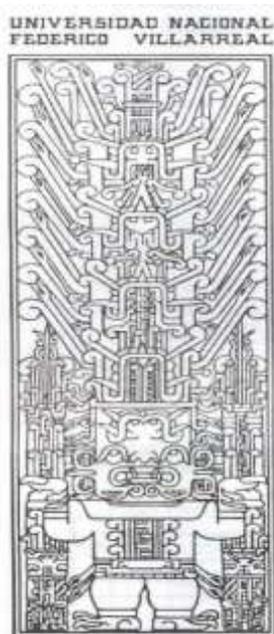


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Escuela Universitaria de Post Grado

TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS Y AGROINDUSTRIAS



TESIS DE MAESTRIA

**ESTABILIZACIÓN DE PULPA DE DURAZNO (*Prunus persica*)
PARA SU CONSERVACIÓN MÍNIMAMENTE PROCESADA**

PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO

ANGEL NOE QUISPE TALLA

LIMA – PERÚ

2016

Resumen

Se evaluó el efecto de las soluciones isotónicas de sacarosa y ácido ascórbico con las pulsaciones de vacío para la conservación de la pulpa de durazno (*Prunus persica*) con el objetivo de que ingrese la solución isotónica al interior de los tejidos a fin de disminuir su deterioro mediante el desarrollo de sus actividades homeostáticas de las células sin el uso de temperaturas altas para su conservación prolongando el tiempo de vida útil; y se envasaron sin el uso de tratamientos térmicos con altas temperaturas. Se caracterizó el durazno y se acondicionó mediante el pelado químico para el mínimo procesamiento y se realizaron las pulsaciones de vacío para el ingreso de las soluciones isotónicas de sacarosa y ácido ascórbico. Las soluciones isotónicas preparadas fueron de 12, 13 y 14 grados Brix; con 400, 200 y 100 mm Hg de pulsaciones de vacío, fueron evaluadas en su incremento de peso, porosidad, actividad enzimática, carga microbiana utilizando el diseño estadístico factorial cuadrático; que reportaron la estabilización de la pulpa de durazno por 27 días almacenadas a 5° C; determinados por el método se superficie de respuesta presento la ecuación de; días de vida útil en almacenamiento = - 1105,39 + 0,00797*tasa respiración + 138,307*textura + 30,2689*azúcares reductores + 26,198*mesófilos ufc/g x 10² - 0,0000457044*tasa respiración² - 0,0101694*tasa respiración*textura + 0,00689025*tasa respiración*azúcares reductores + 0,00866678*tasa respiración*mesófilos ufc/g x 10² - 4,57783*textura² + 0,258362*textura*azúcares reductores - 2,55698*textura*mesófilos ufc/g x 10² - 5,14593*azúcares reductores² + 0,476219*azúcares reductores*mesófilos ufc/g x 10² - 1,63834*mesófilos ufc/g x 10². Mostrando acciones homeostáticas cuando tratan con una solución isotónica de azúcar y ácido ascórbico de 14 grados brix, con acidez iónica de pH 3,5; pulsación de vacío de 100 mm Hg y una porosidad de 19,69 %, almacenadas a 5°C y una humedad relativa de 85 %. La evaluación sensorial concluyo que no existió diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de 0,05 aceptándose el durazno sometido a soluciones isotónicas tratada.

Palabras claves: Pulsaciones de vacío, soluciones isotónicas, mecanismos homeostáticos.

Abstract

The effect of the solutions isotonic sucrose and ascorbic acid with pulsation vacuum conservation pulp peach (*Prunus persica*) with the aim of entering the isotonic solution within tissues to decrease its deterioration was evaluated by developing their homeostatic activities of the cells without the use of high temperatures for preservation prolonging the lifetime; and packaged without the use of heat treatments at high temperatures. the peach was characterized and conditioned by chemical peel for minimal processing and vacuum presses for entering isotonic solutions of sucrose and ascorbic acid were performed. Isotonic solutions prepared were 12, 13 and 14 brix; 400, 200 and 100 mm Hg vacuum pulsation, were evaluated for their increased weight, porosity, enzymatic activity, microbial load using the quadratic factorial statistical design; They are reporting stabilization peach pulp for 27 days stored at 5 ° C; determined by the method presented response surface equation; days of shelf life = - 1105.39 + 0.00797 * breathing rate + 138.307 * * texture + 30.2689 + 26.198 * reducing sugars mesophilic cfu / g × 10² to 0.0000457044 * breathing rate ^ 2 - 0.0101694 * * texture breathing rate + 0.00689025 * * reducing sugars breathing rate + 0.00866678 * * mesophilic breathing rate cfu / g × 10² - 4.57783 * texture * ^ 2 + 0.258362 * reducing sugars texture - texture 2.55698 * * mesophilic cfu / g × 10² - reducing sugars 5.14593 * ^ 2 + 0.476219 * * mesophilic reducing sugars cfu / g × 10² - 1.63834 * mesophilic cfu / gx February 10 ^ 2. Homeostatic showing actions when dealing with an isotonic sugar solution and ascorbic acid 14 brix, with ionic acidity of pH 3.5; pulsation vacuum 100 mm Hg and a porosity of 19.69%, stored at 5 ° C and a relative humidity of 85%. Sensory evaluation concluded that there was no significant difference between treatments at a level of 0.05 accepting peach treated under isotonic solutions.

Keywords: Pulsation vacuum, isotonic solutions, homeostatic mechanisms.

Introducción

El consumidor moderno en los últimos tiempos tiene preferencia por productos mínimamente procesados sin el uso de conservantes químicos lo que hace que la agroindustria busque el desarrollo de los procesos de conservación referidos a la generación de sistemas de producción sin uso de conservantes químicos y de tratamientos térmicos sin el empleo de altas temperaturas ya que los tratamientos más comunes de los productos mínimamente procesados son pelado, troceado, y en algunos casos, fortificación con componentes nutricionales o facilitadores del proceso; es así como la respiración condiciona la vida útil tanto de los vegetales enteros como de los mínimamente procesados; provocando dentro de la células cortadas un mecanismo homeostático para frenar la concentración de gases de la atmósfera, la temperatura y otras variables pueden alterar el fenómeno de la respiración y por ende su conservación.

Hoy los factores tales como su valor nutritivo, precio, ausencia de residuos pasan a un segundo plano, que el concepto de calidad escriben las características sensoriales, las fisicoquímicas y las de inocuidad, por lo tanto la impresión causada por el durazno al consumidor engloba a todas las indicadas, por lo que su vida útil puede verse mejorada por el control de procesos de deterioro o inactivación de los procesos fisiológicos, de su carga microbiana que pueda contener.

El durazno es una de las frutas más importantes tanto para su consumo en fresco como por la variedad de productos que permite obtener su industrialización, dentro de estos últimos se destacan las conservas de duraznos ya sea en mitades, rodajas o cubeteado, cuando la fruta no reúne las características requeridas para elaborar conservas, se destina a la producción de pulpa, la industria elaboradora de duraznos en conserva requiere variedades de características particulares, y demanda frutos de forma esférica u oval, con mitades iguales, tamaño mediano a grande, de pulpa firme, que conserven las características luego de envasado, se deben evitar defectos tales como pulpa roja alrededor del carozo, pulpa que se marque con facilidad, carozo grande y descentrado o carozo con punta. El destino a enlatado es muy exigente en cuanto a calibre,

uniformidad y ausencia de defectos por lo que durazno del callejón de Huaylas no reúne estas condiciones por lo que hay que buscar una alternativa de conservación para este tipo de durazno.

En el capítulo I se presenta el planteamiento del problema, la formulación del problema, los objetivos, la importancia, alcances y limitaciones de la investigación.

El capítulo II comprende el marco teórico basado en la teoría base que da rigor científico al trabajo y que guarda relación directa con el objetivo y la hipótesis, así como los antecedentes del estudio y la definición de términos presenta la metodología del estudio, el tipo de investigación, con estas premisas se planteó el trabajo de tesis cuyos objetivos se indican:

- Determinar la estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada, sin el uso de altas temperaturas de esterilización, con el uso de soluciones isotónicas de sacarosa y ácido ascórbico, con el empleo de pulsaciones de vacío para su conservación.
- Evaluar los parámetros fisicoquímicos: peso, acidez titulable, azúcares reductores, tasa de respiración y textura de la pulpa de durazno mínimamente procesada para el proceso de conservación mediante soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico mediante las pulsaciones de vacío.
- Determinar la solución isotónica de sacarosa y ácido ascórbico así como la pulsación de vacío que permita estabilizar la pulpa de durazno mínimamente procesada sin el uso de altas temperaturas.
- Determinar los cambios micro estructurales celulares de la pulpa de durazno mínimamente procesada durante el almacenamiento provocado por el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5 ° C y 85 % de humedad relativa.

□ Evaluar el efecto de la solución isotónica de azúcar y ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa de respiración, peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azúcares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa.

□ Evaluar el efecto de la aplicación de las soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico y pulsaciones de vacío sobre los parámetros de calidad sensorial: color, aroma, sabor de la pulpa de durazno mínimamente procesada almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa.

En el capítulo III se presenta el estudio de la hipótesis, las variables y la operacionalización de las mismas, así como tratamientos y pruebas estadísticas así como los procedimientos de la investigación.

El capítulo IV se presenta los resultados de la investigación, las pruebas de Hipótesis

Y los capítulos V, VI, VII y VIII; presentan los resultados de la investigación en cuadros estadísticos y gráficos, y la selección y validación de los instrumentos, para luego finalizar con la discusión, las conclusiones y recomendaciones

ÍNDICE

RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
INTRODUCCION	iv
INDICE	vii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Definición del problema	4
1.2.1. Problema principal	4
1.2.2. Problemas secundarios	4
1.2.3. Formulación del problema	5
1.3. Objetivos de la investigación	6
1.3.1. Objetivo principal	6
1.3.2. Objetivos secundarios	6
1.4. Justificación, importancia y limitación de la investigación	7
1.4.1. Justificación de la investigación	7
1.4.1.1. Teórica	7
1.4.1.2. Práctica	8
1.4.1.3. Metodológica	8
1.4.1.4. Social	8
1.4.2. Importancia de la investigación	9
1.4.3. Limitaciones de la investigación	9

