <b>4</b>        | Característico, equilibrado, dulce-acido.                        |
| <b>3</b>        | Dulce - ácido medianamente característico.                       |
| <b>2</b>        | Muy dulce, poco ácido, ligeramente característico.               |
| <b>1</b>        | Poco característico, desequilibrio, dulce acido , sabor extraño. |

-----  
Responsable del Proyecto

-----  
Responsable del Proyecto

## ANEXO 2-L

### Formato: Prueba de Escala ordinal panel definitivo.

#### FICHA PARA PRUEBA DE ESCALA ORDINAL

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### 1. INSTRUCCIONES:

Se le alcanza tres muestras de tajadas de mamey codificadas respectivamente, las cuales debe ser calificada de acuerdo a los atributos de textura y sabor según la escala ordinal que se indica.

Otorgando una valoración con la que más describa la textura y el sabor percibido para cada muestra.

Enjuáguese la boca con agua después de probar cada muestra.

Enjuáguese la boca con agua pura después de probar cada muestra solo en el sabor.

| CARACTERISTICAS         | Codificación de muestras |     |     |
|-------------------------|--------------------------|-----|-----|
| TEXTURA                 | 705                      | 630 | 115 |
| Dureza                  |                          |     |     |
| Fracturabilidad         |                          |     |     |
| Resistencia Masticación |                          |     |     |
| SABOR                   |                          |     |     |

**ESCALA:** 1= Escasa 2= baja 3= Regular 4= Alta

Observaciones:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

-----  
Responsable del Proyecto

-----  
Responsable del Proyecto

## ANEXO 2-M

**Hoja de vaciado de datos en Prueba para análisis de Textura y sabor con escala ordinal.**

(Análisis mediante matriz de comparación de aciertos con un juez experto)

Fecha:

Hora:

**Calificación:** 0 = Respuesta no acertada.

1 = Respuesta acertada.

## Respuestas del juez XX

| Codificación<br>muestras | Dureza (D) | Fracturabilidad<br>(F) | Resistencia<br>Masticación (R) | Sabor<br>(S) |
|--------------------------|------------|------------------------|--------------------------------|--------------|
| 705                      | 2          | 3                      | 1                              | 3            |
| 630                      | 4          | 1                      | 4                              | 2            |
| 115                      | 3          | 2                      | 3                              | 4            |

[illegible]

## Responsable del Proyecto

## Responsable del Proyecto

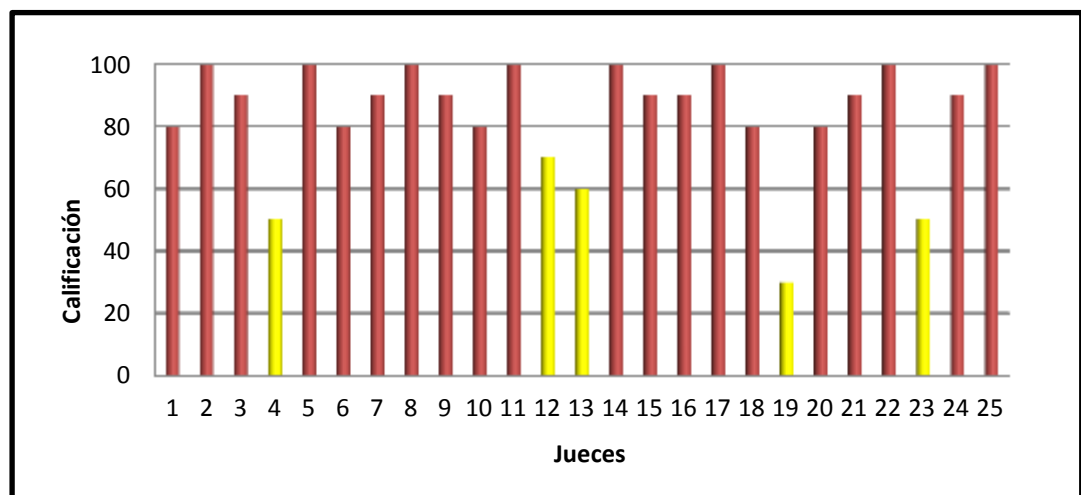
## ANEXO 16-2-N

### Resultados de selección de jueces.

#### ETAPA I: Pre-selección de Candidatos a Jueces.

Según la metodología descrita en el anexo 02 los jueces candidatos fueron sometidos inicialmente a una encuesta, cuyo resultado se muestra en el anexo 2-Ñ, cuya representación gráfica se ilustra en la figura 18.

**Figura 18: Resultado de la encuesta de selección de candidatos a jueces**



Fuente: Elaboración propia, 2015

De los 25 candidatos a jueces, solo 20 de ellos obtuvieron el 80% como mínimo del puntaje total de la encuesta considerándose aptos para iniciar la siguiente etapa de selección para el entrenamiento analítico.

#### ETAPA II: Capacitación Teórico Práctica.

Las 20 personas seleccionadas recibieron una capacitación teórica práctica con la finalidad de familiarizarlos con los atributos sensoriales del mamey fresco cortado en diferente calidad organoléptica., la figura19 ilustra los momentos de la capacitación efectuada.

## ANEXO 2-Ñ

### Registro: preselección de candidatos a jueces.

| Puntuación asignada |              |           |     |     |     |     |     |     |     |                 |           |
|---------------------|--------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----------|
| N°                  | Participante | Preguntas |     |     |     |     |     |     |     | Total de puntos | Condición |
|                     |              | P.1       | P.2 | P.3 | P.4 | P.5 | P.6 | P.7 | P.8 |                 |           |
| 1                   | M266F        | 0         | 0   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 80              | Apto      |
| 2                   | L351G        | 5         | 5   | 10  | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 100             | Apto      |
| 3                   | J903D        | 5         | 5   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 90              | Apto      |
| 4                   | L526S        | 0         | 0   | 0   | 0   | 0   | 15  | 10  | 25  | 50              | No Apto   |
| 5                   | M487S        | 5         | 5   | 10  | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 100             | Apto      |
| 6                   | L516B        | 0         | 0   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 80              | Apto      |
| 7                   | T280P        | 5         | 5   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 90              | Apto      |
| 8                   | E587A        | 5         | 5   | 10  | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 100             | Apto      |
| 9                   | J148S        | 5         | 5   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 90              | Apto      |
| 10                  | M530V        | 0         | 0   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 80              | Apto      |
| 11                  | D509M        | 5         | 5   | 10  | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 100             | Apto      |
| 12                  | C907M        | 0         | 0   | 0   | 10  | 20  | 15  | 0   | 25  | 70              | No Apto   |
| 13                  | P863P        | 0         | 0   | 0   | 10  | 0   | 15  | 10  | 25  | 60              | No Apto   |
| 14                  | K346G        | 0         | 0   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 80              | Apto      |
| 15                  | F361T        | 5         | 5   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 90              | Apto      |
| 16                  | I978S        | 5         | 5   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 90              | Apto      |
| 17                  | D397V        | 5         | 5   | 10  | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 100             | Apto      |
| 18                  | A274S        | 0         | 5   | 0   | 10  | 20  | 15  | 0   | 25  | 75              | Apto      |
| 19                  | C675A        | 5         | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 25  | 30              | No Apto   |
| 20                  | L720C        | 0         | 0   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 80              | Apto      |
| 21                  | B461L        | 5         | 5   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 90              | Apto      |
| 22                  | M416T        | 5         | 5   | 10  | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 100             | Apto      |
| 23                  | W886P        | 0         | 0   | 0   | 0   | 0   | 15  | 10  | 25  | 50              | No Apto   |
| 24                  | L436C        | 5         | 5   | 0   | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 90              | Apto      |
| 25                  | O756S        | 5         | 5   | 10  | 10  | 20  | 15  | 10  | 25  | 100             | Apto      |

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 19: Secuencia fotográfica de primera capacitación a jueces.**



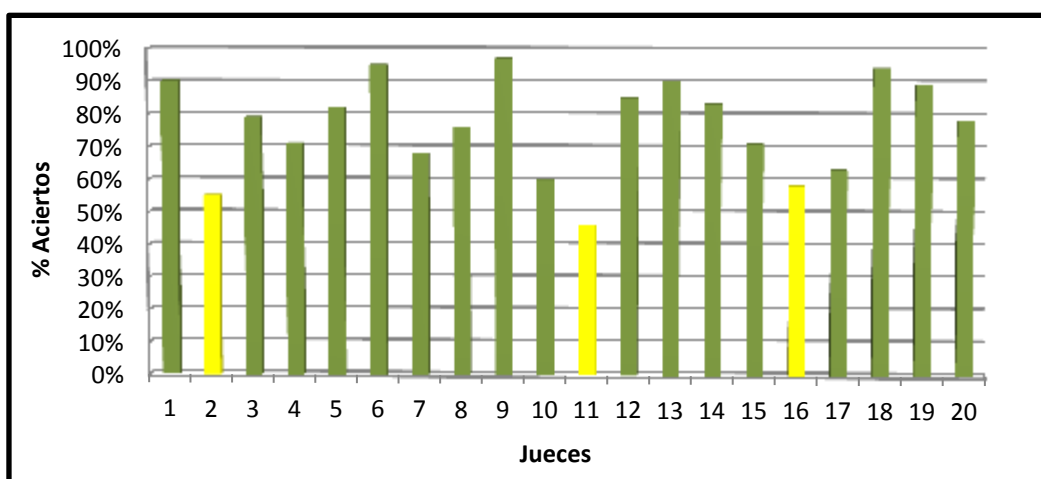
Fuente: Elaboración propia, 2015

### ETAPA III: Aplicación de Pruebas Sensoriales.

#### Prueba de Ordenamiento.

Los resultados de los atributos evaluados por la prueba de ordenamiento se muestran en los anexos 2-O (atributo dureza), 2-P (atributo fracturabilidad), 2-Q (Atributo resistencia a la masticación), 2-R (Atributo Sabor) y el anexo 2-S que muestra los resultados totales de la prueba de ordenamiento declarando la condición del juez. Este último resultado se ilustra en la figura 20.

**Figura 20 : Resultado de la prueba de ordenamiento.**



Fuente: Elaboración propia, 2015

Todos los jueces que obtuvieron el 60% de aciertos como mínimo pasaron a la siguiente prueba. Tal como se muestra en la figura 20, 17 jueces fueron seleccionados en esta prueba por su habilidad para ordenar muestra de mamey fresco cortado según la intensidad percibida de los atributos más relevantes en tajadas de mamey como son la dureza, fracturabilidad y resistencia a la masticación (atributos formando parte de la textura). Esta prueba es muy útil para el entrenamiento de jueces (AENOR, 1997), todos los jueces que resultaron seleccionados en esta prueba fueron aquellos que después de realizar exámenes repetitivos de muestras reales tuvieron actuaciones regulares y fueron capaces de ordenar las presentadas.



## ANEXO 2-O

### Resultados de la prueba de Ordenamiento en el atributo de dureza.

**Calificación:** 1 punto por respuesta acertada.

|   |                               |           |           |           |
|---|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Producto evaluado   | MAMEY CORTADOS EN CUADRADITOS |           |           |           |
| Atributo Evaluado   | DUREZA                        |           |           |           |
| Orden creciente según intensidad del atributo evaluado(Codificación de las muestras ) | 1°<br>846                     | 2°<br>563 | 3°<br>189 | 4°<br>721 |
|   | 1°<br>235                     | 2°<br>950 | 3°<br>642 | 4°<br>110 |
|   |                               |           |           |           |

| N° | Código del Participante | 1era Prueba |     |     |     | 2da Prueba |     |     |     | Numero de aciertos (puntos obtenidos) |
|----|-------------------------|-------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|---------------------------------------|
|    |                         | 846         | 563 | 189 | 721 | 235        | 950 | 642 | 110 |                                       |
|    |                         | 1°          | 2°  | 3°  | 4°  | 1°         | 2°  | 3°  | 4°  |                                       |
| 1  | M487S                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 2  | M266F                   | ✓           | ✓   |     |     | ✓          |     | ✓   |     | 4                                     |
| 3  | L516B                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 4  | T280P                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 5  | E587A                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |
| 6  | J148S                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |
| 7  | M530V                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 8  | D509M                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 9  | K346G                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 10 | F361T                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 11 | L351G                   | ✓           |     |     |     |            | ✓   |     | ✓   | 3                                     |
| 12 | I978S                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 13 | D397V                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 14 | A274S                   |             | ✓   |     | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |
| 15 | L720C                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 16 | J903D                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   |     |     | 4                                     |
| 17 | B461L                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 18 | M416T                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 19 | L436C                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 20 | O756S                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 2-P