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de la investigación	10
2.1.1. Desde cuando existe o se conoce el problema	10
2.1.2. Estudios o investigaciones anteriores	10
2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO	21
2.2.1. Bases teóricas	21
2.3. MARCO CONCEPTUAL	30
2.3.1. Conceptos relacionados al problema	30
2.3.1.1. Consideraciones sobre el durazno	30
2.3.1.2. Mínimo procesamiento - tecnologías combinadas para la conservación de pulpa de frutas	39
2.3.1.3. Consideraciones básicas de transferencia de masa en frutas	49
2.3.1.4. Consideraciones de las propiedades homeostáticas	57
2.3.2. Marco legal	93
2.3.2.1. Características de calidad	93
2.4. Hipótesis	94
2.4.1. Hipótesis general	94
2.4.2. Hipótesis específicas	94
2.4.3. Variables e indicadores	95
CAPÍTULO III: MÉTODO	97
3.1. Tipo de investigación	97
3.2. Diseño de la Investigación	97
3.2.1. Materia prima e insumos	97
3.3. Estrategia de la prueba de hipótesis	101
3.4. Variables	104
3.5. Población	105
3.6. Muestra	105
3.7. Técnicas de investigación	105
3.7.1. Instrumentos y fuentes de recolección de datos	105
3.7.2. Validación de los instrumentos por juicio de expertos	106

3.7.3. Técnicas de procesamiento de datos	106
3.7.4. Técnicas de análisis e interpretación de la información	108
3.7.5. Operacionalización de las variables	114
3.7.6. Diseño estadístico	116
3.7.7. Procedimiento de la investigación	119
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	120
4.1. Resultados de la caracterización del durazno	120
4.1.1. Medidas Biométricas del durazno	121
4.2. Resultados del acondicionamiento del durazno	143
4.3. Resultados del de las pulpas tratadas	146
4.4. Resultados del tratamiento óptimo del almacenamiento de la pulpa tratada	176
4.5. Resultados de la Evaluación sensorial	186
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	189
5.1. Discusión de la caracterización del durazno	189
5.2. Discusión de los componentes de las partes del durazno	191
5.3. Discusión de los resultados del acondicionamiento del durazno	197
5.4. Discusión de los resultados del de las pulpas tratadas	198
5.5. Discusión de los resultados del tratamiento óptimo del almacenamiento de la pulpa tratada	208
5.6. Discusión de los resultados de la evaluación sensorial	212
V: CONCLUSIONES	213
VI: RECOMENDACIONES	216
VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	217
VIII: ANEXOS	224

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química del durazno (100 gr)	34
Tabla 2. Clasificación de productos hortofrutícolas mínimamente procesadas de acuerdo a sus tasas de respiración	91
Tabla 03. Norma de calidad microbiológica para frutas desinfectadas y peladas	93
Tabla 04. Características fisicoquímicas de la fruta mínimamente procesada del durazno	94
Tabla 05. Diseño experimental de la investigación	107
Tabla 6. Hoja de calificación de los jueces seleccionados	113
Tabla 07. Operacionalización de variables	115
Tabla 8. Medias biométricas de los duraznos procedentes del Callejón de Huaylas	121
Tabla 9. Medidas biométricas del durazno procedente del Callejón de Huaylas y su media y rangos	128
Tabla 10. Relación entre el espesor y el peso de los duraznos	129
Tabla 11. Valores estadísticos para la tendencia Normal del espesor de la pulpa	130
Tabla 12. Características fisicoquímicas del promedio de una muestra de 12 unidades de durazno	131
Tabla 13. Resumen estadístico para los valores del agua del durazno	131
Tabla 14: Resumen estadístico para los valores de la materia seca del durazno	132
Tabla 15: Resumen estadístico para los valores de los sólidos solubles del durazno	133
Tabla 16. Cuadro de frecuencias para sólidos solubles (%)	134
Tabla 17: Resumen estadístico para los valores de la acidez titulable del durazno	136
Tabla 18: Resumen estadístico para los valores de la acidez iónica (pH) del durazno	137
Tabla 19: Cuadro de frecuencias para acidez iónica (pH)	139
Tabla 20: Resumen estadístico para los valores del índice de madurez del durazno	141
Tabla 21: Evaluación del pelado químico de los duraznos antes de someterse a las pulsaciones de vacío	144
Tabla 22: Tratamiento de pulsaciones de vacío para 12 grados Brix	144
Tabla 23: Tratamiento de pulsaciones de vacío para 13 grados Brix	145
Tabla 24: Tratamiento de pulsaciones de vacío para 14 grados Brix	145
Tabla 25: Resultados de la ganancia de peso de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial	146

Tabla 26: Análisis de varianza para ganancia de peso (%) - suma de cuadrados tipo III	147
Tabla 27: Cuadro de medias por mínimos cuadrados para la ganancia peso (%) con intervalos de confianza del 95,0%	149
Tabla 28: Pruebas de múltiple rangos para ganancia de peso (%) por grados Brix	149
Tabla 29: Análisis multivariado de la ganancia de peso (%)	150
Tabla 30: Resultados de la porosidad de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial	151
Tabla 31: Resultados del análisis de varianza para la porosidad (%) - suma de cuadrados tipo III de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial	152
Tabla 32: Cuadro de medias por mínimos cuadrados para porosidad (%) con intervalos de confianza del 95%	154
Tabla 33: Pruebas múltiple rangos para porosidad (%) por grados Brix	154
Tabla 34: Análisis multivariado de la porosidad (%)	154
Tabla 35. Resultados de la actividad enzimática de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial	156
Tabla 36: Resultados de la carga microbiana de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial	157
Tabla 37: Análisis de varianza para la carga microbiana (UFC/g) - suma de cuadrados tipo III	158
Tabla 38: Tabla de medias por mínimos cuadrados para carga microbiana (UFC/g) con intervalo de confianza del 95,0%	160
Tabla 39: Análisis multivariado de la carga microbiana (UFC/g)	160
Tabla 40: Pruebas de múltiple rangos para carga microbiana total (UFC/g) por grados Brix	162
Tabla 41: Resultados de la ganancia de peso, porosidad, carga microbiana de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial	163
Tabla 42: Análisis de varianza para carga microbiana total (UFC/g) - suma de cuadrados tipo III	164
Tabla 43: Cuadro de medias por mínimos cuadrados para carga microbiana total (UFC/g) con intervalos de confianza del 95,0%	166
Tabla 44: Pruebas de múltiple rangos para carga microbiana total (UFC/g) por grados Brix	166
Tabla 45: Efectos estimados para la optimización de la vida útil	168
Tabla 46: Análisis de varianza para la vida útil	170
Tabla 47: Matriz de correlación para los efectos estimados	172

Tabla 48: Cuadro para el coeficiente de regresión para la vida útil	174
Tabla 49: Valores para optimización del tiempo de vida útil, a partir de ganancia de peso, porosidad, carga microbiana del recuento total (UFC/g), pulsaciones de vacío para los diversas concentraciones según el diseño factorial	176
Tabla 50: Variaciones de los resultados de la optimización de la vida útil de almacenamiento del tratamiento óptimo evaluando los factores tasa de respiración, firmeza de la pulpa, acidez titulable, azúcares reductores, y carga aeróbicas mesófilas; manteniendo constante la temperatura la humedad relativa, el pH y su acidez titulable	178
Tabla 51: Efectos estimados para los días de vida útil en almacenamiento del tratamiento óptimo de la pulpa de durazno con 14 grados Brix, acidez iónica de 3,5, pulsación de vacío de 100 mm Hg y una porosidad 19,69 %	179
Tabla 52: Análisis de varianza para los días de vida útil en almacenamiento del tratamiento óptimo de la pulpa de durazno con 14 grados Brix, acidez iónica de 3,5; pulsación de vacío de 100 mm Hg y una porosidad 19,69 %	180
Tabla 53: Matriz de correlación para los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento	182
Tabla 54: Coeficiente de regresión para el cálculo de los días de vida útil en los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento	184
Tabla 55: Valores para optimización del tiempo de vida útil, en los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas en la pulpa de durazno en almacenamiento	186
Tabla 56: Resultado de la comparación pareada simple de 20 panelistas entrenados	186

ÍNDICE DE FIGURAS

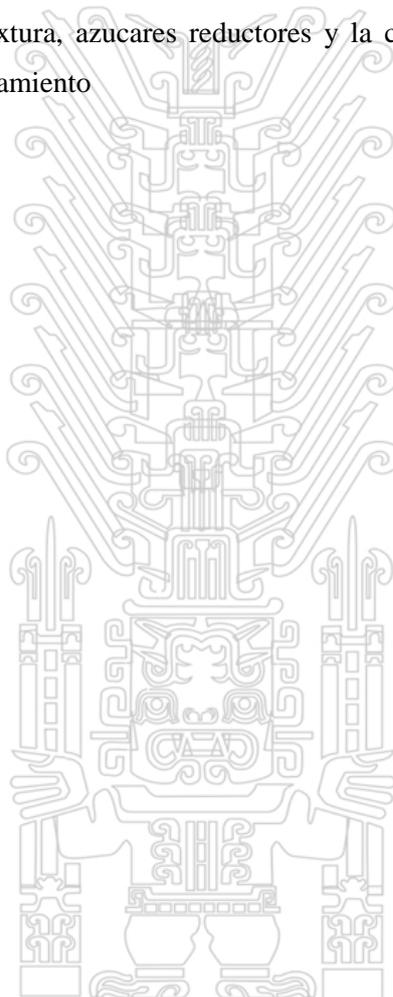
Fig.1: El fruto del durazno	32
Fig. 2. Diagrama de flujo para la incorporación de la solución de sacarosa y ácido ascórbico en el tratamiento al vacío de la pulpa de durazno	117
Fig. 3. Variación del peso de los duraznos usados en los tratamientos en los histogramas	122
Fig. 4. Variación del peso de los duraznos usados en los tratamientos mediante grafica de cajas	122
Fig. 05: Variación del peso de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante el histograma de las frecuencias	123
Fig. 06: Variación de los diámetros ecuatoriales de los duraznos a usarse en los tratamientos en los histogramas	123
Fig. 07: Variación de los diámetros ecuatoriales de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante grafica de cajas	124
Fig. 08: Variación de los diámetros ecuatoriales de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante el histogramas de las frecuencias	124
Fig.09: Variación de las áreas de los duraznos a usarse en los tratamientos en los histogramas	125
Fig.10: Variación de las áreas de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante grafica de cajas	125
Fig.11: Variación de las áreas de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante el histogramas de las frecuencias	126
Fig.12: Variación del volumen de los duraznos a usarse en los tratamientos en los histogramas	126
Fig. 13: Variación de los volúmenes de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante grafica de cajas	127
Fig. 14: Variación del volumen de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante el histogramas de las frecuencias	127
Fig. 15. Muestras de duraznos para las mediciones biométricas	128
Fig.16: Relación entre peso del durazno y el espesor de pulpa	129
Fig. 17: Distribución normal del espesor de la pulpa	130
Fig. 18: Grafico de cajas y bigotes para el agua del durazno	132
Fig.19: Grafico de cajas y bigotes para la materia seca del durazno	133
Fig. 20: Grafico de cajas y bigotes para los sólidos solubles del durazno	134
Fig. 21: Grafico de frecuencias para los sólidos solubles del durazno	135
Fig. 22: Grafico de cajas y bigotes para la acidez titulable del durazno	137

Fig. 23: Grafico de Cajas y Bigotes para la acidez iónica (pH) del durazno	138
Fig. 24: Grafico de frecuencias para la acidez iónica del durazno	139
Fig. 25: Grafico de cajas y bigotes para el índice de madurez del durazno	142
Fig. 26: Pelado químico del durazno y su acondicionamiento para realizar las pulsaciones de vacío	143
Fig. 27: ANOVA para la ganancia de peso (%).	148
Fig. 28: Incremento de peso para variación de los grados Brix	148
Fig. 29: Análisis multivariado de la ganancia de peso en los grados Brix y las pulsaciones de vacío	150
Fig. 30: ANOVA para variación de la porosidad	153
Fig. 31: Incremento de la porosidad para variación de los grados Brix	153
Fig. 32. Análisis multivariado de la porosidad en los grados Brix y las pulsaciones de vacío	155
Fig. 33: ANOVA para variación de la carga microbiana total (UFC/g)	159
Fig. 34: Carga microbiana con respecto a las medias de los grados Brix	159
Figura 35: Análisis multivariado de la carga microbiana (UFC/g)	161
Fig. 36: ANOVA para variación de la carga microbiana total (UFC/g) y sus covariables	165
Figura 37: Decremento de la carga microbiana total para variación de los grados Brix	165
Fig. 38: Diagrama de Pareto para la estandarización de la vida útil	169
Fig. 39: Efectos principales de los factores para la vida útil	171
Fig. 40: Grafica de la interacción de los factores para la vida útil	171
Fig. 41: Grafica de la probabilidad de la ecuación estimada para la vida útil	173
Fig. 42: Grafica de la superficie de respuesta estimada de la ecuación de la estimación de la vida útil	175
Fig. 43: Grafica de los contornos de la superficie de respuesta estimada de la ecuación de la estimación de la vida útil	175
Fig. 44: Diagrama de Pareto estandarizada para los días de vida útil en el almacenamiento	179
Fig. 45: Efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento	181
Fig. 46: Interrelación de los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento	181

Fig. 47: Grafica de la probabilidad Normal para los efectos de la tasa de respiración, textura, azucares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento 183

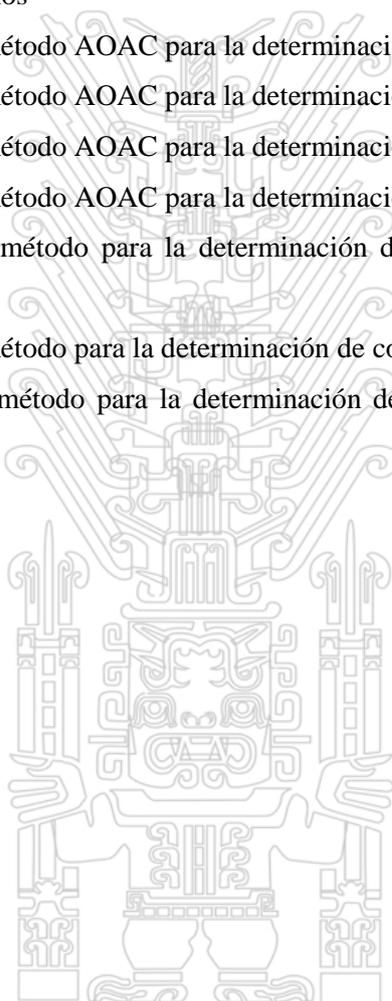
Fig. 48: Grafica de la superficie de respuesta estimada para los días de vida útil en los efectos de la tasa de respiración, textura, azucares reductores y la carga microbiana mesófilas en la pulpa de durazno en almacenamiento 185

Fig. 49: Contornos de la superficie de respuesta estimada para los días de vida útil en los efectos de la tasa de respiración, textura, azucares reductores y la carga microbiana mesófilas en la pulpa de durazno en almacenamiento 185



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia	224
Anexo 02. Esquema del respirometro	226
Anexo 03. Validación de instrumentos	227
Anexo 04. Confiabilidad de los instrumentos	227
Anexo 05. Glosario de términos	228
Anexo 06. Fundamento del método AOAC para la determinación de la humedad	229
Anexo 07. Fundamento del método AOAC para la determinación de los sólidos solubles	231
Anexo 08. Fundamento del método AOAC para la determinación del pH	232
Anexo 09. Fundamento del método AOAC para la determinación de la acidez titulable	233
Anexo 10. Fundamento del método para la determinación de mesofilos aerobios según ISO 4832	234
Anexo 11. Fundamento del método para la determinación de coliformes fecales según ISO 4832	235
Anexo 12. Fundamento del método para la determinación de hongos y levaduras según ISO 4832	236



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

En el ámbito mundial, los hábitos alimentarios han cambiado de forma importante en los últimos 50 años, los aspectos que influyen en estos cambios, por lo general son, mayor número de adultos independientes; la mujer se incorpora al mundo laboral, menos tiempo en la cocina, más hogares con adultos mayores de 65 años, más hogares sin niños, pues las tendencias al consumo de alimentos se enmarca en productos de alta calidad y bajo valor energético, productos pobres en grasa, productos de larga y conservación y que requieran poca elaboración, alimentos listos para su consumo, alimentación sana y natural: ingredientes naturales, alimentos libres de aditivos; es decir dos tendencias de consumo son predominante: salud y comodidad (Artés, 2000).

El estudio del perfil del consumidor de productos hortofrutícolas en países desarrollados ha puesto en evidencia que sabor, aroma, madurez y apariencia son los atributos que más influyen a la hora de tomar la decisión final de la compra de alimentos sumándose los factores tales como valor nutritivo, precio, ausencia de residuos, por lo que estas tendencias se están generalizando sumándose a ello las características de frescuras en las frutas destacándose las frutas mínimamente procesada y envasada con tratamientos no térmicos (Olías, 2006).

Las pérdidas post recolección de frutas y verduras frescas, principalmente causadas por hongos, están estimadas entre el 10 y el 30 por ciento de la producción anual (Hulse, 2012), estas pérdidas económicas se ven agravadas en el caso del durazno por el manejo inadecuado en su cosecha y post cosecha y la producción de áreas muy distantes a las de su comercialización o puntos de ventas, sumándose a ellos su metabolismo activo post de la recolección y susceptible al ataque de podredumbre de *Stigmia sp.*, *Cladosporium herbarum*, *Alternaria tenuis*, y *Botrytis cinérea* (Schroeder, 1994).

La vida útil de la pulpa de durazno puede verse mejorada por el control de procesos de deterioro o inactivación de procesos fisiológicos, tanto del propio fruto como de los patógenos que pueda contener, la temperatura es un factor medio ambiental básico para la conservación de la pulpa del durazno durante el almacenamiento por afectar su tasa de respiración u otras reacciones bilógicas (Robertson, 2011). Bajas temperaturas contribuyen a la tasa de respiración retardando y previniendo el crecimiento microbiano y reduciendo la actividad metabólica y las pérdidas de humedad (Schroeder, 1994).

Otro inconveniente que presenta el durazno es que el consumidor hoy prefiere un producto más parecido al recién recolectado sin la adición de azúcar en los sistemas de conservación ya que atribuyen el uso de conservantes químicos principalmente fungicidas ya que es rechazado por una creciente demanda de productos libres de antibióticos y preservantes (Hulse, 1992).

En la actualidad el desarrollo de cepas de hongos resistentes a los fungicidas utilizados, genera la necesidad de desarrollar alternativas seguras y económicas para la conservación de las pulpas del durazno entre dichas alternativas se encuentran la manipulación genética y los tratamientos de post recolección y los métodos de mínimo procesamiento acompañados con la disminución de la temperaturas, la conservación por atmosfera controlada, el uso de recubrimientos, el envasado en atmosfera modificada y el empleo de soluciones especiales como las isotónicas e hipertónicas (Agar *et al.*, 1999; Rangel & López, 2012).

La utilización de soluciones isotónicas presenta ventajas con respecto a la conservación en atmosfera controlada, los beneficios producidos por esta soluciones sobre estas pulpas y no se pierden como en los sistemas de atmosfera controlada ya estas pulpas pierden sus atributos inmediatamente en el momento

en que ésta sale de la cámara y se traslada de su lugar de almacenamiento hasta su punto de venta en cambio la utilización de soluciones isotónicas mantiene el mismo producto en las mismas condiciones hasta que el envase es abierto para su consumo , sumándose a esto que en la solución isotónica se puede agregar algunos componentes que repotencien la pulpa de la fruta como anti oxidantes u otros tributos de calidad que se quiera adicionar (Rangel & López, 2012).

El uso de soluciones isotónicas sobre las pulpas de frutas cortadas abre un camino efectivo y económico en la extensión de la vida útil de las pulpas de frutas durante su transporte, almacenamiento y comercialización además se trata de productos frescos sin el uso de altas temperaturas por lo que es aceptable pensar en el uso de envases y procedimientos tecnológicos no muy complejos con equipos accesibles a los productores y permiten una alternativa adecuada para su periodo de comercialización con garantías de calidad (Rangel & López, 2012).

Según Rangel & López (2012), el material que se usa para en el envasado de las pulpas de frutas fileteadas debe conservar su calidad y prolongar su vida útil, por lo que debe cumplir los requisitos básicos:

- Minimizar su deshidratación.
- Reducir la respiración sin producir la fermentación.
- Disminuir los mecanismos de deterioro tanto fisiológico como microbiológico.
- Adaptarse a los sistemas de envasado.

En la elección del material y forma de envase hay que tener en cuenta sus propiedades de barrera, no solo frente a gases, vapor de agua y humedad, sino también a los aromas y su respuesta a diferentes factores externos como son la

temperatura, la humedad, la luz y las propiedades físicas del producto a envasar, debido a la permeabilidad que presentan los materiales poliméricos, estos son los ideales para mantener las condiciones de las pulpas de frutas cortadas tras su cerrado, manteniendo el balance entre el consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono generado por el producto dentro de las soluciones isotónicas, junto con la difusión de gases, alcanzándose finalmente según la temperatura, un estado estacionario por lo tanto el envasado con materiales poliméricos tiene como resultado el producir en el interior del envase una atmósfera que se adapte al máximo a las condiciones necesarias para la mejor conservación del producto evitando también el daño mecánico (Agar *et al.*, 1999).

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema principal.

La importancia de los sistemas de conservación en la actualidad están orientados a las exigencias del consumidor que tiene mucha preferencia por productos frescos sin conservantes químicos y mínimamente procesados las frutas no escapan a este requerimiento en especial las frutas de caroso como es el caso del durazno que por su rendimiento en pulpa y sus características fisicoquímicas y organolépticas muestra una exigencia especial, donde los factores de deterioro internos de su pulpa acentúan su tasa de respiración con la generación del etileno y la producción de azúcares reductores por esta actividad ya que estas condiciones rompen el equilibrio Homeostático de las células de la pulpa del durazno por lo que se planteó mantener su equilibrio mediante la estabilización con soluciones isotónicas de las mismas características del agua libre de su pulpa con sacarosa y ácido ascórbico; y para facilitar su ingreso se complementó con pulsaciones de vacío.