### Resultados de la prueba de Ordenamiento en el atributo de fractuabilidad.

**Calificación:** 1 punto por respuesta acertada.

|  |                               |           |           |           |
|--|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Producto evaluado  | MAMEY CORTADOS EN CUADRADITOS |           |           |           |
| Atributo Evaluado  | FRACTURABILIDAD               |           |           |           |
| Orden creciente según intensidad del atributo evaluado(Codificación de las muestras ). | 1°<br>846                     | 2°<br>563 | 3°<br>189 | 4°<br>721 |
|  | 1°<br>235                     | 2°<br>950 | 3°<br>642 | 4°<br>110 |
|  |                               |           |           |           |

| N° | Código del Participante | 1era Prueba |     |     |     | 2da Prueba |     |     |     | Numero de aciertos (puntos obtenidos). |
|----|-------------------------|-------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|--|
|    |                         | 846         | 563 | 189 | 721 | 235        | 950 | 642 | 110 |  |
|    |                         | 1°          | 2°  | 3°  | 4°  | 1°         | 2°  | 3°  | 4°  |  |
| 1  | M487S                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                      |
| 2  | M266F                   |             | ✓   |     | ✓   | ✓          |     | ✓   |     | 4                                      |
| 3  | L516B                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                      |
| 4  | T280P                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                      |
| 5  | E587A                   |             | ✓   |     | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                      |
| 6  | J148S                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                      |
| 7  | M530V                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                      |
| 8  | D509M                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                      |
| 9  | K346G                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                      |
| 10 | F361T                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                      |
| 11 | L351G                   | ✓           |     |     |     |            | ✓   |     | ✓   | 3                                      |
| 12 | I978S                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                      |
| 13 | D397V                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                      |
| 14 | A274S                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                      |
| 15 | L720C                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                      |
| 16 | J903D                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                      |
| 17 | B461L                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                      |
| 18 | M416T                   | ✓           | ✓   |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                      |
| 19 | L436C                   |             | ✓   |     | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                      |
| 20 | O756S                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                      |

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 2-Q

### Resultados de la prueba de Ordenamiento en el atributo de resistencia a la masticación.

**Calificación:** 1 punto por respuesta acertada.

|  |                               |           |           |           |
|--|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Producto evaluado  | MAMEY CORTADOS EN CUADRADITOS |           |           |           |
| Atributo Evaluado  | RESISTENCIA A LA MASTICACIÓN  |           |           |           |
| Orden creciente según intensidad del atributo evaluado(Codificación de las muestras ). | 1°<br>846                     | 2°<br>563 | 3°<br>189 | 4°<br>721 |
|  | 1°<br>235                     | 2°<br>950 | 3°<br>642 | 4°<br>110 |
|  |                               |           |           |           |

| N° | Código del Participante | 1era Prueba |     |     |     | 2da Prueba |     |     |     | Numero de aciertos (puntos obtenidos) |
|----|-------------------------|-------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|---------------------------------------|
|    |                         | 846         | 563 | 189 | 721 | 235        | 950 | 642 | 110 |                                       |
|    |                         | 1°          | 2°  | 3°  | 4°  | 1°         | 2°  | 3°  | 4°  |                                       |
| 1  | M487S                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 2  | M266F                   |             | ✓   |     | ✓   | ✓          |     | ✓   |     | 4                                     |
| 3  | L516B                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |
| 4  | T280P                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 5  | E587A                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |
| 6  | J148S                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 7  | M530V                   | ✓           | ✓   |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |
| 8  | D509M                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |
| 9  | K346G                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 10 | F361T                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 11 | L351G                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 12 | I978S                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 13 | D397V                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 14 | A274S                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |
| 15 | L720C                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 16 | J903D                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 17 | B461L                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 18 | M416T                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 19 | L436C                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 20 | O756S                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 2-R

### Resultados de la prueba de Ordenamiento en el atributo de sabor.

**Calificación:** 1 punto por respuesta acertada.

|   |                               |           |           |           |
|---|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Producto evaluado   | MAMEY CORTADOS EN CUADRADITOS |           |           |           |
| Atributo Evaluado   | SABOR                         |           |           |           |
| Orden creciente según intensidad del atributo evaluado(Codificación de las muestras ) | 1°<br>846                     | 2°<br>563 | 3°<br>189 | 4°<br>721 |
|   | 1°<br>235                     | 2°<br>950 | 3°<br>642 | 4°<br>110 |
|   |                               |           |           |           |

| N° | Código del Participante | 1era Prueba |     |     |     | 2da Prueba |     |     |     | Numero de aciertos (puntos obtenidos) |
|----|-------------------------|-------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|---------------------------------------|
|    |                         | 846         | 563 | 189 | 721 | 235        | 950 | 642 | 110 |                                       |
|    |                         | 1°          | 2°  | 3°  | 4°  | 1°         | 2°  | 3°  | 4°  |                                       |
| 1  | M487S                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 2  | M266F                   | ✓           |     | ✓   |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |
| 3  | L516B                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 4  | T280P                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 5  | E587A                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 6  | J148S                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 7  | M530V                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 8  | D509M                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 9  | K346G                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 10 | F361T                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 11 | L351G                   |             | ✓   |     | ✓   | ✓          |     | ✓   |     | 4                                     |
| 12 | I978S                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 13 | D397V                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 14 | A274S                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 15 | L720C                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 16 | J903D                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 17 | B461L                   | ✓           |     |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 5                                     |
| 18 | M416T                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |
| 19 | L436C                   | ✓           | ✓   |     |     | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 6                                     |
| 20 | O756S                   | ✓           | ✓   | ✓   | ✓   | ✓          | ✓   | ✓   | ✓   | 8                                     |

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 2-S

### Conteo total de puntaje de la prueba de Ordenamiento.

**Calificación:** 1 punto por respuesta acertada.

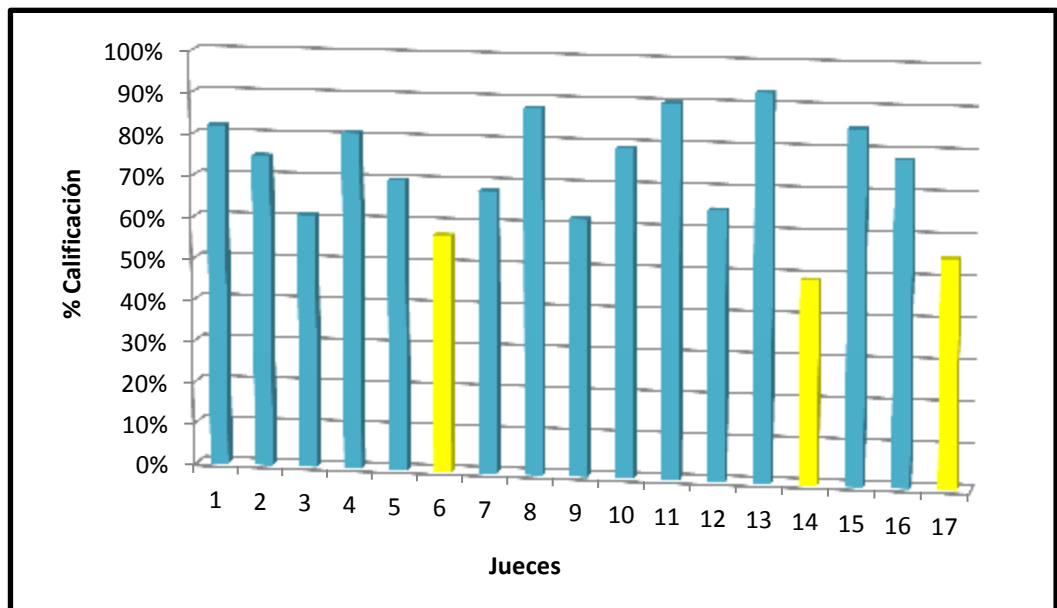
| CONTEO GENERAL |                         |        |                 |             |       |                          |                                  |
|----------------|-------------------------|--------|-----------------|-------------|-------|--------------------------|----------------------------------|
| N°             | Código del participante | Dureza | Fracturabilidad | Resistencia | Sabor | Número total de aciertos | Condición para la Siguiente fase |
| 1              | M487S                   | 5      | 8               | 8           | 8     | 29                       | APTO                             |
| 2              | M266F                   | 4      | 4               | 4           | 6     | 18                       | NO APTO                          |
| 3              | L516B                   | 5      | 6               | 6           | 8     | 25                       | APTO                             |
| 4              | T280P                   | 5      | 5               | 8           | 5     | 23                       | APTO                             |
| 5              | E587A                   | 6      | 6               | 6           | 8     | 26                       | APTO                             |
| 6              | J148S                   | 6      | 8               | 8           | 8     | 30                       | APTO                             |
| 7              | M530V                   | 5      | 5               | 6           | 5     | 21                       | APTO                             |
| 8              | D509M                   | 5      | 5               | 6           | 8     | 24                       | APTO                             |
| 9              | K346G                   | 8      | 8               | 8           | 8     | 32                       | APTO                             |
| 10             | F361T                   | 5      | 5               | 5           | 5     | 20                       | APTO                             |
| 11             | L351G                   | 3      | 3               | 5           | 4     | 15                       | NO APTO                          |
| 12             | I978S                   | 5      | 6               | 8           | 8     | 27                       | APTO                             |
| 13             | D397V                   | 5      | 8               | 8           | 8     | 29                       | APTO                             |
| 14             | A274S                   | 6      | 6               | 6           | 8     | 26                       | APTO                             |
| 15             | L720C                   | 5      | 5               | 8           | 5     | 23                       | APTO                             |
| 16             | J903D                   | 4      | 5               | 5           | 5     | 19                       | NO APTO                          |
| 17             | B461L                   | 5      | 5               | 5           | 5     | 20                       | APTO                             |
| 18             | M416T                   | 8      | 6               | 8           | 8     | 30                       | APTO                             |
| 19             | L436C                   | 8      | 6               | 8           | 6     | 28                       | APTO                             |
| 20             | O756S                   | 5      | 6               | 6           | 8     | 25                       | APTO                             |

Fuente: Elaboración propia, 2015

### **Prueba de Dúo Trío**

Los resultados de los atributos evaluados por la prueba de dúo trío se muestran en los Anexos 2-T y Anexo 2-T-1 y el Anexo 2-U que muestra los resultados totales de la prueba de dúo trío declarando la condición del juez. Este último resultado se ilustra en la figura 21.

**Figura 21: Resultado de la prueba de dúo trío.**



Fuente: Elaboración propia, 2015

Los jueces que alcanzaron el 60% de aciertos como mínimo en sus respuestas por distinguir entre una muestra y otra, continuaran con la etapa de entrenamiento y selección. Al final de llenar sus respuestas en los formatos se les hablo para hacerles distinguir que escala de dureza, fracturabilidad y resistencia de masticación estaba la muestra “R”.

Esta prueba de diferenciación resulta muy útil en la selección de jueces (Ureña y otros, 1999), es una prueba fácil y sencilla. Además nos da la certeza de saber si se está midiendo o percibiendo bien el atributo a evaluar.

## ANEXO 2-T

### Resultados de la Prueba Dúo Trío.

| Primera Prueba |                         |                      |                      |                      |          | Segunda prueba |                         |                      |                      |                      |          |
|----------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|----------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| N°             | Código del participante | Textura : 0.5m       |                      |                      | Aciertos | N°             | Código del participante | Textura : 1.5m       |                      |                      | Aciertos |
|                |                         | A                    | B                    | C                    |          |                |                         | A                    | B                    | C                    |          |
|                |                         | Par:<br>94 <u>63</u> | Par:<br><u>58</u> 11 | Par:<br><u>27</u> 49 |          |                |                         | Par:<br>94 <u>63</u> | Par:<br><u>58</u> 11 | Par:<br><u>27</u> 49 |          |
| 1              | E587A                   | √                    |                      | √                    | 2        | 1              | E587A                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 2              | J148S                   | √                    | √                    |                      | 2        | 2              | J148S                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 3              | M530V                   | √                    |                      |                      | 1        | 3              | M530V                   | √                    | √                    |                      | 2        |
| 4              | D509M                   | √                    | √                    |                      | 2        | 4              | D509M                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 5              | K346G                   |                      | √                    | √                    | 2        | 5              | K346G                   | √                    |                      | √                    | 2        |
| 6              | M487S                   |                      | √                    |                      | 1        | 6              | M487S                   |                      | √                    | √                    | 2        |
| 7              | F361T                   |                      | √                    | √                    | 2        | 7              | F361T                   | √                    |                      | √                    | 2        |
| 8              | I978S                   | √                    | √                    |                      | 2        | 8              | I978S                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 9              | D397V                   |                      |                      | √                    | 1        | 9              | D397V                   | √                    | √                    |                      | 2        |
| 10             | A274S                   | √                    |                      | √                    | 2        | 10             | A274S                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 11             | L720C                   |                      | √                    | √                    | 2        | 11             | L720C                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 12             | B461L                   | √                    | √                    |                      | 2        | 12             | B461L                   |                      | √                    | √                    | 2        |
| 13             | M416T                   | √                    | √                    | √                    | 3        | 13             | M416T                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 14             | L516B                   |                      | √                    |                      | 1        | 14             | L516B                   | √                    |                      |                      | 1        |
| 15             | L436C                   | √                    |                      | √                    | 2        | 15             | L436C                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 16             | O756S                   |                      | √                    | √                    | 2        | 16             | O756S                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 17             | T280P                   | √                    |                      |                      | 1        | 17             | T280P                   | √                    |                      | √                    | 2        |