1.2.2. Problemas secundarios.

En los procesos de obtención de frutas mínimamente procesadas los parámetros de control de calidad están referidos a las características fisicoquímicas, la tasa

de respiración, a fin de evaluar las condiciones Homeostáticas de las células del durazno cuando estas fueron sometidas a los manejos de las soluciones isotónicas obtenidas por azúcar y ácido ascórbicos; y complementadas con las pulsaciones de vacío para facilitar el ingreso hacia la pulpa y lograr su estabilización y consecuentemente su conservación; sin el empleo de tratamientos térmicos de altas temperaturas, diferenciándose de los almibarados clásicos que se encuentran en el mercado en la presentación clásica de esta pulpa de fruta.

Esta forma de conservación de la pulpa de durazno mínimamente procesada con estas soluciones isotónicas permitieron el uso de envases de PET para ser almacenadas en temperaturas de refrigeración y humedades relativas altas para mantener la estabilidad homeostática de las pulpas conservadas y sean evaluadas mediante su tasa de respiración, la producción de azúcares reductores y su textura, que permitieron comprobar los efectos de los tratamientos planteados en la investigación.

1.2.3. **Formulación del problema.**

a. Problema principal.

- ¿La estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada puede realizarse por el uso de soluciones isotónicas de sacarosa con ácido ascórbico y el empleo de pulsaciones de vacío para su conservación?

b. Problemas secundarios.

- ¿Cómo están los parámetros fisicoquímicos: peso, acidez titulable, azúcar reductor, tasa de respiración y textura de la pulpa de durazno mínimamente procesada para el proceso de conservación mediante soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico mediante las pulsaciones de vacío?
- ¿Cuál es el efecto de la solución isotónica de sacarosa, ácido ascórbico adecuada y la pulsación de vacío que permita estabilizar la pulpa de durazno mínimamente procesada sin el uso de altas temperaturas?
- ¿Cuál es el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa

de respiración, peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azúcares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5 °C y 85 % de humedad relativa?.

- ¿Cómo son los cambios micro estructurales de la pulpa de durazno mínimamente procesada durante el almacenamiento provocada por el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5 °C y 85 % de humedad relativa?
- ¿Cuál es el efecto de la aplicación de las soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico y pulsaciones de vacío sobre los parámetros de calidad sensorial: color, aroma, sabor de la pulpa de durazno mínimamente procesada almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5 °C y 85 % de humedad relativa?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1. Objetivo principal.

Bajo estas consideraciones es que se plantea la necesidad de investigar el proceso tecnológico que permita:

- Determinar la estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada, sin el uso de altas temperaturas de esterilización con el uso de soluciones isotónicas de sacarosa y ácido ascórbico con el empleo de pulsaciones de vacío para su conservación.

1.3.2. Objetivos secundarios.

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos: peso, acidez titulable, azúcares reductores, tasa de respiración y textura de la pulpa de durazno mínimamente procesada para el proceso de conservación mediante soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico mediante las pulsaciones de vacío.

- Determinar la solución isotónica de sacarosa y ácido ascórbico así como la pulsación de vacío que permita estabilizar la pulpa de durazno mínimamente procesada sin el uso de altas temperaturas.
- Determinar los cambios micro estructurales celulares de la pulpa de durazno mínimamente procesada durante el almacenamiento provocado por el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5 ° C y 85 % de humedad relativa.
- Evaluar el efecto de la solución isotónica de azúcar y ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa de respiración, peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azúcares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa.
- Evaluar el efecto de la aplicación de las soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico y pulsaciones de vacío sobre los parámetros de calidad sensorial: color, aroma, sabor de la pulpa de durazno mínimamente procesada almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa.

1.4. JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1. Justificación de la investigación.

La investigación se justifica por las razones siguientes.

1.4.1.1. Teórica.

La investigación es importante porque ayudará a aumentar los conocimientos científicos en el área de tecnología de conservación mínimamente procesado con la determinación de la estabilidad del tratamiento con soluciones isotónicas de sacarosa y de ácido ascórbico y pulsaciones de vacío para la conservación de

pulpas de durazno sin el uso de altas temperaturas de pasteurización o esterilización; en el comportamiento homeostático de las células de la pulpa para su estabilización y conservación.

1.4.1.2. Práctica.

La realización del presente trabajo tiene la finalidad de buscar alternativas de solución para una nueva tecnología de conservación de pulpas frutas con la utilización de los sistemas de vacío y superar las deficiencias de la conservación de productos mínimamente procesados facilitando un mayor tiempo de vida útil.

1.4.1.3. Metodológica.

Es un aporte tecnológico de conservación que está orientado a mejorar el proceso de tratamiento de pulpa de durazno sin el empleo de altas temperaturas de esterilización.

La obtención de parámetros tecnológicos para la conservación de pulpa de durazno con el uso pulsaciones de vacío y soluciones isotónicas de sacarosa con ácido ascórbico; a fin de mantener las condiciones de la pulpa de durazno como fruta fresca.

1.4.1.4. Social.

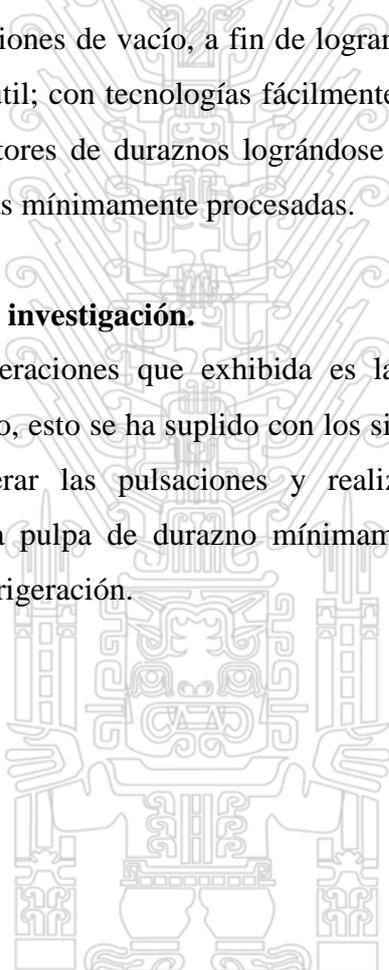
La investigación beneficiará a los agricultores del callejón de Huaylas facilitando la conservación de la pulpa de durazno, obteniendo así una mejor calidad y un mayor tiempo de vida útil, con bajos costos ya que no se va utilizar altas temperaturas y el paquete tecnológico de la investigación se transferirá a los agricultores por la sencillez de los procesos tecnológicos que la investigación plantea.

1.4.2. Importancia de la investigación.

La tesis colabora de modo efectivo a los procesos tecnológicos de la conservación de pulpa de durazno sin el empleo de tratamientos térmico y altas temperaturas; usando los criterios homeostáticos de las células de la pulpa de frutas mediante el uso de las soluciones isotónicas facilitando su ingreso mediante las pulsaciones de vacío, a fin de lograr su conservación para mejorar su tiempo de vida útil; con tecnologías fácilmente transferibles que permiten su uso por los productores de duraznos lográndose una nueva alternativa para el consumidor de frutas mínimamente procesadas.

1.4.3. Limitaciones de la investigación.

Una de las consideraciones que exhibida es la tecnología para realizar las pulsaciones de vacío, esto se ha suplido con los sistemas envasados al vacío que ha permitido generar las pulsaciones y realizar los tratamientos para la estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesado y facilitar su conservación en refrigeración.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1. Desde cuando existe o se conoce el problema.

El consumo de las frutas es muy marcado en la dieta y costumbres del consumidor en especial las frutas frescas y procesadas, la industria ha respondido con la oferta de frutas mínimamente procesadas que tiene una gran acogida pero con la limitación de periodos muy cortos en su conservación, aproximadamente de 3 a 4 días por las tasas de respiración que muestra las frutas al ser fileteadas como lo indica Kader (1992) una solución a estos problemas es el uso de la conservación con altas temperaturas y su conservación como fruta almibarada, pero pierde las características organolépticas como fruta fresca especialmente por el alto contenido de sólidos solubles aproximadamente 22 grados Brix, y el uso de temperaturas superiores a 100 grados Celsius lo determina estas pérdidas de atributos sensoriales sumándose a ellos los altos costos ya que es más costoso generar calor que refrigerar; además se suma la no aplicación de las tecnologías de barreras y las propiedades homeostáticas de las células de la pulpa del durazno en su conservación.

2.1.2. Estudios o investigaciones anteriores.

a. Antecedentes nacionales.

Dávila (1999), indica que se logra modelar partiendo de la ley de Dalton y de Amagat obteniendo una ecuación que permite calcular la porosidad en la piña.

Muestras de pulpas de piñas se ha encontrado en todos casos que la muestra sometida al vacío pierde más fácilmente peso en comparación con los tratamientos a condiciones de presión atmosféricas en la deshidratación osmótica de estas pulpas (Dávila,1999).

El tratamiento a vacío realizado durante la deshidratación osmótica de la piña, produce un mayor ingreso aparente de los sólidos solubles desde los alrededores hacia el sistema termodinámico, comparado con el tratamiento a condición de presión atmosférica (Dávila, 1999).

Los mecanismos que gobiernan la transferencia durante la deshidratación osmótica al vacío no son solamente los difusionales ni los osmóticos, si no que existe otro mecanismo bautizado como “Mecanismo de flujo pistón”, que puede tener mayor influencia sobre otros (Dávila, 1999).

La “Difusividad extra fickiana” para agua así como para los sólidos solubles es numéricamente mayor en condiciones de vacío frente a la presión atmosférica considerando temperatura constante (Dávila, 1999).

El aumento de la temperatura de trabajo en la operación de deshidratación osmótica a vacío y atmosférico, tiene un efecto que es directamente proporcional al valor numérico de la difusividad efectiva para los componentes agua y sólidos solubles (Dávila, 1999).

En todas las permutaciones del trabajo tanto de las variables presión y temperatura se ha observado que las mayores velocidades de transferencia de agua y sólidos solubles, se han producido dentro de la primera hora de la operación (Dávila, 1999).

Según Dávila (1999), el cálculo de las “Difusividades extra fickiana”, usando:

$$\frac{X - X_e}{X_0 - X_e} = \frac{8}{\pi^2} \exp\left[\frac{-\pi^2 Dt}{4e^2}\right]$$

Dónde:

X = Humedad en algún tiempo (Kg agua/Kg materia seca)

X_e = Humedad de equilibrio (Kg agua/Kg materia seca)

X_0 = Humedad inicial (Kg agua/Kg materia seca)

e = Semi espesor del anillo de la piña (m)

t = Tiempo (s)

D = Difusividad (m^2/s)

No es preciso para las condiciones de vacío por lo que existen otros mecanismos no contemplados en el modelo de Crank, debiendo ser considerados como valores estimados.