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 2-T1

### Resultados de la Prueba Dúo Trío.

| Tercera Prueba |                         |                      |                      |                      |          | Cuarta prueba |                         |                      |                      |                      |          |
|----------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|---------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| N°             | Código del participante | Textura : 3m         |                      |                      | Aciertos | N°            | Código del participante | Sabor                |                      |                      | Aciertos |
|                |                         | A                    | B                    | C                    |          |               |                         | A                    | B                    | C                    |          |
|                |                         | Par:<br>94 <u>63</u> | Par:<br><u>58</u> 11 | Par:<br><u>27</u> 49 |          |               |                         | Par:<br>94 <u>63</u> | Par:<br><u>58</u> 11 | Par:<br><u>27</u> 49 |          |
| 1              | E587A                   | √                    |                      | √                    | 2        | 1             | E587A                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 2              | J148S                   |                      | √                    | √                    | 2        | 2             | J148S                   | √                    |                      | √                    | 2        |
| 3              | M530V                   | √                    | √                    |                      | 2        | 3             | M530V                   |                      | √                    | √                    | 2        |
| 4              | D509M                   |                      | √                    | √                    | 2        | 4             | D509M                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 5              | K346G                   | √                    | √                    |                      | 2        | 5             | K346G                   | √                    | √                    |                      | 2        |
| 6              | M487S                   | √                    |                      |                      | 1        | 6             | M487S                   |                      | √                    | √                    | 2        |
| 7              | F361T                   | √                    |                      | √                    | 2        | 7             | F361T                   | √                    |                      | √                    | 2        |
| 8              | I978S                   | √                    | √                    |                      | 2        | 8             | I978S                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 9              | D397V                   |                      | √                    | √                    | 2        | 9             | D397V                   | √                    | √                    |                      | 2        |
| 10             | A274S                   | √                    | √                    |                      | 2        | 10            | A274S                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 11             | L720C                   | √                    | √                    | √                    | 3        | 11            | L720C                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 12             | B461L                   |                      | √                    | √                    | 2        | 12            | B461L                   |                      | √                    | √                    | 2        |
| 13             | M416T                   | √                    | √                    |                      | 2        | 13            | M416T                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 14             | L516B                   |                      |                      | √                    | 1        | 14            | L516B                   |                      | √                    | √                    | 2        |
| 15             | L436C                   |                      | √                    | √                    | 2        | 15            | L436C                   | √                    | √                    | √                    | 3        |
| 16             | O756S                   | √                    | √                    |                      | 2        | 16            | O756S                   | √                    | √                    |                      | 2        |
| 17             | T280P                   |                      |                      | √                    | 1        | 17            | T280P                   | √                    |                      | √                    | 2        |

Fuente: Elaboración propia, 2015



## ANEXO 2-U

### Conteo total de puntaje de la prueba de Dúo Trío.

**Calificación:** 1 punto por respuesta acertada.

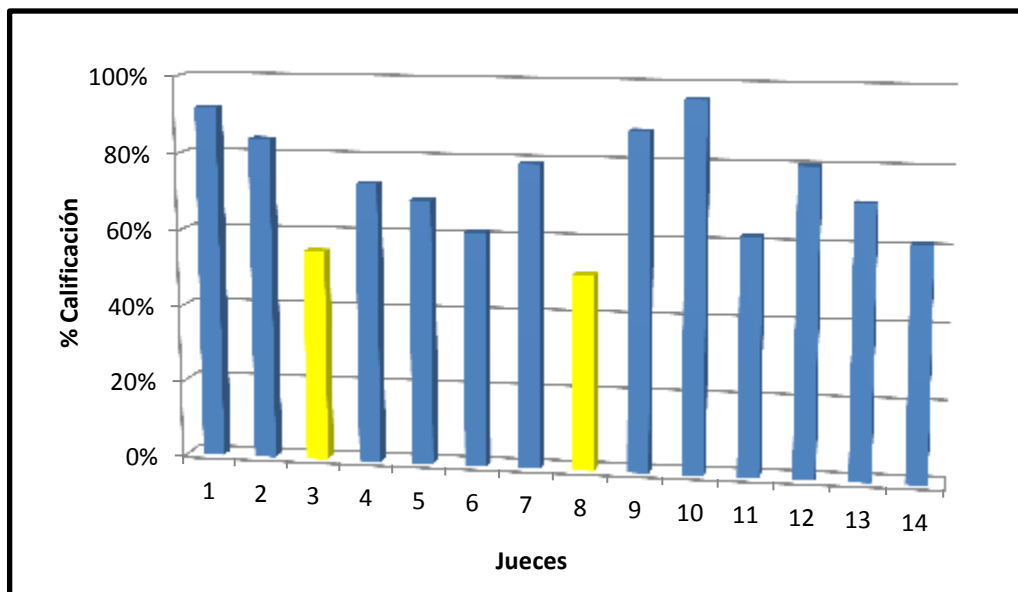
| CONTEO GENERAL |                         |         |         |    |       |                          |                                  |
|----------------|-------------------------|---------|---------|----|-------|--------------------------|----------------------------------|
| N°             | Código del participante | TEXTURA |         |    | SABOR | Número total de aciertos | Condición para la Siguiente fase |
|                |                         | 1/2m    | 1 .1/2m | 3m |       |                          |                                  |
| 1              | E587A                   | 2       | 3       | 2  | 3     | 10                       | APTO                             |
| 2              | J148S                   | 2       | 3       | 2  | 2     | 9                        | APTO                             |
| 3              | M530V                   | 1       | 2       | 2  | 2     | 7                        | APTO                             |
| 4              | D509M                   | 2       | 3       | 2  | 3     | 10                       | APTO                             |
| 5              | K346G                   | 2       | 2       | 2  | 2     | 8                        | APTO                             |
| 6              | M487S                   | 1       | 2       | 1  | 2     | 6                        | No APTO                          |
| 7              | F361T                   | 2       | 2       | 2  | 2     | 8                        | APTO                             |
| 8              | I978S                   | 2       | 3       | 2  | 3     | 10                       | APTO                             |
| 9              | D397V                   | 1       | 2       | 2  | 2     | 7                        | APTO                             |
| 10             | A274S                   | 2       | 3       | 2  | 3     | 10                       | APTO                             |
| 11             | L720C                   | 2       | 3       | 3  | 3     | 11                       | APTO                             |
| 12             | B461L                   | 2       | 2       | 2  | 2     | 8                        | APTO                             |
| 13             | M416T                   | 3       | 3       | 2  | 3     | 11                       | APTO                             |
| 14             | L516B                   | 1       | 1       | 1  | 2     | 5                        | No APTO                          |
| 15             | L436C                   | 2       | 3       | 2  | 3     | 10                       | APTO                             |
| 16             | O756S                   | 2       | 3       | 2  | 2     | 9                        | APTO                             |
| 17             | T280P                   | 1       | 2       | 1  | 2     | 6                        | No APTO                          |

Fuente: Elaboración propia, 2015

### ***Prueba Triangular***

Los resultados de los atributos evaluados por la prueba triangular se muestran en los Anexos 2-V y Anexo 2-V1 y el anexo 2-W que muestra los resultados totales de la prueba triangular declarando la condición del juez. Este último resultado se ilustra en la figura 22.

**Figura 22: Resultado de la prueba triangular.**



Fuente: Elaboración propia, 2015

De los 14 jueces que participaron en esta prueba, 12 clasificaron para continuar con las demás pruebas por obtener como mínimo el 60% de aciertos en sus respuestas.

La eficiencia de una prueba triangular es mayor que la dúo trío ya que la probabilidad de que el juez acierte por casualidad es de sólo 33.3% (Anzaldúa, 1994). La prueba triangular se recomienda para la selección y entrenamiento de jueces y para controlar el grado de eficacia en sus respuestas (AENOR, 1997).

Estas pruebas de diferenciación permiten reclutar jueces capaces de diferenciar muestras de mamey cortado de diferentes características fisicoquímicas y sensoriales.

## ANEXO 2-V

### Resultados de la Prueba triangular.

| PRIMERA FASE |                         |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |
|--------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| N°           | Código del participante | A                    | B                    | C                    | D                    | F                    | G                    | Número de aciertos<br>(Total de Puntos) |
|              |                         | <u>324</u> ,718, 133 | <u>324</u> ,718, 133 | <u>324</u> ,718, 133 | <u>324</u> ,718, 133 | <u>324</u> ,718, 133 | <u>324</u> ,718, 133 |   |
| 1            | M530V                   | ✓                    | ✓                    | ✓                    |                      | ✓                    | ✓                    | 5                                       |
| 2            | D509M                   | ✓                    | ✓                    | ✓                    | ✓                    | ✓                    |                      | 5                                       |
| 3            | E587A                   | ✓                    |                      | ✓                    |                      | ✓                    |                      | 3                                       |
| 4            | K346G                   |                      | ✓                    | ✓                    | ✓                    |                      |                      | 3                                       |
| 5            | F361T                   | ✓                    | ✓                    | ✓                    |                      | ✓                    |                      | 4                                       |
| 6            | I978S                   |                      |                      |                      | ✓                    | ✓                    | ✓                    | 3                                       |
| 7            | D397V                   | ✓                    | ✓                    | ✓                    |                      | ✓                    |                      | 4                                       |
| 8            | J148S                   | ✓                    |                      |                      |                      |                      | ✓                    | 2                                       |
| 10           | A274S                   |                      | ✓                    | ✓                    | ✓                    | ✓                    | ✓                    | 5                                       |
| 11           | L720C                   | ✓                    | ✓                    | ✓                    | ✓                    | ✓                    | ✓                    | 6                                       |
| 12           | B461L                   | ✓                    | ✓                    | ✓                    |                      | ✓                    |                      | 4                                       |
| 13           | M416T                   | ✓                    |                      | ✓                    |                      | ✓                    |                      | 3                                       |
| 14           | L436C                   |                      | ✓                    | ✓                    | ✓                    |                      | ✓                    | 4                                       |
| 15           | O756S                   | ✓                    |                      | ✓                    |                      | ✓                    |                      | 3                                       |

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 2-V1

### Resultados de la Prueba triangula.

| SEGUNDA FASE |                         |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |
|--------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| N°           | Código del participante | A                    | B                    | C                    | D                    | F                    | G                    | Número de aciertos<br>(Total de Puntos) |
|              |                         | <u>324 ,718, 133</u> | <u>324 ,718, 133</u> | <u>324 ,718, 133</u> | <u>324 ,718, 133</u> | <u>324 ,718, 133</u> | <u>324 ,718, 133</u> |   |
| 1            | M530V                   | v                    | v                    | v                    | v                    | v                    | v                    | 6                                       |
| 2            | D509M                   |                      | v                    | v                    | v                    | v                    | v                    | 5                                       |
| 3            | E587A                   | v                    |                      | v                    |                      | v                    |                      | 3                                       |
| 4            | K346G                   | v                    | v                    | v                    | v                    | v                    |                      | 5                                       |
| 5            | F361T                   |                      | v                    | v                    | v                    |                      | v                    | 4                                       |
| 6            | I978S                   | v                    | v                    | v                    |                      | v                    |                      | 4                                       |
| 7            | D397V                   | v                    | v                    | v                    | v                    | v                    |                      | 5                                       |
| 8            | J148S                   | v                    |                      | v                    |                      | v                    |                      | 3                                       |
| 10           | A274S                   |                      | v                    | v                    | v                    | v                    | v                    | 5                                       |
| 11           | L720C                   | v                    | v                    | v                    | v                    | v                    |                      | 5                                       |
| 12           | B461L                   | v                    |                      | v                    |                      | v                    |                      | 3                                       |
| 13           | M416T                   | v                    | v                    | v                    | v                    | v                    | v                    | 6                                       |
| 14           | L436C                   |                      | v                    | v                    | v                    |                      | v                    | 4                                       |
| 15           | O756S                   | v                    | v                    | v                    |                      | v                    |                      | 4                                       |

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 2-W

### Conteo total de puntaje de la prueba de Triangular.

**Calificación:** 1 punto por respuesta acertada.

| CONTEO GENERAL |                         |              |              |                          |                                  |
|----------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|
| N°             | Código del participante | PRIMERA FASE | SEGUNDA FASE | Número total de aciertos | Condición para la Siguiente fase |
| 1              | 1M530V                  | 5            | 6            | 11                       | APTO                             |
| 2              | D509M                   | 5            | 5            | 10                       | APTO                             |
| 3              | E587A                   | 3            | 3            | 6                        | No APTO                          |
| 4              | K346G                   | 3            | 5            | 8                        | APTO                             |
| 5              | F361T                   | 4            | 4            | 8                        | APTO                             |
| 6              | I978S                   | 3            | 4            | 7                        | APTO                             |
| 7              | D397V                   | 4            | 5            | 9                        | APTO                             |
| 8              | J148S                   | 2            | 3            | 5                        | No APTO                          |
| 9              | A274S                   | 5            | 5            | 10                       | APTO                             |
| 10             | L720C                   | 6            | 5            | 11                       | APTO                             |
| 11             | B461L                   | 4            | 3            | 7                        | APTO                             |
| 12             | M416T                   | 3            | 6            | 9                        | APTO                             |
| 13             | L436C                   | 4            | 4            | 8                        | APTO                             |
| 14             | O756S                   | 3            | 4            | 7                        | APTO                             |

Fuente: Elaboración propia, 2015

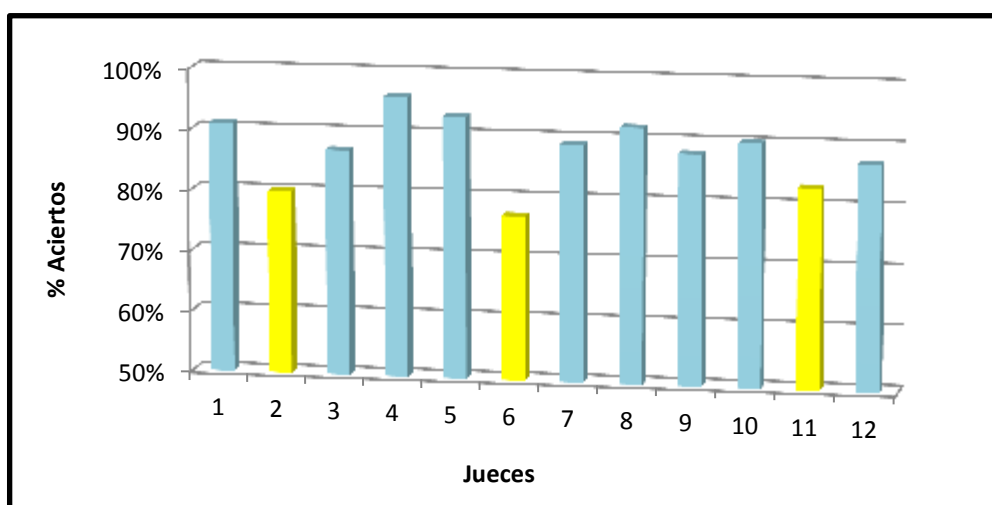
#### **Etapla IV: Segunda Capacitación Teórica Práctica.**

Los 12 jueces clasificados en la prueba triangular, recibieron una capacitación teórico-práctica acerca de la naturaleza y propósito de las pruebas que usan escalas ordinales para evaluar la calidad sensorial del producto (mamey fresco cortado), la acción correspondiente a esta etapa se ilustra en la figura.24.

#### **Prueba con Uso de una Escala Ordinal.**

Los resultados de los atributos evaluados por la prueba escala ordinal se muestran en los Anexo 2-X y el Anexo 2-Y que muestra los resultados totales de la prueba escala ordinal declarando la condición del juez. Este último resultado se ilustra en la figura 23.

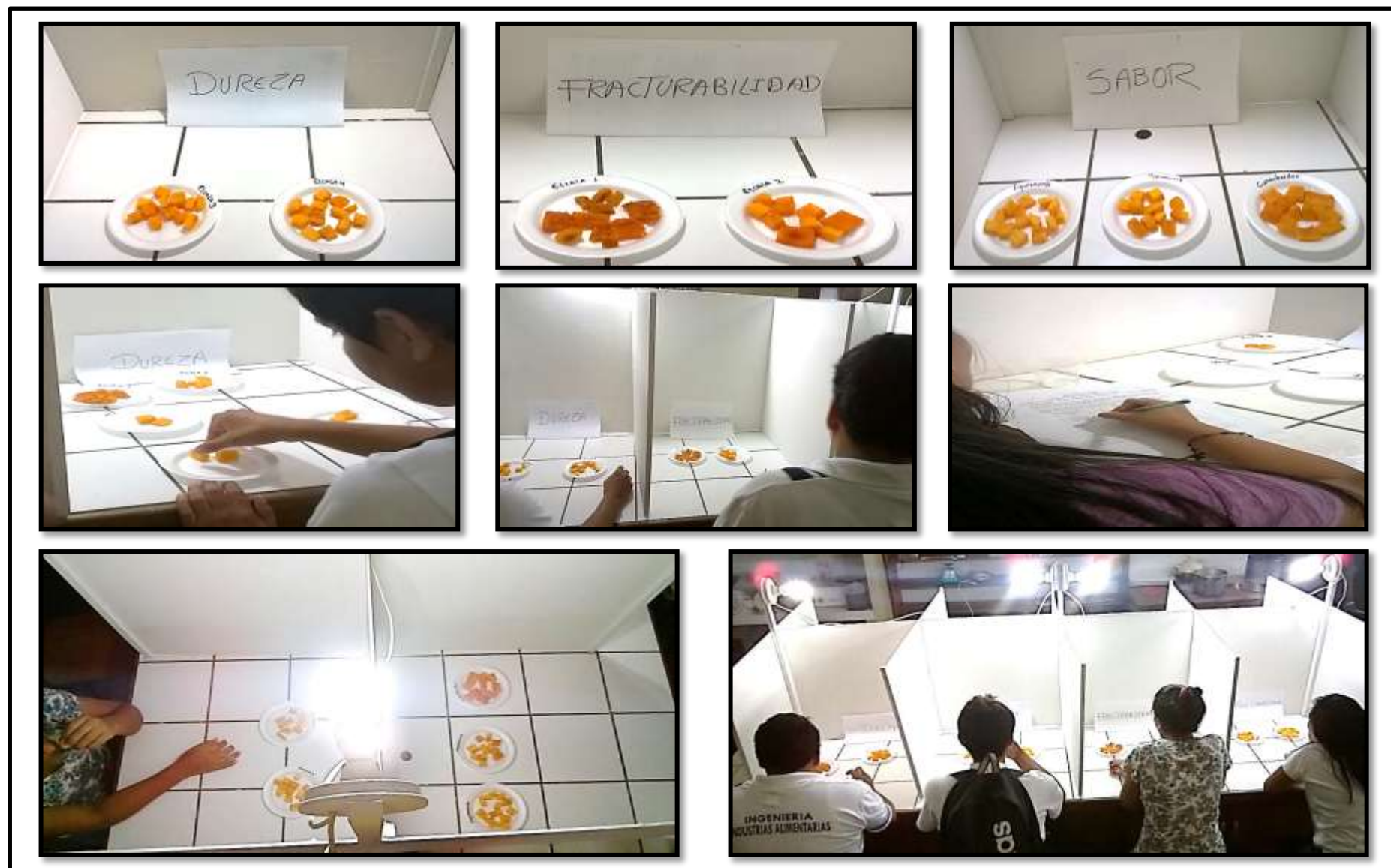
**Figura 23: Resultado de la prueba con uso de una escala ordinal**



Fuente: Elaboración propia, 2015

Se seleccionaron para formar parte del panel sensorial 9 de los 12 jueces, quienes demostraron estar aptos para realizar pruebas sensoriales que utilizan escalas ordinales para evaluar tanto textura como sabor del producto terminado de mamey fresco cortado y que finalmente es el tipo de prueba considerado como una parte de la valoración total para decidir el mejor tratamiento en tiempo de inmersión de efecto del cloruro de calcio en el sabor como textura del fruto.

**Figura 24** Secuencia fotográfica de segunda capacitación a jueces seleccionados.



Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 2-X

### Resultados de la Escala ordinal.

| PRIMER RONDA   |       |     |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |                   |
|--|-------|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-------------------|
| <div>ATRIBUTO</div> <div>Código del N participante</div> |       | 705 |   |   |   | 630 |   |   |   | 115 |   |   |   | total de aciertos |
|  |       | D   | F | R | S | D   | F | R | S | D   | F | R | S |                   |
|  |       | 2   | 3 | 1 | 3 | 4   | 1 | 4 | 2 | 3   | 2 | 3 | 4 |                   |
| 1  | F361T | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ |     | ✓ | ✓ | ✓ | 11                |
| 2  | M530V | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ |   |   | 10                |
| 3  | I978S | ✓   |   | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ |   | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 10                |
| 4  | D397V | ✓   | ✓ | ✓ |   | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 11                |
| 5  | A274S | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ |     | ✓ | ✓ | ✓ | 11                |
| 6  | D509M |     | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   |   | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ |   | 9                 |
| 7  | L720C |     | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ |   | 10                |
| 8  | B461L | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   |   | ✓ | ✓ | 11                |
| 9  | M416T | ✓   |   | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 11                |
| 10   | L436C | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ |   | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 11                |
| 11   | K346G | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ |   |   | 10                |
| 12   | O756S |     |   | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 10                |
| SEGUNDO RONDA  |       |     |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |                   |
| 1  | F361T | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   |   | ✓ | ✓ | 11                |
| 2  | M530V | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ |     | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ |   |   | 9                 |
| 3  | I978S | ✓   |   | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 11                |
| 4  | D397V | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 12                |
| 5  | A274S | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ |   | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 11                |
| 6  | D509M | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ |     | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ |   |   | 9                 |
| 7  | L720C | ✓   | ✓ | ✓ |   | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 11                |
| 8  | B461L | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   |   | ✓ | ✓ | 11                |
| 9  | M416T | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 12                |
| 10   | L436C | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ |   | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 11                |
| 11   | K346G |     | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ |   | 10                |
| 12   | O756S | ✓   |   | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | 11                |

Fuente: Elaboración propia, 2015



## **ANEXO 2-Y**

### **Conteo total de puntaje de la prueba escala ordinal.**

| N° | Código del participante | PRIMERA FASE | SEGUNDA FASE | Número total<br>De aciertos | CONDICION |
|----|-------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|-----------|
| 1  | F361T                   | 11           | 11           | 22                          | APTO      |
| 2  | M530V                   | 10           | 9            | 19                          | NO APTO   |
| 3  | I978S                   | 10           | 11           | 21                          | APTO      |
| 4  | D397V                   | 11           | 12           | 23                          | APTO      |
| 5  | A274S                   | 11           | 11           | 22                          | APTO      |
| 6  | D509M                   | 9            | 9            | 18                          | NO APTO   |
| 7  | L720C                   | 10           | 11           | 21                          | APTO      |
| 8  | B461L                   | 11           | 11           | 22                          | APTO      |
| 9  | M416T                   | 11           | 12           | 23                          | APTO      |
| 10 | L436C                   | 11           | 11           | 22                          | APTO      |
| 11 | K346G                   | 10           | 10           | 20                          | NO APTO   |
| 12 | O756S                   | 10           | 11           | 21                          | APTO      |

Fuente: Elaboración propia, 2015

### ANEXO 3

#### Evaluación de textura instrumental para determinar el mejor tiempo de inmersión de CaCl<sub>2</sub> al 2%

Los resultados de textura de las tajadas de mamey correspondiente a los diferentes tratamientos se muestran en el cuadro, a partir de los cuales se ilustra las figuras 25, 26, 27, y 28 que permiten mostrar la relación entre la carga compresiva (gf) y la presión compresiva (%).

#### Resultados de la textura instrumental de tajadas de mamey para los diferentes tiempos de inmersión en CaCl<sub>2</sub> al 2%.

| REPETICIONES | Patrón<br>(Sin inmersión) |        |      | Tiempo de inmersión |        |      |         |        |      |         |        |      |
|--------------|---------------------------|--------|------|---------------------|--------|------|---------|--------|------|---------|--------|------|
|              |                           |        |      | 0.5 min             |        |      | 1.5min  |        |      | 3 min   |        |      |
|              | F                         | P      | θ    | F                   | P      | θ    | F       | P      | θ    | F       | P      | θ    |
| 1            | 1125.12                   | 3.8008 | 0.76 | 1178.70             | 3.4006 | 0.68 | 1392.18 | 4.0497 | 0.81 | 1346.76 | 5.1497 | 1.03 |
| 2            | 1167.97                   | 2.9508 | 0.59 | 1187.75             | 3.3003 | 0.66 | 1352.55 | 4.1495 | 0.83 | 1544.10 | 4.8502 | 0.97 |
| 3            | 1124.56                   | 3.5506 | 0.71 | 1126.01             | 3.5508 | 0.71 | 1426.48 | 4.4003 | 0.88 | 1551.23 | 4.9505 | 0.99 |
| 4            | 1131.50                   | 3.1008 | 0.62 | 1208.83             | 3.2502 | 0.65 | 1468.84 | 4.6008 | 0.92 | 1538.06 | 4.5497 | 0.91 |
| 5            | 1286.78                   | 3.1011 | 0.62 | 1249.84             | 3.5002 | 0.70 | 1301.82 | 4.7495 | 0.95 | 1606.19 | 4.7502 | 0.95 |
| PROMEDIO     | 1167.19                   | 3.3008 | 0.66 | 1190.23             | 3.4004 | 0.68 | 1388.37 | 4.3900 | 0.88 | 1517.27 | 4.8500 | 0.97 |
| VARIANZA     | 4791.12                   | 0.1300 | 0.01 | 2040.68             | 0.0200 | 0.00 | 4178.96 | 0.0900 | 0.00 | 9820.99 | 0.0500 | 0.00 |
| DESVIACION   | 69.22                     | 0.3587 | 0.07 | 45.17               | 0.1276 | 0.03 | 64.64   | 0.2947 | 0.06 | 99.10   | 0.2236 | 0.04 |

Dónde: F= FUERZA (gf)    P= TENSION COMPRESION (%)    θ = TIEMPO DE RUPTURA (seg)

Fuente: Elaboración propia, 2015

### ANEXO 3-A

**Cuadro 24: Resultados de textura instrumental expresada en presión compresiva (%) para cada tratamiento.**

| Repetición           | TRATAMIENTOS    |        |        |        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planteamiento de hipótesis:<br/> <math>H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu</math><br/> <math>H_a = \mu_i \neq \mu_j</math>; para algún <math>i \neq j</math></li> <li>Nivel de significación: 0.05</li> <li>Criterio de decisión:<br/> Acepta <math>H_0</math> si <math>F_{cal} \leq F_{tab}</math><br/> Rechaza <math>H_0</math> si <math>F_{cal} &gt; F_{tab}</math></li> <li><math>F_{tab} (0,95; 2; 12) = 3.89</math></li> </ul> <p>Nota:<br/> <math>T_1</math> = tratamiento en inmersión de 0.5 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.<br/> <math>T_2</math> = tratamiento en inmersión de 1.5 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.<br/> <math>T_3</math> = tratamiento en inmersión de 3.0 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.</p> |
|----------------------|-----------------|--------|--------|--------|---|
| N°                   | $T_0$ (Testigo) | $T_1$  | $T_2$  | $T_3$  |   |
| 1                    | 3.8008          | 3.4006 | 4.0497 | 5.1497 |   |
| 2                    | 2.9508          | 3.3003 | 4.1495 | 4.8502 |   |
| 3                    | 3.5506          | 3.5508 | 4.4003 | 4.9505 |   |
| 4                    | 3.1008          | 3.2502 | 4.6008 | 4.5497 |   |
| 5                    | 3.1011          | 3.5002 | 4.7495 | 4.7502 |   |
| <b>Promedio (Ri)</b> | 3.3008          | 3.4004 | 4.3900 | 4.8500 |   |

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Tabla 12: Resultado del análisis estadístico para la textura instrumental en presión compresiva (%)**

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F cal. | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------|--------------|----------------------|
| tratamientos              | 5.487240          | 2                  | 2.743620                  | 53.74  | 1.026E-06    | 3.89                 |
| repeticiones              | 0.612654          | 12                 | 0.051054                  |        |              |                      |
| Total                     | 6.099894          | 14                 |                           |        |              |                      |

**Decisión:** El  $F_{cal} = 53.74 > F_{tab} (0.95; 2; 12) = 3.89$ , se rechaza la  $H_0$ , es decir existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos.