Dávila & López , (2005) indican que la variación del peso porcentual de las rodajas de piña a las temperaturas de 40 y 50°C; se observa que la presión de operación afecta la evolución de la pérdida de peso, así cuanto menor fue la presión de operación mayor fue la pérdida de peso del producto. Así la variación de peso se calculó mediante la ecuación:

$$a_w = (w_o - w_t) / w_o$$

Dónde: a_w es la variación de peso, w_o es peso inicial de las rodajas de piña al tiempo cero, w_t es el peso al tiempo t de trabajo.

Se halló que manteniendo constante las presiones de operación, la mayor pérdida de peso se obtuvo cuando la temperatura fue la más alta; por lo cual la temperatura acelera la pérdida de peso de la muestra.

Según Dávila Solar & López Ráez, (2005) han encontrado en todos los casos que la muestra sometida a condiciones de vacío pierde más fácilmente peso en comparación con los tratamientos a condición de presión atmosférica. La Difusividad extra fickiana para el agua y sólidos solubles es mayor en

condiciones de vacío frente a la presión atmosférica, considerando constante la temperatura de operación.

El aumento de la temperatura de trabajo en la Deshidratación osmótica con vacío y atmosférico, tiene un efecto que es directamente proporcional al valor numérico de la difusividad para los componentes agua y sólidos solubles. Los valores de la actividad de agua decaen con mayor intensidad cuando las muestras son tratadas a vacío frente al deshidratado a condiciones atmosféricas. Las mayores velocidades de transferencia de agua y sólidos solubles, se han producido en la primera hora de tratamiento (Dávila Solar & López Ráez, 2005).

b. Antecedentes internacionales

El empacado de frutas al vacío es una de las tecnologías que se viene desarrollando por programas de conservación de frutas en Chile y Colombia para la prolongación de su vida útil; la generación de vacío se realiza con soluciones isotónica de glucosa correspondiente a los Brix de cada fruta. (Giraldo; Talens & Chiralt, 2004).

Las muestras se sometieron a pulsos de vacío de 10 minutos, con una presión de 50 mbar; al final de la generación de vacío se restablece la presión atmosférica y se mantienen sumergidas en la solución durante tiempos determinados (Giraldo, 2004).

La impregnación a vacío es uno de los tratamientos que se les puede aplicar a las frutas para disminuir los niveles de O_2 , así como un medio para incorporar en la estructura antioxidante, conservante, azúcares y ácidos, que pueden mejorar las cualidades organolépticas (Giraldo, 2004).

La generación de vacío causa una alteración estructural y fisiológica, ocasionada por el intercambio del gas presente en los poros por el líquido externo, lo que

afecta los niveles requeridos en la respiración de frutas mínimamente procesadas y, por tanto, influye en la vida útil de los productos (Giraldo, 2004).

El intercambio entre la fruta y las soluciones isotónicas ocurre al sumergir el producto en la fase líquida para someterlo a baja presión y así expandir el gas para que salga, y luego, al restituir la presión atmosférica, el producto se comprime favoreciendo la penetración del líquido exterior en los poros (Fito P, *et al*, 1996).

Durante la generación de vacío las frutas presentaron diferencias significativas en ganancia de masa, pérdida de agua y ganancia de sólidos solubles, como respuesta a las diferencias en su porosidad y estructura y al mecanismo hidrodinámico, por los cambios de presión (Giraldo, 2004).

Las frutas con mayor porosidad presentaron una mayor ganancia de solución durante el pulso a vacío. No obstante, la fracción volumétrica de líquido impregnado fue menor que el valor calculado a partir de la porosidad estimada, determinada mediante la ecuación: (Barbosa G, *et al*, 2000).

$$X = \varepsilon \left(1 - \frac{1}{r} \right)$$

Dónde:

ε = Porosidad.

r = Medida representativa del sólido.

X = fracción volumétrica.

En la pera la impregnación a vacío supuso cambios importantes en el color y propiedades mecánicas de las muestras. La aplicación de vacío dio lugar a un incremento en la translucidez y un descenso de la luminosidad y de la pureza de

color y un aumento del tono de las muestras, que vira hacia más verdoso como consecuencia de la sustitución del aire de los poros por disolución. En cuanto a las propiedades mecánicas, las muestras registraron una disminución de todos los parámetros de carga, del carácter elástico y se volvieron significativamente más cortas, probablemente debidos a las interacciones de los compuestos utilizados con la estructura del producto y un ligero efecto hipertónico (Pérez, 2003).

Según Laura & Pérez (2003), el factor que ha tenido más relevancia en la determinación del color de las muestras ha sido el tipo de agente antipardeante utilizado, siendo el tratamiento con ascorbato, con y sin calcio, el que provocó un mejor mantenimiento del color de las muestras durante su almacenamiento, tanto, por inhibir más eficazmente el pardeamiento como por otros fenómenos involucrados en la variación de color total como son los cambios en translucidez, que afectan en gran medida a los valores de L^* . Por otro lado, el 4-HR ocasionó las mayores pérdidas en luminosidad, colores más pardos y saturados, reflejando un severo pardeamiento. La adición de calcio no supuso diferencias notables en los parámetros de color de las muestras, no siendo efectivo, por tanto, en el control del pardeamiento enzimático de la pera.

El almacenamiento de la pera mínimamente procesada provocó descensos en la luminosidad y tono de las muestras, mientras que el croma no presentó prácticamente variaciones con el tiempo. La evolución del tono de las muestras con el tiempo se ajustó a un modelo exponencial. La mayor constante cinética de desarrollo de colores pardos se corresponde con los tratamientos con 4-HR como agente antipardeante en presencia de calcio y la menor, al tratamiento con ascorbato, independientemente de la presencia de calcio (Pérez, 2003).

Según Pérez, (2003), el tipo de agente antipardeante fue el factor más determinante en los cambios de las propiedades mecánicas de la pera

mínimamente procesada, por otro lado, el análisis de las propiedades mecánicas de la materia prima reflejó diferencias significativas en el caso de las muestras destinadas al tratamiento con citrato, lo que pudo explicar su diferente comportamiento mecánico.

El compuesto que mejor mantuvo las características mecánicas de las muestras peras mínimamente procesadas fue el tratamiento isotónico, presentando los mayores parámetros de carga y el que dio lugar a una mayor pérdida de firmeza de las muestras durante el almacenamiento fue el 4-HR, seguramente debido a los efectos negativos sobre la membrana de las células. La utilización de calcio parece mejorar las propiedades mecánicas, aunque en este estudio, las diferencias no fueron apreciables de forma importante. Con el almacenamiento, las muestras se volvieron más débiles y menos rígidas, como consecuencia de la pérdida de la turgencia celular con el tiempo (Pérez, 2003).

El calcio parece reforzar la estructura celular del tejido, ya que el mayor entrecruzamiento de cadenas de pectina en la lámina media provoca una menor exudación de líquido proveniente del interior y por tanto, una mayor CRA y menor conductividad eléctrica. Sin embargo, la acción enzimática en la pera estudiada, no quedó inhibida en mayor medida por este efecto, en contra de lo observado en otros tejidos. La acción del calcio supone un incremento en el carácter hipotónico de la solución, lo cual implica cambios en el tejido que pueden conducir a un mayor desarrollo de pardeamiento (Pérez, 2003).

Según Pérez (2003), la impregnación a vacío limita el intercambio gaseoso de las muestras, reflejado en los menores valores de la TR_{O_2} y el aumento de la TR_{CO_2} de las muestras. También, el estrés celular ocasionado por las operaciones podría potenciar tanto la cadena de transporte de electrones como el ciclo de los ácidos tricarbóxicos. La tasa de respiración de CO_2 fue menor, probablemente al interferir dicho compuesto en alguna de las rutas metabólicas del proceso de respiración.

El análisis de la composición del espacio de cabeza del envase muestra que las concentraciones de O₂ y CO₂ alcanzan un estado de equilibrio aproximadamente a los 15 días de almacenamiento. Este estado de equilibrio se alcanzó con modificaciones relativamente pequeñas de la atmósfera inicial e inferior al 1,5 % y 20 %, para el CO₂ y O₂, respectivamente, debido a la alta permeabilidad de la película utilizada. Las diferencias encontradas entre los valores de equilibrio de los diferentes tratamientos parecen indicar que la actividad metabólica y las rutas respiratorias se ven afectadas por los mismos (Pérez, 2003).

La presencia de calcio implica siempre atmósferas de equilibrio menos alteradas respecto a la inicial, lo que sugiere una ralentización de la actividad respiratoria en presencia de dicho ion (Pérez, 2003).

La concentración de compuestos volátiles aumentó a lo largo del almacenamiento, tendiendo a alcanzar un estado estacionario, seguramente debido al inicio de procesos fermentativos, al crecimiento microbiano y la propia senescencia del fruto. Los tratamientos antipardeante que dieron lugar a una menor alteración de la composición del espacio de cabeza en los envases durante el almacenamiento, con un menor desarrollo de volátiles indeseables, fueron los que combinaron calcio con ascorbato y la solución isotónica, potenciándose así la vida útil del producto. Se encontró una correlación significativa al 99% entre el O₂ consumido y el acetaldehído y el etanol para todos los tratamientos (Pérez, 2003).

Los valores del recuento microbiano durante todo el almacenamiento fueron de 101 ufc/g para mohos y levaduras e inferiores a 10⁷ ufc/g para bacterias, valores por debajo de los máximos establecidos por la legislación para la comercialización de estos productos. Las muestras impregnadas con citrato y ascorbato presentaron un crecimiento microbiano menor, mostrando una gran

estabilidad durante los primeros 15 días de almacenamiento a 4°C. Estos resultados parecen indicar que estos compuestos utilizados como agentes antipardeantes podrían estar inhibiendo el crecimiento microbiano. Este efecto se vio potenciado en presencia del calcio en las soluciones de impregnación, probablemente debido al incremento de la resistencia del tejido celular a la infección bacteriana ocasionado por el calcio y a la posible capacidad bactericida del lactato (Pérez, 2003).

En el análisis sensorial, la muestra impregnada fue valorada como más jugosa y con menor aroma, al compararla con la recién cortada. La salida del gas del interior de los poros del tejido y la penetración de la solución exterior promovido por la técnica de IV empleada explican los cambios detectados a nivel sensorial. También, las muestras impregnadas fueron evaluadas como menos firmes. Estos resultados apoyan a los obtenidos durante la caracterización mecánica de estas muestras (Pérez, 2003).

Al compararse los distintos tratamientos, el panel de catadores se inclinó por muestras que incluían ascorbato en su formulación con o sin calcio, por presentar un sabor más dulce y un menor desarrollo de pardeamiento en comparación con el resto (Pérez, 2003).