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Tabla 13: Resultado de múltiple comparaciones con la prueba de diferencia significativa de Tukey (DSH) para textura, medida en presión compresiva**

| Diferencia de totales  | Símbolo | HSD    | Valor crítico de Tukey              |
|------------------------|---------|--------|-------------------------------------|
| $ R_1 - R_2  = 0.9896$ | >       | 0.3810 | Si existe diferencia significativa. |
| $ R_1 - R_3  = 1.4496$ | >       | 0.3810 | Si existe diferencia significativa. |
| $ R_2 - R_3  = 0.4601$ | >       | 0.3810 | Si existe diferencia significativa. |

Dónde:  $R_1 = 3.4004$      $R_2 = 4.3900$      $R_3 = 4.8500$

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 3-B

**Cuadro 25: Resultados de textura instrumental expresada en Tiempo de ruptura (seg) para cada tratamiento.**

| Repetición           | TRATAMIENTOS    |       |       |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planteamiento de hipótesis:<br/> <math>H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu</math><br/> <math>H_a = \mu_i \neq \mu_j</math>; para algún <math>i \neq j</math></li> <li>Nivel de significación: 0.05</li> <li>Criterio de decisión:<br/> Acepta <math>H_0</math> si <math>F_{cal} \leq F_{tab}</math><br/><br/> Rechaza <math>H_0</math> si <math>F_{cal} &gt; F_{tab}</math></li> <li><math>F_{tab} (0,95; 2; 12) = 3.89</math></li> </ul> <p>Nota:<br/> <math>T_1</math> = tratamiento en inmersión de 0.5 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.<br/> <math>T_2</math> = tratamiento en inmersión de 1.5 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.<br/> <math>T_3</math> = tratamiento en inmersión de 3.0 min. de <math>CaCl_2</math> al 2%.</p> |
|----------------------|-----------------|-------|-------|-------|--|
| N°                   | $T_0$ (Testigo) | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ |  |
| 1                    | 0.76            | 0.68  | 0.81  | 1.03  |  |
| 2                    | 0.59            | 0.66  | 0.83  | 0.97  |  |
| 3                    | 0.71            | 0.71  | 0.88  | 0.99  |  |
| 4                    | 0.62            | 0.65  | 0.92  | 0.91  |  |
| 5                    | 0.62            | 0.70  | 0.95  | 0.95  |  |
| <b>Promedio (Ri)</b> | 0.66            | 0.68  | 0.88  | 0.97  |  |

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Tabla 14: Resultado del análisis estadístico para la textura instrumental en tiempo (seg).**

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados   | F cal. | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---|--------|--------------|----------------------|
| tratamientos              | 0.21961           | 2                  | 0.10981   | 53.83  | 1.017E-06    | 3.89                 |
| repeticiones              | 0.02448           | 12                 | 0.00204   |        |              |                      |
| Total                     | 0.24409           | 14                 | <b>Decisión:</b> El $F_{cal} = 53.83 > F_{tab} (0.95; 2; 12) = 3.89$ , se rechaza la $H_0$ , es decir existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos. |        |              |                      |
|                           |                   |                    |   |        |              |                      |

Fuente: Elaboración propia, 2015

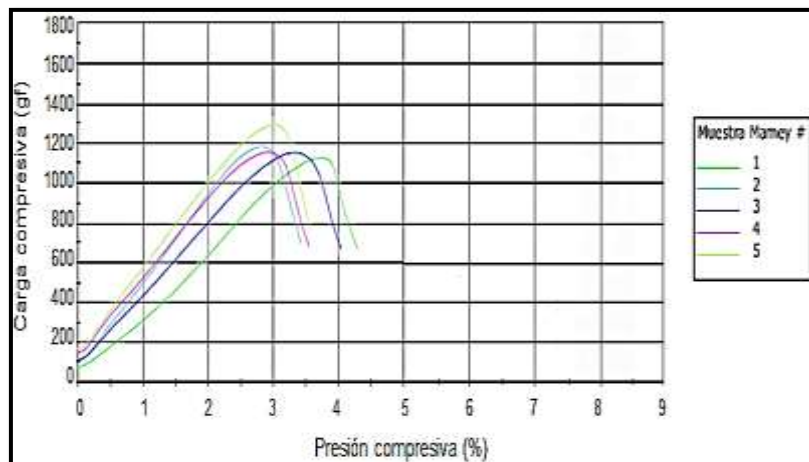
**Tabla 15: Resultado de múltiple comparaciones con la prueba de diferencia significativa de Tukey (DSH) para textura, medida en tiempo (seg).**

| Diferencia de totales | Símbolo | HSD   | Valor crítico de Tukey              |
|-----------------------|---------|-------|-------------------------------------|
| $ R1 - R2  = 0.198$   | >       | 0.076 | Si existe diferencia significativa. |
| $ R1 - R3  = 0.290$   | >       | 0.076 | Si existe diferencia significativa. |
| $ R2 - R3  = 0.092$   | >       | 0.076 | Si existe diferencia significativa. |

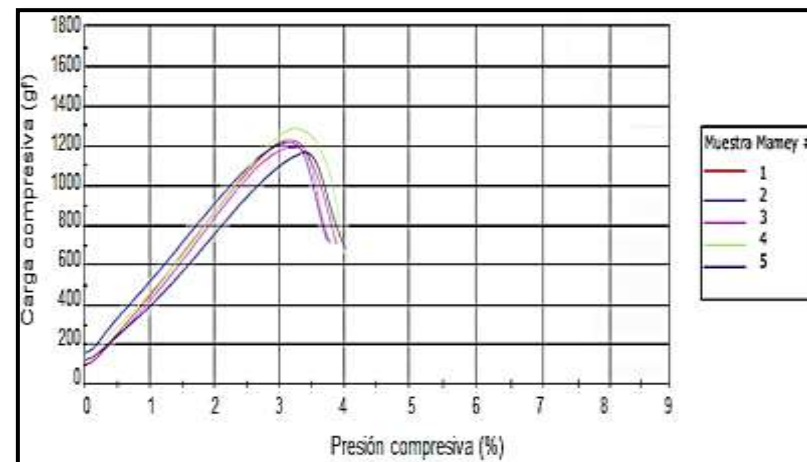
Dónde:  $R1 = 0.68$        $R2 = 0.88$        $R3 = 0.97$

Fuente: Elaboración propia, 2015

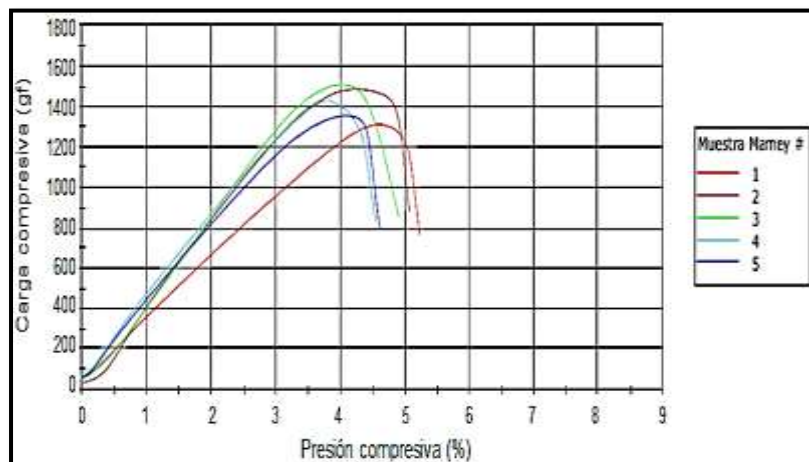
#### ANEXO 4 : Resultados de las gráficas de textura instrumental en las tajadas de mamey de los diferentes tratamientos.



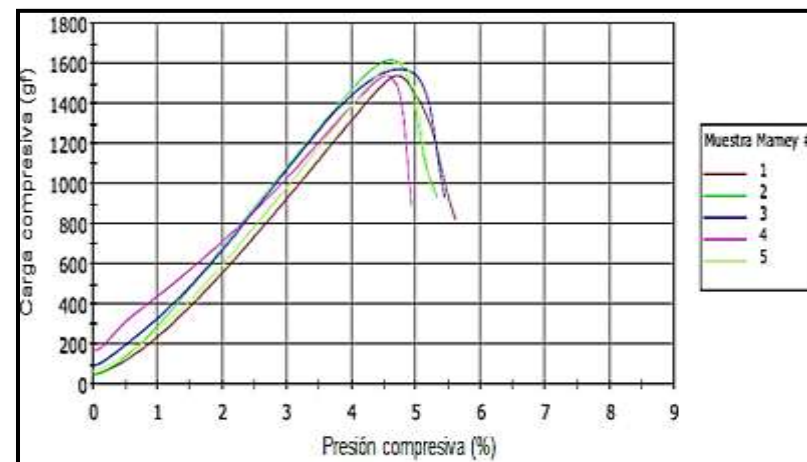
A: Resultados de textura en las tajadas de mamey sin inmersión.



B: Resultados de textura en las tajadas de mamey con tratamiento de 0.5 minuto de inmersión con  $\text{CaCl}_2$  al 2%.



C: Resultados de textura en las tajadas de mamey con tratamiento de 1.5 minuto de inmersión con  $\text{CaCl}_2$  al 2%.



D: Resultados de textura en las tajadas de mamey con tratamiento de 3 minuto de inmersión con  $\text{CaCl}_2$  al 2%.

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 5

**Resultados de la prueba sensorial emitidos por los jueces entrenados para cada tratamiento.**

| TEXTURA SENSORIAL |                |                |                |                 |                |                |                              |                |                | SABOR SENSORIAL |                |                |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| JUEZ              | DUREZA         |                |                | FRACTURABILIDAD |                |                | RESISTENCIA A LA MASTICACION |                |                | SABOR           |                |                |
|                   | MUESTRAS       |                |                | MUESTRAS        |                |                | MUESTRAS                     |                |                | MUESTRAS        |                |                |
| N°                | $T_1$<br>(705) | $T_2$<br>(115) | $T_3$<br>(630) | $T_1$<br>(705)  | $T_2$<br>(115) | $T_3$<br>(630) | $T_1$<br>(705)               | $T_2$<br>(115) | $T_3$<br>(630) | $T_1$<br>(705)  | $T_2$<br>(115) | $T_3$<br>(630) |
| <b>1</b>          | 2              | 3              | 4              | 3               | 2              | 1              | 2                            | 3              | 4              | 3               | 4              | 2              |
| <b>2</b>          | 2              | 3              | 3              | 3               | 2              | 3              | 2                            | 3              | 4              | 3               | 3              | 2              |
| <b>3</b>          | 3              | 3              | 4              | 4               | 3              | 1              | 3                            | 3              | 3              | 4               | 4              | 1              |
| <b>4</b>          | 2              | 3              | 3              | 2               | 2              | 1              | 2                            | 3              | 4              | 3               | 4              | 2              |
| <b>5</b>          | 2              | 2              | 4              | 3               | 2              | 1              | 2                            | 4              | 4              | 3               | 3              | 1              |
| <b>6</b>          | 2              | 3              | 3              | 3               | 2              | 3              | 3                            | 3              | 3              | 4               | 3              | 1              |
| <b>7</b>          | 2              | 3              | 4              | 2               | 3              | 3              | 2                            | 3              | 4              | 2               | 4              | 2              |
| <b>8</b>          | 3              | 4              | 4              | 3               | 2              | 1              | 2                            | 2              | 4              | 3               | 4              | 1              |
| <b>9</b>          | 3              | 3              | 4              | 3               | 2              | 1              | 2                            | 3              | 4              | 3               | 4              | 1              |
| <b>(Ri)</b>       | 2.33           | 3.00           | 3.67           | 2.89            | 2.22           | 1.67           | 2.22                         | 3.00           | 3.78           | 3.11            | 3.67           | 1.44           |

Dónde:

$T_1(705)$  = tratamiento en inmersión de 0.5 min de  $\text{CaCl}_2$  al 2%.

$T_2(115)$  = tratamiento en inmersión de 1.5 min de  $\text{CaCl}_2$  al 2%.

$T_3(630)$  = tratamiento en inmersión de 3.0 min de  $\text{CaCl}_2$  al 2%.

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 6

**Resultados de °Brix y % acidez en las tajadas de mamey almacenada a diferentes temperaturas.**

| Día | °BRIX                         |      |      | ACIDEZ % (Ac. málico)         |       |       |
|-----|-------------------------------|------|------|-------------------------------|-------|-------|
|     | Temperatura de almacenamiento |      |      | Temperatura de almacenamiento |       |       |
|     | 4°C                           | 10°C | 18°C | 4°C                           | 10°C  | 18°C  |
| 0   | 11.8                          | 11.8 | 11.8 | 0.037                         | 0.037 | 0.037 |
| 1   | 12.5                          | 12.3 | 12.4 | 0.040                         | 0.048 | 0.065 |
| 2   | 12.2                          | 11.8 | 12   | 0.039                         | 0.057 | 0.070 |
| 3   | 12                            | 11.6 | 12.2 | 0.060                         | 0.053 | 0.069 |
| 4   | 11.3                          | 11.5 | 12.1 | 0.065                         | 0.052 | 0.064 |
| 5   | 11                            | 12.2 | 11.8 | 0.055                         | 0.055 | 0.071 |
| 6   | 12.1                          | 12.6 | 11.6 | 0.052                         | 0.065 | 0.066 |
| 7   | 13                            | 11.5 | 13   | 0.050                         | 0.060 | 0.048 |
| 8   | 12.4                          | 11   | 11   | 0.030                         | 0.038 | 0.074 |
| 9   | 11.2                          | 10.7 | 10.8 | 0.072                         | 0.042 | 0.078 |
| 10  | 10.9                          | 10.2 | 10.4 | 0.058                         | 0.040 | 0.069 |
| 11  | 10.3                          | 10   | 10   | 0.045                         | 0.050 | 0.072 |
| 12  | 9.7                           | 9.8  | 9.8  | 0.069                         | 0.058 | 0.076 |
| 13  | 9.4                           | 9.5  | 9.5  | 0.075                         | 0.066 | 0.083 |
| 14  | 9                             | 9.1  | 9    | 0.080                         | 0.071 | 0.086 |
| 15  | 8.7                           | 8.8  | 8.5  | 0.082                         | 0.076 | 0.091 |
| 16  | 8.2                           | 8.4  | 8    | 0.087                         | 0.084 | 0.097 |
| 17  | 7.5                           | 7.7  | 7.8  | 0.092                         | 0.095 | 0.105 |
| 18  | 7.1                           | 7.2  | 7.3  | 0.094                         | 0.097 | 0.110 |

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 7

**Textura instrumental de tajadas de mamey con tratamiento de 1.5 minuto de inmersión con CaCl<sub>2</sub> al 2% almacenada a temperatura 4°C, 10°C y 18°C.**

| Días | Textura instrumental a la Temperatura de almacenamiento. |          |      |      |      |          |      |      |      |          |      |      |
|------|--|----------|------|------|------|----------|------|------|------|----------|------|------|
|      | 4°C  |          |      |      | 10°C |          |      |      | 18°C |          |      |      |
| 0    | R  | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    |
|      | 1  | 1301.819 | 4.75 | 0.95 | 1    | 1301.819 | 4.75 | 0.95 | 1    | 1301.819 | 4.75 | 0.95 |
|      | 2  | 1468.842 | 4.60 | 0.92 | 2    | 1468.842 | 4.60 | 0.92 | 2    | 1468.842 | 4.60 | 0.92 |
|      | 3  | 1426.476 | 4.40 | 0.88 | 3    | 1426.476 | 4.40 | 0.88 | 3    | 1426.476 | 4.40 | 0.88 |
|      | 4  | 1392.176 | 4.04 | 0.81 | 4    | 1392.176 | 4.04 | 0.81 | 4    | 1392.176 | 4.04 | 0.81 |
|      | 5  | 1352.546 | 4.14 | 0.83 | 5    | 1352.546 | 4.14 | 0.83 | 5    | 1352.546 | 4.14 | 0.83 |
| 3    | R  | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    |
|      | 1  | 1121.701 | 3.70 | 0.74 | 1    | 1152.531 | 3.53 | 0.81 | 1    | 1090.130 | 3.51 | 0.72 |
|      | 2  | 1370.111 | 4.01 | 0.85 | 2    | 1169.154 | 3.30 | 0.76 | 2    | 1053.704 | 3.35 | 0.78 |
|      | 3  | 1335.375 | 3.95 | 0.70 | 3    | 1115.338 | 3.10 | 0.73 | 3    | 1015.681 | 3.23 | 0.60 |
|      | 4  | 1328.388 | 3.84 | 0.76 | 4    | 1236.852 | 4.10 | 0.68 | 4    | 1024.292 | 3.11 | 0.62 |
|      | 5  | 1103.90  | 3.55 | 0.63 | 5    | 1150.450 | 3.35 | 0.63 | 5    | 1143.052 | 3.29 | 0.65 |
| 6    | R  | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    |
|      | 1  | 1121.701 | 3.40 | 0.71 | 1    | 1000.365 | 3.80 | 0.66 | 1    | 786.653  | 3.10 | 0.54 |
|      | 2  | 1266.368 | 3.75 | 0.62 | 2    | 1110.452 | 3.65 | 0.63 | 2    | 824.604  | 3.35 | 0.52 |
|      | 3  | 1270.333 | 3.25 | 0.69 | 3    | 1096.333 | 2.40 | 0.61 | 3    | 822.636  | 2.25 | 0.59 |
|      | 4  | 1268.388 | 3.30 | 0.67 | 4    | 1101.388 | 3.68 | 0.66 | 4    | 814.888  | 2.30 | 0.57 |
|      | 5  | 1111.362 | 3.10 | 0.59 | 5    | 1052.327 | 3.25 | 0.55 | 5    | 796.693  | 3.09 | 0.61 |
| 9    | R  | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    |
|      | 1  | 862.170  | 2.45 | 0.59 | 1    | 791.316  | 2.65 | 0.58 | 1    | 589.756  | 2.00 | 0.57 |
|      | 2  | 882.380  | 2.53 | 0.68 | 2    | 596.324  | 2.20 | 0.56 | 2    | 647.238  | 2.10 | 0.48 |
|      | 3  | 895.931  | 2.90 | 0.52 | 3    | 789.991  | 2.45 | 0.43 | 3    | 784.003  | 2.16 | 0.44 |
|      | 4  | 861.905  | 2.80 | 0.56 | 4    | 656.910  | 2.30 | 0.57 | 4    | 655.736  | 2.10 | 0.55 |
|      | 5  | 772.025  | 2.25 | 0.50 | 5    | 621.278  | 2.50 | 0.51 | 5    | 620.951  | 2.13 | 0.41 |
| 12   | R  | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    |
|      | 1  | 669.653  | 1.65 | 0.49 | 1    | 389.156  | 1.69 | 0.48 | 1    | 333.263  | 1.45 | 0.48 |
|      | 2  | 679.323  | 1.80 | 0.42 | 2    | 491.316  | 1.83 | 0.46 | 2    | 347.030  | 1.30 | 0.43 |
|      | 3  | 682.756  | 2.95 | 0.53 | 3    | 493.756  | 2.35 | 0.44 | 3    | 353.050  | 1.45 | 0.46 |
|      | 4  | 674.347  | 1.40 | 0.47 | 4    | 465.234  | 1.34 | 0.50 | 4    | 305.456  | 1.20 | 0.42 |
|      | 5  | 680.018  | 1.90 | 0.51 | 5    | 490.018  | 1.70 | 0.41 | 5    | 342.018  | 1.26 | 0.41 |
| 15   | R  | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    |
|      | 1  | 568.231  | 1.55 | 0.48 | 1    | 350.369  | 1.25 | 0.38 | 1    | 220.543  | 1.15 | 0.45 |
|      | 2  | 595.965  | 1.28 | 0.46 | 2    | 364.232  | 1.20 | 0.46 | 2    | 229.232  | 1.16 | 0.36 |
|      | 3  | 599.622  | 1.35 | 0.43 | 3    | 357.622  | 1.35 | 0.43 | 3    | 252.622  | 1.05 | 0.43 |
|      | 4  | 596.368  | 1.53 | 0.47 | 4    | 370.368  | 1.18 | 0.37 | 4    | 236.368  | 1.01 | 0.37 |
|      | 5  | 520.456  | 1.12 | 0.41 | 5    | 310.458  | 1.10 | 0.41 | 5    | 214.387  | 0.90 | 0.39 |
| 18   | R  | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    | R    | F        | P    | θ    |
|      | 1  | 462.350  | 1.48 | 0.38 | 1    | 280.320  | 1.01 | 0.39 | 1    | 181.087  | 0.89 | 0.26 |
|      | 2  | 497.221  | 1.33 | 0.46 | 2    | 362.073  | 1.00 | 0.40 | 2    | 179.630  | 0.79 | 0.23 |
|      | 3  | 496.622  | 1.25 | 0.39 | 3    | 297.283  | 0.95 | 0.29 | 3    | 189.811  | 0.85 | 0.36 |
|      | 4  | 385.478  | 1.14 | 0.37 | 4    | 291.631  | 0.90 | 0.28 | 4    | 180.157  | 0.87 | 0.28 |
|      | 5  | 498.339  | 1.16 | 0.31 | 5    | 331.339  | 1.13 | 0.36 | 5    | 179.985  | 0.82 | 0.21 |

Dónde: F= Fuerza (gf) P= Presión compresiva (%) θ = Tiempo de ruptura (seg) R = Repeticiones

Fuente: Elaboración propia, 2015



## ANEXO 8



### Análisis fisicoquímicos del mamey fresco y producto final.

| ANÁLISIS FISICOQUIMICO |          |                        |         |         |                        |         |         |
|------------------------|----------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|
| Análisis               |          | Mamey fresco           |         |         | Producto final         |         |         |
|                        |          | Numero de repeticiones |         |         | Numero de repeticiones |         |         |
|                        |          | 1                      | 2       | 3       | 1                      | 2       | 3       |
| °Brix                  | Promedio | 13                     | 10      | 10.5    | 11.2                   | 10.7    | 10.8    |
| Acidez (% Ac. Málico)  | Promedio | 0.0469                 | 0.0448  | 0.0512  | 0.072                  | 0.042   | 0.051   |
| Humedad                | Wm       | 5.0013                 | 5.0012  | 5.0018  | 5.0021                 | 5.0013  | 5.0024  |
|                        | Wp       | 34.5092                | 30.4124 | 39.4146 | 31.499                 | 34.2833 | 38.3800 |
|                        | W(p+m)°  | 39.5105                | 35.4124 | 39.4146 | 36.5020                | 39.2846 | 43.3824 |
|                        | W(p+m)f  | 35.3394                | 31.2404 | 35.2411 | 32.3731                | 35.1404 | 39.2479 |
|                        | %        | 83.4003                | 83.4199 | 83.4399 | 82.5433                | 82.8624 | 82.6503 |
| Materia seca           | %        | 16.5996                | 16.5800 | 16.5600 | 17.4566                | 17.1375 | 17.3496 |
| Cenizas                | Wm       | 5.0018                 | 5.0023  | 5.0020  | 5.0017                 | 5.0018  | 5.0016  |
|                        | Wp       | 29.0503                | 22.1803 | 22.1093 | 43.5815                | 53.5841 | 33.5705 |
|                        | W(p+m)°  | 34.0115                | 27.1719 | 27.0738 | 48.5547                | 58.5751 | 38.5500 |
|                        | W(p+m)f  | 29.0573                | 22.1879 | 22.1164 | 43.5893                | 53.5921 | 33.5778 |
|                        | %        | 0.1399                 | 0.1519  | 0.1419  | 0.1559                 | 0.1599  | 0.1459  |

Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 9

### Resultados de los análisis microbiológicos solicitados en la Facultad de Ciencias Biológicas – UNPRG.


**UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
 LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA
 

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO SERIADO DE PRODUCTO ALIMENTICIO "MAMEY (*Mammea americana* L.) EN TAJADAS ENVASADO EN FILM DE PEAD" PARA DETERMINACIÓN DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y APTITUD ALIMENTICIA**

Título del Proyecto de Tesis: "Estimación del Tiempo de vida útil del Mamey (*Mammea americana* L.) en tajadas envasado en film de PEAD"

SOLICITANTES : CAICEDO ATENCIO Keyla Medallaine  
LÓPEZ QUESQUEN Alex Manuel

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS –FIQIA-UNPRG

ASUNTO : ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTO "MAMEY EN TAJADAS ENVASADO EN FILM PEAD"

Tipo de muestra : Fruta fresca cortada en tajadas de 10 cm de largo y espesor de 0,5 cm.