El almacenamiento de la papaya mínimamente procesada enteras entre 4 - 6 °C provocó daños por frío que se manifestaron por una pérdida total de textura, una maduración incompleta, de presiones en la cáscara las cuales originaron el crecimiento de hongos (Rolz, 2011).

Según Rolz (2011), el tratamiento térmico de las papayas enteras previo al almacenamiento a baja temperatura por inmersión en agua a 51°C por 20 minutos aminoró ostensiblemente los daños por frío. Sin embargo las frutas mostraron al madurar características que disminuyeron calidad, entre ellas,

depressiones de color oscuro en la cáscara, firmeza disminuida, decoloraciones y zonas de acumulación de agua en la pulpa

La pulpa de melón en trozos procesada al mínimo y almacenada a 10° C tuvo una vida de anaquel mayor de 8 días (Rolz, 2011).

El tratamiento térmico del melón entero sumergido en agua a 57 ° C por 60 minutos produjo un producto con mayor firmeza y menos sólidos solubles (Rolz, 2011).

Según Rolz (2011), el tratamiento con luz ultravioleta de la fruta en trozos tuvo el efecto inverso, la combinación de ambas operaciones produjo un producto de mayor firmeza y sólidos solubles.

La anterior interacción positiva sobre la calidad del producto de los tratamientos combinados no se había encontrado previamente de acuerdo con la literatura pertinente consultada, en ninguna variable de respuesta hubo una interacción significativa entre los efectos del tiempo y el tratamiento (Rolz, 2011).

Se demostró un cambio de composición en componentes mayoritarios del aroma de melón como efecto principal de daños por frío causados por un almacenamiento a 10°C (Rolz, 2011).

Empleando la técnica del análisis multivariable conocida como componentes principales y empleando cuatro o cinco compuestos químicos componentes del aroma fue posible agrupar a la fruta tratada térmicamente (inmersión en agua a 55° C por 30 minutos) de la no tratada (Rolz, 2011).

Empleando el análisis anterior también fue posible agrupar a la fruta almacenada en frío (a 10° C y a 2° C) de la no tratada (Rolz, 2011).

Se concluye que tanto el tratamiento térmico como la temperatura de almacenamiento empleados inciden en la composición del aroma de la fruta al madurar, lo cual influye directamente sobre la calidad apreciada por el consumidor (Rolz, 2011).

Los datos experimentales anteriores son primeros en la literatura científica pertinente al tema, según se constató de la literatura consultada (Rolz, 2011).

Las variedades de fresa y mora ensayadas en mínimo procesamiento mostraron una calidad excelente y su vida de anaquel, es decir la ausencia de decaimiento y presencia notoria de hongos en su superficie, superó el tiempo informado en la literatura como normal (Rolz, 2011).

Todos los pre tratamientos indujeron un aumento en la vida de anaquel (Rolz, 2011).

La exposición a luz UV-C o al ozono ocasionó una pérdida de calidad notoria de la fruta en almacenamiento consistente en una pérdida de volumen y peso. Además el ozono ocasionó una pérdida de color y arrugamiento superficial principalmente en la fresa (Rolz, 2011).

Según Rolz, (2011), los pre tratamientos no tuvieron efecto significativo en los cambios de sólidos solubles y acidez total en la fresa almacenada.

En la mora por el contrario el pre tratamiento con UV-C aumentó en el almacenamiento la acidez total de la fruta, mientras que la fruta control y el ozono ocasionaron una disminución paulatina (Rolz, 2011).

Ambas frutas no mostraron daños por frío ya que la temperatura en el almacenamiento no descendió de 0°C (Rolz, 2011).

La fruta con mayor aceptabilidad por su apariencia externa fue la pre tratada por inmersión en un producto comercial con base en un extracto de semilla de toronja (Rolz, 2011).

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO.

Las investigaciones establecidas y validadas sobre la conservación de fruta mínimamente procesada que se reporta a continuación que permite comparar la realidad estudiada a fin de fijar los límites de la investigación mediante los sustentos teóricos que permiten la conservación de la pulpa sin el empleo de altas temperaturas.

2.2.1. Bases teóricas.

a. Tecnología de barreras

Las barreras son parámetros físicos o químicos que se pueden ajustar para asegurar la estabilidad microbiana y seguridad de los alimentos. Los parámetros físicos incluyen temperaturas de procesado y almacenamiento, actividad de agua, pH, potencial redox del alimento, y conservantes utilizados en los microorganismos y ello da lugar a un alimento seguro (Barbosa *et al.*, 2000).

La tecnología del alimento. Los parámetros están controlados a niveles que inhiben o inactivan de barreras se utiliza en la conservación de carne y frutas hortalizas estacionales o regionales (Barbosa *et al.*, 2000).

Las barreras químicas y bioquímicas incluyen antimicrobianos, antioxidantes, humectantes, secuestrantes y bactericidas. Los antimicrobianos pueden estar presentes en los alimentos de forma natural, formados como respuesta a un esfuerzo o añadidos con el propósito para la conservación. Enzimas tales como la lacto peroxidasa, proteínas tales como caseína y lactoferrina, o pigmentos tales como antocianos presentes en los alimentos poseen propiedades antimicrobianas. Ácidos orgánicos como cítrico, málico, sorbico, tartárico, propiónico y benzoico son acidulantes potenciales añadidos a los alimentos para prolongar su vida comercial (Wills *et al.*; 1984).

Los bactericidas son moléculas que contienen proteínas con la capacidad de inhibir los patógenos del alimento. Las colicinas producidas por *Escherichia coli* y la usina producida por la bacteria de ácido láctico son bactericidas producidos de forma natural (Muriana, 1992).

La nisina se utiliza para inhibir la saturación por gas causada por *Clostridium*, en queso y en la formación de esporas de bacterias Gram positivas, Gram negativas y levaduras en quesos untables, hortalizas enlatadas, sopas y budín. La adición de nisina a los batidos de chocolate y leche evaporada reduce el tiempo de procesado térmico (Daeschel, 1989).

b. Tecnologías no térmicas.

Cada una de las tecnologías no térmicas tiene aplicaciones específicas en términos de los tipos de alimentos que pueden ser procesados. Por ejemplo, la alta presión, los campos magnéticos oscilantes, los antimicrobianos, los pulgasos lumínicos y la tecnología de barreras se pueden utilizar tanto en alimentos líquidos como sólidos, mientras que los campos eléctricos pulsados es más fácil aplicarlos en alimentos líquidos y la irradiación es

eficaz para alimentos sólidos. Asimismo, los pulsos lumínicos son más eficaces para la pasteurización de superficies. Además, los pulsos lumínicos, la irradiación y los campos magnéticos se pueden utilizar para procesar alimentos pre envasados, reduciendo el riesgo de contaminación por contacto o post procesado. Por tanto, las tecnologías no térmicas no se pueden aplicar al procesado de toda clase de alimentos. Cada tecnología no térmica posee sus ventajas y limitaciones. En algunos casos por ejemplo, en la inactivación de esporas es necesario utilizar un planteamiento de métodos combinados (Barbosa *et al.*, 2000).

Aunque estudios preliminares indican resultados prometedores, pasará cierto tiempo hasta que las tecnologías no térmicas se puedan utilizar a escala comercial. La mayoría de las investigaciones se enfocan en aplicaciones para tecnologías no térmicas, y unas pocas en comprender los mecanismos de inactivación de microorganismos, esporas o enzimas. Los cambios ultra estructurales en células de *Saccharomyces cerevisiae*, *E. coli* y *Staphylococcus aureus* tratados en campos eléctricos pulsados y en células de *S. cerevisiae* tratadas con alta presión fueron observados utilizando microscopía electrónica en un intento de comprender los mecanismos de inactivación. El tratamiento con campos eléctricos de células de *S. cerevisiae* y *S. aureus* dio como resultado la ruptura de la membrana celular. Obviamente, la membrana celular de *E. coli* no fue dañada por el campo eléctrico. Al aplicar un tratamiento de alta presión en células de *S. cerevisiae* se produjo una ruptura de la membrana. Estos estudios indican que la membrana celular queda dañada o se produce una ruptura que puede o no ser el mecanismo primario de la inactivación. Por tanto, son necesarios nuevos estudios para encontrar los mecanismos de inactivación. Con una adecuada comprensión de los mecanismos de inactivación de las tecnologías no térmicas algunas de las limitaciones pueden potencialmente ser superadas o donde una tecnología falla, se pueden utilizar otras (Barbosa *et al.*, 2000).

La conservación de pulpas de frutas en la actualidad requieren de tratamientos menos agresivos, de menor consumo energético y más eficaces así como sistemas de higienización a nivel industrial por aplicación de campos eléctricos de elevado voltaje , uso de altas presiones , utilización microondas para alimentos, deshidratados, y la importancia cada vez mayor de la extensión de la tecnología cocción al vacío (suos vide) y de la conservación por vacío de pulpas sometidas a refrigeración en soluciones isotónicas para mantener su flavor (Belén, 2010).

Según Pérez (2003), los diferentes métodos desarrollados para controlar, minimizar o inhibir el proceso de pardeamiento enzimático suelen ser preventivos. Se pueden describir de dos maneras diferentes los múltiples métodos de inhibición que se han utilizado o ensayado para limitar el pardeamiento enzimático en vegetales. La primera corresponde a la típica descripción de procedimientos de inhibición enzimática, que comprende cuatro categorías según si la práctica inhibitoria actúa sobre la enzima, el substrato, la disponibilidad de O₂ o sobre los productos de la reacción, bien según el tipo de control que ejerzan, inhibición química y/o física. La segunda atiende al modo en que los tecnólogos de alimentos acostumbramos a ordenar los métodos de conservación de los productos alimentarios, esto es, distinguiendo entre: métodos físicos de conservación como los térmicos, y métodos químicos de conservación como la adición de productos químicos. El modo de descripción seguido es este último, ya que suele ser más práctica si se considera que, por ejemplo, algunos inhibidores químicos pueden actuar simultáneamente sobre varios de los componentes de la reacción y serían de muy difícil clasificación.

Aplicación de tecnologías no térmicas en un contexto en el que el consumidor demanda productos más naturales, mínimamente procesados y

exentos de agentes químicos potencialmente perjudiciales para él y el medio ambiente, los métodos no-térmicos tienen su actuación en la reducción de la disponibilidad de oxígeno, que es el modo más satisfactorio de inhibir el pardeamiento enzimático es eliminando por completo el oxígeno. Esto puede obtenerse por desoxigenación a vacío, borbotado de nitrógeno o apelando a la acción combinada de la glucosa oxidasa y la catalasa (Cheftel & Cheftel, 1976).