Elaborado en el Laboratorio de Control de calidad – B: FIQIA-UNPRG

Denominación del Producto alimenticio: "MAMEY (*Mammea americana* L.) EN TAJADAS ENVASADO EN FILM PEAD"

|  |  |
|--|--|
| Fecha y hora de elaboración                  | 02/Agosto/2015 – 16:30 pm  |
| Fecha y hora de toma de muestras             | 02/Agosto/2015 - 18:30 pm  |
| Fecha de recepción de muestra en Laboratorio | Muestra 01 : 03/Agosto/2015<br>Muestra 02 : 10/Agosto/2015<br>Muestra 03 : 10/Agosto/2015<br>Muestra 04 : 10/Agosto/2015 |
| Aspecto de la muestra                        | Color amarillo claro o anaranjado, consistencia firme, textura uniforme.   |
| Cantidad de muestra                          | 50 gr por empaque de PEAD (Polietileno de alta densidad)   |
| Fecha de inicio del análisis                 | Muestra 01: 03/Agosto/2015<br>Muestra 02: 10/Agosto/2015<br>Muestra 03: 10/Agosto/2015<br>Muestra 04: 10/Agosto/2015     |
| Fecha final del análisis                     | Muestra 01: 06/Agosto/2015<br>Muestra 02: 13/Agosto/2015<br>Muestra 03: 13/Agosto/2015<br>Muestra 04: 13/Agosto/2015     |




**UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
 LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA
 

RESULTADOS DEL ENSAYO MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTO: "MAMEY EN TAJADAS ENVASADO EN FILM DE PEAD" **Nº 000959**

Muestra 01 – Mamey (*Mammea americana* L.) – 0 días

Tª Ambiente

| ANÁLISIS   | METODO            | Placa 1<br>Dilución<br>(10 <sup>-1</sup> ) | Placa 2<br>Dilución<br>(10 <sup>-2</sup> ) | PROMEDIO | RESULTADO                    |
|--|-------------------|--|--|----------|------------------------------|
| Mesófilos aerobios viables – MAMV (m x 10 <sup>-4</sup> M=10 <sup>-5</sup> ) | RECuento EN PLACA | 300  | 288  | 294      | 2,94 X 10 <sup>5</sup> Ufc/g |

| ANÁLISIS  | METODO                  | Lectura 10 <sup>-5</sup> | Lectura 10 <sup>-6</sup> | Lectura 10 <sup>-7</sup> | RESULTADO     |
|---|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|
| Escherichia coli (m x 10 <sup>-5</sup> M=10 <sup>-6</sup> ) | NMP Número más probable | 3                        | 1                        | 0                        | 48 gérmenes/g |

| ANÁLISIS                    | METODO                       | RESULTADO       |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------|
| Determinación de Salmonella | Ensayo de Presencia/Ausencia | Ausencia / 25 g |





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA



RESULTADOS DEL ENSAYO MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTO: "MAMEY EN TAJADAS ENVASADO EN FILM DE PEAD" Nº 000960

Muestra 02 – Mamey (*Mammea americana* L.)

8 días de refrigeración - T° 4°C

| ANÁLISIS  | METODO               | Placa 1<br>Dilución<br>(10 <sup>-5</sup> ) | Placa 2<br>Dilución<br>(10 <sup>-6</sup> ) | PROMEDIO | RESULTADO                       |
|---|----------------------|--|--|----------|---------------------------------|
| Mesófilos<br>aerobios<br>viables –<br>MAMV<br>(m = 10 <sup>-4</sup><br>M = 10 <sup>-6</sup> ) | RECuento<br>EN PLACA | 408  | 480  | 444      | 4,44 X 10 <sup>5</sup><br>Ufc/g |

| ANÁLISIS   | METODO                           | Lectura 10 <sup>-5</sup> | Lectura 10 <sup>-6</sup> | Lectura 10 <sup>-7</sup> | RESULTADO        |
|--|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| Escherichia<br>coli<br>(m = 10 <sup>-5</sup><br>M = 10 <sup>-7</sup> ) | NMP<br>Número<br>más<br>probable | 2                        | 3                        | 2                        | 44<br>gérmenes/g |

| ANÁLISIS                       | METODO                          | RESULTADO       |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Determinación de<br>Salmonella | Ensayo de<br>Presencia/Ausencia | Ausencia / 25 g |



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA



RESULTADOS DEL ENSAYO MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTO: "MAMEY EN TAJADAS ENVASADO EN FILM DE PEAD"

Muestra 03 – Mamey (*Mammea americana* L.)

8 días de refrigeración - T° 10°C

| ANÁLISIS  | METODO               | Placa 1<br>Dilución<br>(10 <sup>-5</sup> ) | Placa 2<br>Dilución<br>(10 <sup>-6</sup> ) | PROMEDIO | RESULTADO                       |
|---|----------------------|--|--|----------|---------------------------------|
| Mesófilos<br>aerobios<br>viables –<br>MAMV<br>(m = 10 <sup>-4</sup><br>M = 10 <sup>-6</sup> ) | RECuento<br>EN PLACA | 1272                                       | 936  | 1104     | 1,10 X 10 <sup>5</sup><br>Ufc/g |

| ANÁLISIS   | METODO                           | Lectura 10 <sup>-5</sup> | Lectura 10 <sup>-6</sup> | Lectura 10 <sup>-7</sup> | RESULTADO         |
|--|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Escherichia<br>coli<br>(m = 10 <sup>-5</sup><br>M = 10 <sup>-7</sup> ) | NMP<br>Número<br>más<br>probable | 3                        | 3                        | 1                        | 460<br>gérmenes/g |

| ANÁLISIS                       | METODO                          | RESULTADO       |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Determinación de<br>Salmonella | Ensayo de<br>Presencia/Ausencia | Ausencia / 25 g |





**UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
 LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA



RESULTADOS DEL ENSAYO MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTO: "MAMEY EN TAJADAS ENVASADO EN FILM DE PEAD" Nº 000962

Muestra 04 – Mamey (*Mammea americana* L.)

8 días de refrigeración - T° 18°C

| ANÁLISIS  | METODO               | Placa 1<br>Dilución<br>(10 <sup>-3</sup> ) | Placa 2<br>Dilución<br>(10 <sup>-4</sup> ) | PROMEDIO | RESULTADO                      |
|---|----------------------|--|--|----------|--------------------------------|
| Mesófilos<br>aerobios<br>viables –<br>MAMV<br>(m = 10 <sup>4</sup> )<br>M = 10 <sup>4</sup> ) | RECuento<br>EN PLACA | 4672                                       | 5205                                       | 4938,5   | 4,9 X 10 <sup>4</sup><br>Ufc/g |

| ANÁLISIS  | METODO                           | Lectura 10 <sup>-1</sup> | Lectura 10 <sup>-2</sup> | Lectura 10 <sup>-3</sup> | RESULTADO           |
|---|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| <i>Escherichia coli</i><br>(m = 10<br>M = 10 <sup>3</sup> ) | NMP<br>Número<br>más<br>probable | 3                        | 3                        | 3                        | >1100<br>gérmenes/g |

| ANÁLISIS                       | METODO                          | RESULTADO       |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Determinación de<br>Salmonella | Ensayo de<br>Presencia/Ausencia | Ausencia / 25 g |



**UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
 LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA



EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE PRODUCTO: "MAMEY EN TAJADAS ENVASADO EN FILM DE PEAD" Nº 000945

Grupo de alimentos: XIV FRUTAS, HORTALIZAS, FRUTOS SECOS Y OTROS VEGETALES – XIV.2. Frutas y hortalizas frescas semiprocadas (lavadas, desinfectadas, cortadas y/o Precocidas) refrigeradas y/o congeladas.

Sabor : Dulce, agradable, característico

Olor : Agradable, característico de las materias primas.

Exento de olores extraños

Color amarillo claro o anaranjado

Consistencia firme, textura uniforme.

Grado de calidad: Aceptable

Impurezas: Ausentes

**CONCLUSIONES:** Según los resultados obtenidos del ensayo microbiológico y evaluación organoléptica del Producto alimenticio "MAMEY (*Mammea americana* L.) EN TAJADAS ENVASADO EN FILM PEAD", utilizando la Técnica de muestreo: Investigación de Laboratorio – Muestreo casual, para evaluación de Carácter higiénico – sanitario y Definición de la Calidad Microbiológica del Producto, se concluye que, PRESENTA ACEPTABLE CALIDAD MICROBIOLÓGICA

Cumple con lo establecido en la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – V.01 "Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano

Resolución Ministerial N° 591 – 2008/MINSA

PRODUCTO ALIMENTICIO "MAMEY (*Mammea americana* L.) EN TAJADAS ENVASADO EN FILM PEAD" SE ENCUENTRA APTO PARA EL CONSUMO HUMANO Y FINES ALIMENTARIOS.



## ANEXO 10

**Cuadro de resumen de almacenamiento con tratamiento de 1.5 minuto de inmersión con CaCl<sub>2</sub> al 2% cogidos al azar en gf.**

| Días | Textura instrumental cogidos al azar en (gf) a la Temperatura de almacenamiento |            |      |            |      |            |
|------|---|------------|------|------------|------|------------|
|      | 4°C   |            | 10°C |            | 18°C |            |
| 0    | R   | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) |
|      | 1   | 1301.819   | 1    | 1301.819   | 1    | 1301.819   |
|      | 2   | 1392.176   | 2    | 1392.176   | 2    | 1392.176   |
|      | 3   | 1352.546   | 3    | 1352.546   | 3    | 1352.546   |
|      | x   | 1348.847   | x    | 1348.847   | x    | 1348.847   |
| 3    | R   | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) |
|      | 1   | 1370.111   | 1    | 1152.531   | 1    | 1090.130   |
|      | 2   | 1335.375   | 2    | 1169.154   | 2    | 1053.704   |
|      | 3   | 1328.388   | 3    | 1150.450   | 3    | 1024.292   |
|      | x   | 1344.625   | x    | 1157.379   | x    | 1056.042   |
| 6    | R   | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) |
|      | 1   | 1266.368   | 1    | 1110.452   | 1    | 824.604    |
|      | 2   | 1270.333   | 2    | 1096.333   | 2    | 822.636    |
|      | 3   | 1268.388   | 3    | 1101.388   | 3    | 814.888    |
|      | x   | 1268.363   | x    | 1102.725   | x    | 820.710    |
| 9    | R   | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) |
|      | 1   | 862.170    | 1    | 791.316    | 1    | 647.238    |
|      | 2   | 895.931    | 2    | 789.991    | 2    | 784.003    |
|      | 3   | 861.905    | 3    | 656.910    | 3    | 655.736    |
|      | x   | 873.336    | x    | 746.073    | x    | 695.658    |
| 12   | R   | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) |
|      | 1   | 679.323    | 1    | 491.316    | 1    | 347.030    |
|      | 2   | 682.756    | 2    | 493.756    | 2    | 353.050    |
|      | 3   | 680.018    | 3    | 490.018    | 3    | 342.018    |
|      | x   | 680.699    | x    | 491.697    | x    | 347.366    |
| 15   | R   | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) |
|      | 1   | 595.965    | 1    | 364.232    | 1    | 229.232    |
|      | 2   | 599.622    | 2    | 357.622    | 2    | 252.622    |
|      | 3   | 596.368    | 3    | 370.368    | 3    | 236.368    |
|      | x   | 597.319    | x    | 364.074    | x    | 239.408    |
| 18   | R   | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) | R    | Fuerza(gf) |
|      | 1   | 497.221    | 1    | 362.073    | 1    | 181.087    |
|      | 2   | 496.622    | 2    | 297.283    | 2    | 189.811    |
|      | 3   | 498.339    | 3    | 331.339    | 3    | 180.157    |
|      | x   | 497.394    | x    | 331.232    | x    | 183.686    |