Sin embargo, es importante considerar que el oxígeno es un requisito de los tejidos vivos. En el caso de sólidos, como las porciones de frutas y hortalizas, la eliminación del oxígeno más sencilla es por inmersión en soluciones como jarabe, salmueras o agua para retardar la difusión del oxígeno. Sin embargo, el tejido pardeará cuando entre en contacto nuevamente con el aire. Además, durante el tiempo el cual en el que el tejido está inmerso, el equilibrio osmótico puede producir una pérdida de solutos y la imbibición de la solución de inmersión, en algunas ocasiones no deseadas. Otra alternativa sería el envasado del producto en atmósfera inerte. Pero el desarrollo de metabolismo anaerobio alteraría las propiedades organolépticas de las frutas hace este tratamiento inaplicable, frecuentemente se usan atmósferas modificadas para la comercialización de frutas y hortalizas mínimamente procesadas (Pérez, 2003).

El uso exclusivo de tratamientos físicos o químicos generalmente no permite alargar en la forma deseada la vida de los productos mínimamente procesados, por ello la combinación de estos tratamientos con frecuencia suele ser imprescindible para mantener la calidad de frutas y hortalizas mínimamente procesadas (Artés *et al.*, 1998).

El empleo de la tecnología denominada métodos combinados o de obstáculos es una técnica que busca la conservación de alimentos a través de

la unión de factores conjuntos de control, como pueden ser la modificación del pH y la reducción en la a_w , el empleo agentes antimicrobianos, el uso de envases o envolturas apropiadas y el mantenimiento de bajas temperaturas durante almacenamiento. En general la combinación de inmersiones de calcio (0.5 - 4%), envasado en atmósferas modificadas o controladas (3 - 5% O_2 y 3 - 15% CO_2) y almacenamiento a bajas temperaturas ($< 5^\circ C$) es utilizada para incrementar la vida útil de frutas y hortalizas. A continuación se describen algunos ejemplos de empleo conjunto tecnologías para frutas mínimamente procesadas (Pérez, 2003).

Gil *et al.*, (1998) estudiaron el comportamiento de rodajas de manzana (var. *Fuji*) durante 16 días, expuestas a una inmersión en ácido ascórbico (2% p/v), un envasado en una atmósfera modificada (0% O_2 y 100% N_2) y almacenadas a $10^\circ C$, concluyendo que dicha unión de factores mantiene una calidad organoléptica optima es decir, ausencia de pardeamiento y de la pérdida de sabores y olores característicos, así mismo, inhibe la producción de metabolitos no deseados.

Agar *et al.*, (1999) determinaron que la unión de los siguientes factores: la temperatura del almacenamiento ($0 - 2^\circ C$), el mantenimiento de la firmeza del tejido (1 - 2% sales de calcio) y la composición de la atmósfera modificada (2 - 4% O_2 y 5 - 10% CO_2) son determinantes para la retención de calidad de rodajas de kiwi mínimamente procesados.

La combinación de irradiación (1,5 Gy), películas comestibles (caseinatos, proteínas lácteas y cloruro de calcio) y el almacenamiento a baja temperatura ($4^\circ C$) resulta ser efectiva para el mantenimiento de fresas mínimamente procesadas incrementando su vida útil en ausencia de mohos y levaduras (Vachon *et al.*, 2003).

Deshidratación osmótica e impregnación a vacío es la forma más extendida de aplicación de métodos combinados en frutas mínimamente procesadas es mediante el empleo de tratamientos de deshidratación osmótica por periodos cortos combinando o no con pulso de vacío. La unión de ambas técnicas resulta ser una herramienta excelente para lograr una modificación ligera de la actividad de agua del producto, además de permitir la incorporación de aditivos (agentes antimicrobianos, agentes antipardeantes, agentes acidulantes y/o agentes de firmeza) al tejido de la superficie. A continuación se citan solo algunos ejemplos donde la deshidratación osmótica con o sin pulso de vacío prolonga la vida útil de frutas mínimamente procesadas (Pérez, 2003).

Monsalve-González *et al.*, (1993) sometieron rodajas de manzana a tratamientos de deshidratación osmótica durante 1, 3 y 10 h a diferentes temperaturas (25, 30, 35 y 45° C), cuya solución que incluía sacarosa (52 °Brix) y distintos compuestos para el control del pardeamiento durante el almacenamiento. La mezcla con mejores resultados contenía un agente antioxidante (AA 0,25% p/v), un antipardeante (4 - HR 0,02% p/v), un acidulante (AC 0,2% p/v) y un antimicrobiano (ácido sorbico 0,15% p/v).

Navarro & Orozco, (2000) determinaron las condiciones óptimas de procesamiento de piña mínimamente procesadas las cuales combinaban dos agentes químicos: ácido cítrico y ácido ascórbico, un agente antimicrobiano: sorbato potásico, todos ellos en una proporción de 0,1% p/p y disueltos en una solución osmótica de 46°Brix de sacarosa, las muestras fueron impregnados con un pulso de 10 min y posteriormente deshidratadas osmóticamente durante 60 min a 40°C, se envasaron en condiciones de vacío y se almacenaron a 8°C obteniéndose características sensoriales y microbiológicas aceptables durante 15 días.

Tovar *et al.*, (2001) estudiaron la estabilidad de rodajas de mango mínimamente procesadas inmersas durante 5 min en una solución de cloruro de calcio (2g/l) y posteriormente sometidas a una deshidratación osmótica con pulso de vacío de 65°Brix durante 30 min a 30°C, continuando con inmersiones en diferentes soluciones : ácido cítrico (5g/l) durante 5 min, peróxido de oxígeno (25 ml/l) durante 1 min y benzoato de sodio (20g/l) durante 4 min y envasadas en bolsas de polietileno de alta densidad a diferentes temperaturas (24, 13 y 5°C); los autores concluyen que la deshidratación osmótica con pulso provoca una disminución significativa en la tasa de respiración con respecto a rodajas control, así como la ausencia de producción de etileno en rodajas almacenadas a 5°C.

c. Cambios en frutas cortadas y empacadas.

Según Rangel & López, (2012), las frutas tropicales frescas cortadas forman parte de los alimentos mínimamente procesados, siendo susceptibles a disminuir su calidad y valor nutricional durante su preparación y almacenamiento. El empacado en atmósfera modificada y en soluciones isotónicas así como atmosferas controladas en refrigeración, ofrece la posibilidad de extender la vida de anaquel de este tipo de productos, dado que se puede generar una atmósfera diferente a la normal al disminuir la concentración de oxígeno y aumentar la concentración de dióxido de carbono, afectando la velocidad de respiración del fruto. La adecuada temperatura y composición gaseosa provistas, ayudan a mantener la apariencia, textura, compuestos bioactivos, calidad sensorial y estabilidad microbiológica de las frutas tropicales.

Los principales cambios químicos, fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de las frutas tropicales frescas cortadas y empacadas en atmósfera modificada o en soluciones isotónicas durante su almacenamiento

en refrigeración se observó que estos sistemas de conservación es una tecnología que permite extender la vida de anaquel de las frutas frescas cortadas, porque conserva los principales componentes bioactivos (ácido ascórbico, carotenoides entre otros), además de mantener las características físicas, aceptabilidad sensorial y estabilidad microbiológica de las frutas tropicales frescas cortadas. Principalmente, los sistemas de empaques en atmósferas modificadas y en soluciones isotónicas, se caracterizan por ser inocua al ser humano, debido a que las condiciones atmosféricas se restablecen al abrir el empaque y en las soluciones isotónicas mantiene el grado de difusión interna entre la pulpas y las soluciones ya que estas mantiene la misma concentración inicial de la frutas cortadas, al mismo tiempo, el dióxido de carbono tiene un efecto inhibitorio sobre la respuesta de los microorganismos. Por lo anterior, estos sistemas son una alternativa idónea que permite extender la calidad de las frutas tropicales frescas cortadas, y conjuntamente puede combinarse con recubrimientos comestibles, que combinados contribuirán a una mayor estabilidad del alimento (Rangel & López, 2012).

Es importante mencionar que un inadecuado manejo de los parámetros de conservación en atmósfera modificada y soluciones isotónicas ya pueden causar desordenes fisiológicos y procesos fermentativos, logrando incrementar el riesgo de una contaminación microbiana por un mal manejo de la temperatura y humedad relativa del medio que rodea al fruto empacado; por lo tanto, es relevante conocer la velocidad de respiración del fruto, así como realizar una adecuada selección del tipo de empaque, la concentración adecuada de la solución isotónica o la atmósfera a emplear con la finalidad de mantener los atributos físicos y nutricionales del producto (Rangel & López, 2012).

2.3. MARCO CONCEPTUAL.

2.3.1. Conceptos relacionados al problema.

2.3.1.1. Consideraciones sobre el durazno

Según García & Auris (2006), indican que el melocotón o durazno (*Prunus persica*) es el nombre tanto del árbol como de la fruta que produce; ésta contiene una única y gran semilla encerrada en una cáscara dura, es de piel aterciopelada (roja o amarilla), posee una carne amarilla o blanquecina, e inviste un sabor dulce con un gusto ácido que despide un delicado aroma; pertenece a la subfamilia prnoides (drupa), y junto con las ciruelas y albaricoques es de las drupas más representativas.

También reportan que es la segunda especie frutal de mayor importancia, después del manzano, en las rosáceas. Su antigüedad se remonta a finales del siglo XIX, y en la actualidad existen más de 500 clases comerciales. Los melocotoneros vegetan en una zona bastante restringida, pues necesitan condiciones de frío y al mismo tiempo, requieren temperaturas altas durante el verano para madurar la cosecha. Algunas de las regiones productoras de durazno de mayor importancia se encuentran localizadas en la costa peruana, la región de Lima produce cantidades importantes de dicho fruto.

Según García & Auris (2006), de igual manera indican que el durazno como fruto, posee una composición media formada por: agua en un 77-90%, azúcares totales de 6 al 16%, proteínas alrededor del 0,3-0,9%, grasa tan sólo 0,1%, ácidos (meq/100 g) del 14 al 17, pectina (pectato cálcico) 0,6-1%, cenizas en un 0,3-0,6% y fibra del 0,3 al 1,4%.

Así mismo indica de los azúcares presentes los representativos son glucosa (1,47%), fructosa (0,93%) y sacarosa (6,66%). Entre los aminoácidos que posee resaltan: aspártico, glutámico, α -alanina, asparragina, glutamina, isoleucina, prolina, serina, treonina y valina. En cuanto al contenido de ácidos orgánicos el melocotón contiene ácido málico (20-64%), ácido cítrico (12-36%) y ácido

quínico (16-40%). Otras sustancias importantes en este fruto son los carotenoides, responsables de su color rojo-amarillo, por mencionar algunos se puede citar al fitoeno, fitoflueno, γ -caroteno, α -caroteno, β -caroteno, α -criptoxantina, β -criptoxantina, luteína, zeaxantina, luteína-5,6-epóxido, violazantina, luteoxantina, auroxantina y persicoxantina (García & Auris, 2006).