Dónde: X= Promedio (gf)    R= Número de repeticiones

Fuente: Elaboración propia, 2015



## ANEXO 11

**Tabla de valores críticos para la prueba de Tukey a 0.05% de confianza.**

| Tabla VL- Valores críticos para la prueba de Tukey. |               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|---|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| $q_{\alpha}(v_1, v_2)$                              |               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| $v_2$<br>↓  | $\alpha$<br>↓ | $v_1$          |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|   |               | 2              | 3              | 4              | 5              | 6              | 7              | 8              | 9              | 10             | 11             |
| 1   | 0.05<br>0.01  | 18.00<br>90.03 | 29.98<br>135.0 | 32.82<br>164.3 | 37.08<br>185.6 | 40.41<br>202.2 | 43.12<br>215.8 | 45.40<br>227.2 | 47.36<br>237.0 | 49.07<br>245.6 | 50.59<br>253.2 |
| 2   | 0.05<br>0.01  | 6.10<br>14.04  | 8.33<br>19.02  | 9.80<br>22.29  | 10.88<br>24.72 | 11.74<br>26.63 | 12.44<br>28.20 | 13.03<br>29.53 | 13.54<br>30.68 | 13.99<br>31.69 | 14.39<br>32.59 |
| 3   | 0.05<br>0.01  | 4.50<br>8.26   | 5.91<br>10.62  | 6.82<br>12.17  | 7.50<br>13.33  | 8.04<br>14.24  | 8.48<br>15.00  | 8.85<br>15.64  | 9.18<br>16.20  | 9.46<br>16.69  | 9.72<br>17.13  |
| 4   | 0.05<br>0.01  | 3.93<br>6.51   | 5.04<br>8.12   | 5.76<br>9.17   | 6.29<br>9.96   | 6.71<br>10.58  | 7.05<br>11.10  | 7.34<br>11.55  | 7.60<br>11.93  | 7.83<br>12.27  | 8.03<br>12.57  |
| 5   | 0.05<br>0.01  | 3.64<br>5.70   | 4.60<br>6.97   | 5.22<br>7.80   | 5.67<br>8.42   | 6.03<br>8.91   | 6.33<br>9.32   | 6.58<br>9.67   | 6.80<br>9.97   | 6.99<br>10.24  | 7.17<br>10.48  |
| 6   | 0.05<br>0.01  | 3.46<br>5.24   | 4.34<br>6.33   | 4.90<br>7.03   | 5.31<br>7.56   | 5.63<br>7.97   | 5.89<br>8.32   | 6.12<br>8.61   | 6.32<br>8.87   | 6.49<br>9.10   | 6.65<br>9.30   |
| 7   | 0.05<br>0.01  | 3.34<br>4.95   | 4.16<br>5.92   | 4.68<br>6.54   | 5.06<br>7.01   | 5.36<br>7.37   | 5.61<br>7.68   | 5.82<br>7.94   | 6.00<br>8.17   | 6.16<br>8.37   | 6.30<br>8.55   |
| 8   | 0.05<br>0.01  | 3.26<br>4.74   | 4.04<br>5.63   | 4.53<br>6.20   | 4.89<br>6.63   | 5.17<br>6.96   | 5.40<br>7.24   | 5.60<br>7.47   | 5.77<br>7.68   | 5.92<br>7.87   | 6.05<br>8.03   |
| 9   | 0.05<br>0.01  | 3.20<br>4.60   | 3.95<br>5.43   | 4.42<br>5.96   | 4.76<br>6.35   | 5.02<br>6.66   | 5.24<br>6.91   | 5.43<br>7.13   | 5.60<br>7.32   | 5.74<br>7.49   | 5.87<br>7.65   |
| 10  | 0.05<br>0.01  | 3.15<br>4.48   | 3.88<br>5.27   | 4.33<br>5.77   | 4.65<br>6.14   | 4.91<br>6.43   | 5.12<br>6.67   | 5.30<br>6.87   | 5.46<br>7.05   | 5.60<br>7.21   | 5.72<br>7.36   |
| 11  | 0.05<br>0.01  | 3.11<br>4.39   | 3.82<br>5.14   | 4.26<br>5.62   | 4.57<br>5.97   | 4.82<br>6.25   | 5.03<br>6.48   | 5.20<br>6.67   | 5.35<br>6.84   | 5.49<br>6.99   | 5.61<br>7.13   |
| 12  | 0.05<br>0.01  | 3.08<br>4.32   | 3.77<br>5.04   | 4.20<br>5.50   | 4.51<br>5.84   | 4.75<br>6.10   | 4.95<br>6.32   | 5.12<br>6.51   | 5.27<br>6.67   | 5.40<br>6.81   | 5.51<br>6.94   |
| 13  | 0.05<br>0.01  | 3.06<br>4.26   | 3.73<br>4.96   | 4.15<br>5.40   | 4.45<br>5.73   | 4.69<br>5.98   | 4.88<br>6.19   | 5.05<br>6.37   | 5.19<br>6.53   | 5.32<br>6.67   | 5.43<br>6.79   |
| 14  | 0.05<br>0.01  | 3.03<br>4.21   | 3.70<br>4.89   | 4.11<br>5.32   | 4.41<br>5.63   | 4.64<br>5.88   | 4.83<br>6.08   | 4.99<br>6.26   | 5.13<br>6.41   | 5.25<br>6.54   | 5.36<br>6.66   |
| 15  | 0.05<br>0.01  | 3.01<br>4.17   | 3.67<br>4.83   | 4.08<br>5.25   | 4.37<br>5.56   | 4.60<br>5.80   | 4.78<br>5.99   | 4.94<br>6.16   | 5.08<br>6.31   | 5.20<br>6.44   | 5.31<br>6.55   |
| 16  | 0.05<br>0.01  | 3.00<br>4.13   | 3.65<br>4.78   | 4.05<br>5.19   | 4.33<br>5.49   | 4.56<br>5.72   | 4.74<br>5.92   | 4.90<br>6.08   | 5.03<br>6.22   | 5.15<br>6.35   | 5.26<br>6.46   |

| v <sub>2</sub><br>↓ | α<br>↓ | v <sub>1</sub> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|--------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     |        | 2              | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| 17                  | 0.05   | 2.98           | 3.63 | 4.02 | 4.30 | 4.52 | 4.71 | 4.86 | 4.99 | 5.11 | 5.21 |
|                     | 0.01   | 4.10           | 4.74 | 5.14 | 5.43 | 5.66 | 5.85 | 6.01 | 6.15 | 6.27 | 6.38 |
| 18                  | 0.05   | 2.97           | 3.61 | 4.00 | 4.28 | 4.49 | 4.67 | 4.82 | 4.96 | 5.07 | 5.17 |
|                     | 0.01   | 4.07           | 4.70 | 5.09 | 5.38 | 5.60 | 5.79 | 5.94 | 6.08 | 6.20 | 6.31 |
| 19                  | 0.05   | 2.96           | 3.59 | 3.98 | 4.25 | 4.47 | 4.65 | 4.79 | 4.92 | 5.04 | 5.14 |
|                     | 0.01   | 4.05           | 4.67 | 5.05 | 5.33 | 5.55 | 5.73 | 5.89 | 6.02 | 6.14 | 6.25 |
| 20                  | 0.05   | 2.95           | 3.58 | 3.96 | 4.23 | 4.45 | 4.62 | 4.77 | 4.90 | 5.01 | 5.11 |
|                     | 0.01   | 4.02           | 4.64 | 5.02 | 5.29 | 5.51 | 5.69 | 5.84 | 5.97 | 6.09 | 6.19 |
| 24                  | 0.05   | 2.92           | 3.53 | 3.90 | 4.17 | 4.37 | 4.54 | 4.68 | 4.81 | 4.92 | 5.01 |
|                     | 0.01   | 3.96           | 4.54 | 4.91 | 5.17 | 5.37 | 5.54 | 5.69 | 5.81 | 5.92 | 6.02 |
| 30                  | 0.05   | 2.89           | 3.49 | 3.84 | 4.10 | 4.30 | 4.46 | 4.60 | 4.72 | 4.83 | 4.92 |
|                     | 0.01   | 3.89           | 4.45 | 4.80 | 5.05 | 5.24 | 5.40 | 5.54 | 5.65 | 5.76 | 5.85 |
| 40                  | 0.05   | 2.86           | 3.44 | 3.79 | 4.04 | 4.23 | 4.39 | 4.52 | 4.63 | 4.74 | 4.82 |
|                     | 0.01   | 3.82           | 4.37 | 4.70 | 4.93 | 5.11 | 5.27 | 5.39 | 5.50 | 5.60 | 5.69 |
| 60                  | 0.05   | 2.83           | 3.40 | 3.74 | 3.98 | 4.16 | 4.31 | 4.44 | 4.55 | 4.65 | 4.73 |
|                     | 0.01   | 3.76           | 4.28 | 4.60 | 4.82 | 4.99 | 5.13 | 5.25 | 5.36 | 5.45 | 5.53 |
| 120                 | 0.05   | 2.80           | 3.36 | 3.69 | 3.92 | 4.10 | 4.24 | 4.36 | 4.48 | 4.56 | 4.64 |
|                     | 0.01   | 3.70           | 4.10 | 4.50 | 4.71 | 4.87 | 5.01 | 5.12 | 5.21 | 5.30 | 5.38 |
| ∞                   | 0.05   | 2.77           | 3.31 | 3.63 | 3.86 | 4.03 | 4.17 | 4.29 | 4.39 | 4.47 | 4.55 |
|                     | 0.01   | 3.64           | 4.12 | 4.40 | 4.60 | 4.76 | 4.88 | 4.99 | 5.08 | 5.16 | 5.23 |

## ANEXO 12

### Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos según MINSA NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 - Resolución Ministerial N° 591-2008.

**NTS N° 071 - MINSA/DIGESA-V.01**  
**NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD**  
**PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO**

| Agente microbiano   | Categoría | Clase | n | c | Límite por g      |                 |
|---|-----------|-------|---|---|-------------------|-----------------|
|   |           |       |   |   | m                 | M               |
| <i>Escherichia coli</i>   | 5         | 3     | 5 | 2 | $10^2$            | $10^3$          |
| <i>Salmonella sp.</i>   | 10        | 2     | 5 | 0 | Ausencia /25 g    | —               |
| <b>XIV.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas) refrigeradas y/o congeladas.</b>   |           |       |   |   |                   |                 |
| Agente microbiano   | Categoría | Clase | n | c | Límite por g      |                 |
|   |           |       |   |   | m                 | M               |
| Aerobios mesófilos  | 1         | 3     | 5 | 3 | $10^4$            | $10^6$          |
| <i>Escherichia coli</i>   | 5         | 3     | 5 | 2 | 10                | $10^2$          |
| <i>Salmonella sp.</i>   | 10        | 2     | 5 | 0 | Ausencia /25 g    | —               |
| <i>Listeria monocytogenes</i> (*)   | 10        | 2     | 5 | 0 | Ausencia /25 g    | —               |
| (*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas)   |           |       |   |   |                   |                 |
| <b>XIV.3 Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas.</b>   |           |       |   |   |                   |                 |
| Agente microbiano   | Categoría | Clase | n | c | Límite por g      |                 |
|   |           |       |   |   | m                 | M               |
| Mohos   | 2         | 3     | 5 | 2 | $10^2$            | $10^3$          |
| Levaduras   | 2         | 3     | 5 | 2 | $10^2$            | $10^3$          |
| <i>Escherichia coli</i>   | 5         | 3     | 5 | 2 | 10                | $5 \times 10^2$ |
| <i>Salmonella sp.</i>   | 10        | 2     | 5 | 0 | Ausencia /25 g    | —               |
| <b>XIV.4 Frutas y hortalizas en vinagre, aceto o salmuera o fermentadas.</b>  |           |       |   |   |                   |                 |
| Agente microbiano   | Categoría | Clase | n | c | Límite por g      |                 |
|   |           |       |   |   | m                 | M               |
| Levaduras   | 3         | 3     | 5 | 1 | $10^3$            | $10^4$          |
| <b>XIV.5 Frutos secos (dátiles, tamarindo, otros) y semillas (castañas, maní, pecanas, nuez, almendras, otros).</b>   |           |       |   |   |                   |                 |
| Agente microbiano   | Categoría | Clase | n | c | Límite por g      |                 |
|   |           |       |   |   | m                 | M               |
| Mohos   | 3         | 3     | 5 | 1 | $10^2$            | $10^3$          |
| Levaduras   | 3         | 3     | 5 | 1 | $10^2$            | $10^3$          |
| <i>Escherichia coli</i>   | 5         | 3     | 5 | 2 | 10                | $10^2$          |
| <b>XIV.6 Mermelada, jaleas y similares.</b>   |           |       |   |   |                   |                 |
| Agente microbiano   | Categoría | Clase | n | c | Límite por g      |                 |
|   |           |       |   |   | m                 | M               |
| Mohos   | 3         | 3     | 5 | 1 | $10^2$            | $10^3$          |
| Levaduras   | 3         | 3     | 5 | 1 | $10^2$            | $10^3$          |
| <b>XV. ALIMENTOS ELABORADOS</b>   |           |       |   |   |                   |                 |
| <b>XV.1. Alimentos preparados sin tratamiento térmico (ensaladas crudas, mayonesas, salsa de papa huancaina, ocopa, adarazos, postres, jugos, yogurt de fabricación casera, otros). Alimentos preparados que llevan ingredientes con y sin tratamiento térmico (ensaladas mixtas, palta rellena, sándwich, cebiche, postres, refrescos, otros).</b> |           |       |   |   |                   |                 |
| Agente microbiano   | Categoría | Clase | n | c | Límite por g o mL |                 |
|   |           |       |   |   | m                 | M               |
| Aerobios mesófilos (*)  | 2         | 3     | 5 | 2 | $10^3$            | $10^6$          |
| Coliformes  | 5         | 3     | 5 | 2 | $10^2$            | $10^3$          |
| <i>Staphylococcus aureus</i>  | 7         | 3     | 5 | 2 | 10                | $10^2$          |
| <i>Escherichia coli</i>   | 5         | 3     | 5 | 2 | 10                | $10^2$          |
| <i>Salmonella sp.</i>   | 10        | 2     | 5 | 0 | Ausencia /25 g    | —               |
| (*) No procede para el caso de yogurt de fabricación casera.  |           |       |   |   |                   |                 |



MINSA/DIGESA



C. Reyes J.



## ANEXO 13

Galerías de fotos en la elaboración de la tajadas de mamey para determinar el mejor tratamiento en inmersión de  $\text{CaCl}_2$  al 2%.

➤ Recepción de materia prima (Se obtuvo el fruto en monsefú).



➤ Lavado y desinfección.



➤ **Pelado-repasado y descarozado.**



➤ **Cortado (tajadas: 10 cm de largo por 0.5 cm de espesor, con vernier).**



➤ **Sanitización.**



- **Estabilización** (sumergido en una solución de  $\text{CaCl}_2$  al 2%, por el tiempo de: 0.5 min, 1.5 min y 3 min ).



- **Envasado.**





## ANEXO 14

1) Secuencia fotográfica para el análisis de Textura instrumental de las tajadas de mamey para los distintos tratamientos de inmersión.



Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 15

**Secuencia fotográfica para el entrenamiento y selección de candidatos a jueces a través de evaluación sensorial en textura (sus atributos) y sabor.**



Fuente: Elaboración propia, 2015

## ANEXO 16

**Secuencia fotográfica en la elaboración de la tajadas de mamey en inmersión de  $\text{CaCl}_2$  al 2% a 1.5 minutos para sus respectivos análisis.**

- **Estabilización:** sumergido en una solución de  $\text{CaCl}_2$  al 2%, por el tiempo establecido de 1.5 minutos.



- **Oreado.**



- **Envasado.**





## ANEXO 17

Secuencia fotográfica en análisis fisicoquímicos de las tajadas de mamey:  
en °Brix, Acidez, Humedad, Cenizas.

### ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

#### ➤ °Brix.



#### ➤ Acidez.



#### ➤ Humedad.



#### ➤ Cenizas.



## ANEXO 18

Secuencia fotográfica en análisis microbiológicos: Mesófilos viables, E coli y Salmonella, solicitados en la Facultad de Ciencia Biológicos de la UNPRG.

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

#### ➤ Mesófilos viables.





➤ **Eschericchia Coli.**



➤ **Salmonella.**