Según García & Auris (2006), en su reporte manifiesta que el durazno también es rico en vitaminas, por ejemplo presenta un destacable contenido de vitamina C desde la piel (parte más rica) hasta la zona próxima al hueso; en menores proporciones se encuentran también la vitamina E, vitamina B₂ y B₆, así como el ácido pantoténico. Respecto a los compuestos volátiles, se puede decir que el aroma está influenciado por la edad del fruto, el tipo de cultivo al cual fue sometido, la temperatura y se encuentra limitado por las condiciones de almacenaje.

El melocotón o durazno, es una especie frutal que pertenece a la familia de las rosáceas, sub familia de los prunoides (drupa), pertenece al género *Prunus* y a la especie *Pérsica* (*Prunus pérsica*), es el nombre tanto del árbol como de la fruta que produce. Se difunde el cultivo desde el nivel del mar hasta los 3 mil metros. Esta fruta es preferida entre los fruticultores por la rapidez con que producen sus frutos, la regularidad de su cosecha y abundancia (García & Auris, 2006).

También se le conoce como una drupa de forma más o menos esférica, con un surco longitudinal, llamado línea de sutura, exocarpio delgado, cubierto o no de vellos, de colores variables, mesocarpio blanco o amarillento, pulposos y dulzor característico, en el centro posee un hueso o carozo adherido a la pulpa: pavia o no adherida: prisco, su pedúnculo es pequeño y grueso (García & Auris, 2006).

Su piel es aterciopelada (roja o amarilla), inviste un sabor dulce con un regusto ácido que despide un delicado aroma. (García & Auris, 2006).



Fig.1: El fruto del durazno

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

Existe una gran variedad de melocotones, las cuales mencionamos a continuación:

- Blanquillo
- Abridor
- Nectarín
- Amarillo moqueguano
- Okinawa
- Amarillo majeño
- Amarillo de Calca
- Huayco

De las anteriormente mencionadas, la más abundante en nuestra región, especialmente en el Callejón de Huaylas, son el blanquillo, abridor y nectarín.

a. Composición química

El durazno como fruto, posee una composición media formada por: agua en 77 - 90%, azúcares totales de 6 al 16%, proteínas alrededor del 0,3-0,9%, grasa tan sólo 0,1%, ácidos (meq/100 g) del 14 al 17, pectina (pectato cálcico) 0,6-1%, cenizas en un 0,3 -0,6% y fibra del 0,3 al 1,4% (Gutierrez, *et al* 2008).

El durazno también es rico en vitaminas, por ejemplo presenta un destacable contenido de vitamina C desde la piel (parte más rica) hasta la zona próxima al hueso; en menores proporciones se encuentran también la vitamina E, vitamina B₂ y B₆, así como el ácido pantoténico (Gutierrez, *et al* 2008).

Respecto a los compuestos volátiles, se puede decir que el aroma está influenciado por la edad del fruto, el tipo de cultivo al cual fue sometido, la temperatura y se encuentra limitado por las condiciones de almacenaje (Gutierrez, *et al* 2008).

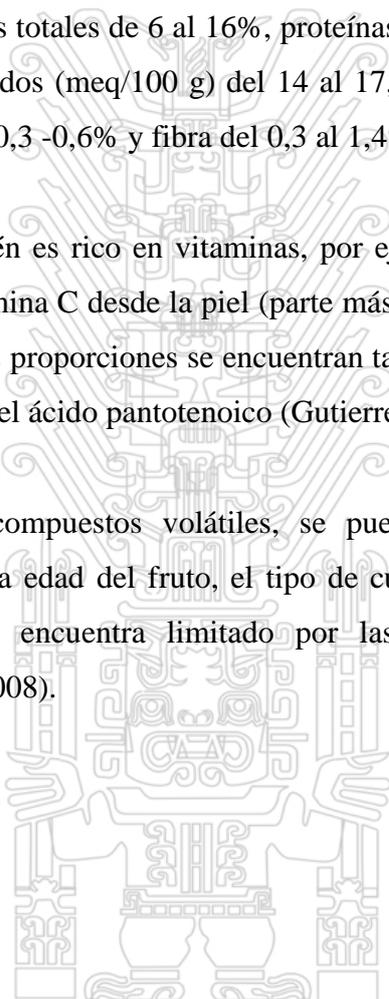


Tabla 1: Composición química del durazno (100 gr)

Componentes	Resultados
Energía	37,00 kcal
Proteína	0,60 g
Grasa	0,20 g
Carbohidratos	9,10 g
Fibra	1,40 g
Azucares	9,10 g
Agua	86,20 g
Caroteno, Provitamina A	500,00 g
Vitamina E	0,50 mg
Niacina	1,00 mg
Tiamina	0,02 mg
Riboflavina	0,05 mg
B5	0,15 mg
B6	0,02 mg
Ácido Fólico	3,00 ug
Biotina	1,70 ug
Vitamina C	29,00 mg
Potasio	260,00 mg
Calcio	5,00 mg
Magnesio	18,00 mg
Fósforo	19,00 mg
Hierro	0,40 mg

Fuente: Gutierrez *et al.* (2008)

b. Pérdidas pos cosecha

Las frutas en general, son un producto de alto consumo en países en desarrollo, sin embargo, al ser alimentos de humedad elevada con un metabolismo activo sin largos periodos de latencia, presentan problemas de calidad durante extensos periodos de almacenamiento. Se estima que las pérdidas pos cosecha de frutas llegan a alcanzar niveles de pérdida total en algunos países subdesarrollados. De acuerdo con los datos publicados para el durazno en los últimos años, se visualizan significativas pérdidas pos cosecha debido principalmente a la

estacionalidad de la producción, inadecuadas técnicas de recolección y un deficiente manejo pos cosecha (Pérez *et al* 2008).

Según Pérez *et al* (2008) el deterioro de la fruta, con la consecuente pérdida pos cosecha, puede deberse a los siguientes factores:

- Daño físico: Problemas relacionados con los mecanismos de recolección de durazno, entre ellos el daño mecánico suele ser de importancia ya que provoca incisiones directas en el fruto.
- Daño fisiológico: Variaciones en la maduración y propiedades del fruto asociadas principalmente a aspectos técnicos de cultivo, como son la frecuencia de riego, el uso de fertilizantes adecuados y época de plantación, por mencionar algunos.
- Daño microbiológico: El tipo de alteración microbiana varía según las condiciones de cultivo, almacenamiento y propiedades de cada fruto; pueden ser causadas por gérmenes patógenos u organismos saprófitos. Según lo reportado en la literatura las principales podredumbres presentes en duraznos son causadas por agentes como la *Stigmia sp.*, *Cladosporium herbarum*, *Alternaria tenuis*, *Botrytis cinerea*, *Geotrichum sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Monilinia sp.*, *Mucor sp.* y *Rhizopus stolonifer*; siendo más frecuente el género *Rhizopus sp.*
- Daño por frío: Aparecen cuando los frutos son almacenados por debajo de los 8-10°C por 2-3 semanas; los frutos poseen apariencia interna y externa normal mientras están a temperatura de conservación, pero al pasarlos a temperatura ambiente presentan lesiones en superficie (picado), coloraciones internas anormales, descomposición de tejidos internos, pérdida de la capacidad de maduración, pérdida de aroma y sabor, así como susceptibilidad a podredumbre por hongos (Pérez *et al*, 2008).

- Azúcares reductores del durazno

Según Úbeda, (2012); los azúcares reductores en el durazno contiene un grupo carbonilo libre y son todos los monosacáridos de las frutas y estos son reductores, estos grupos carbonilos libres y son los que reaccionan y originan los colores marrones en las pulpas y se toman como valores para las pulpas de frutas en especial en mínimo procesamiento se considera un parámetro básico ya que durante el tratamiento y almacenamiento estas pulpas se van hidrolizando la sacarosa en azúcares reductores: glucosa y fructosa. Cuando la sacarosa se hidroliza el sabor dulce aumenta porque los monosacáridos (glucosa y fructosa) se liberan pero también los fenómenos de deterioro se acentúan a partir de los valores de 5,2% de azúcares reductores, generándose compuestos melanoideos o melainoidinos que se usan como estándares para frutas mínimamente procesados.

c. Reducción de pérdidas pos cosecha

Según Pérez *et al* (2008), reporta que con el objetivo de reducir las pérdidas pos cosecha de frutos en general, se han desarrollado diversas técnicas de conservación, con las cuales se pretende alargar la vida de anaquel del producto, manteniendo constantes sus propiedades organolépticas y nutritivas. Las más utilizadas actualmente son:

- **Conservación frigorífica:** Se basa en la idea de que las temperaturas de refrigeración reducen el crecimiento microbiano y la actividad enzimática; dicha técnica aplica temperaturas constantes sobre el producto a conservar, siempre por encima del punto de congelación para prolongar la conservación económica. El intervalo de temperaturas a trabajar para frutos y hortalizas se extiende desde los -2°C hasta los 15°C, con una duración de la conservación de dos semanas a ocho meses. Por el método convencional se usan temperaturas inferiores a los 5°C y superiores a -1°C (punto cercano al punto de congelación, según los sólidos solubles disponibles en el fruto); con una

humedad relativa del 85-95% y con renovación del aire, para evitar la concentración de CO₂, etileno y volátiles. Para el caso de durazno los reportes indican una vida de anaquel de entre dos y cuatro semanas para éste fruto almacenado a 0,0 - 0,6°C y a 90-95% de humedad relativa.

- **Conservación en atmósferas controladas/modificadas (AC/AM):** Esta técnica consiste en la sustitución de los gases de los tejidos en los productos frescos por uno o más gases siguiendo una secuencia apropiada; el interés de este método radica en encontrar gases apropiados y seguros frente a bacterias y enzimas; sin embargo el almacenamiento de duraznos por éste método ha tenido poco éxito ya que los valores de tiempo de almacenamiento no varían de forma importante en comparación con los almacenados en aire bajo las mismas condiciones. Los gases comúnmente utilizados para el desarrollo de AC/AM son: oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxido de etileno, óxido de propileno y/u ozono (Pérez *et al.*, 2008).
- **Conservación por calor:** Una de las formas más antiguas de conservación, tiene gran valor como barrera para reducir los microorganismos e inactivar enzimas; el principal problema con esta técnica es la degradación del gusto, textura, color y calidad nutritiva de los productos tratados. Las formas de transferencia de calor existentes son: vapor, agua caliente y aire caliente (Pérez *et al.*, 2008).
- **Conservación química:** Asociada a conservadores que actúan como agentes antimicrobianos y/o antioxidantes. Dentro de las sustancias utilizadas se encuentran: conservadores, divididos en ácidos orgánicos (el principal objetivo de su uso es el ajuste del pH para evitar el crecimiento microbiano; entre los más utilizados se encuentran el ácido cítrico, benzoico, acético, láctico, propiónico, sorbico, málico, succínico y tartárico.) y conservadores indirectos (son antioxidantes, saborizantes, emulgentes o estabilizantes con

una acción secundaria antimicrobiana, como por ejemplo: ésteres grasos de ácidos polihídricos; sustancias como el azúcar, la sal, antibióticos; antioxidantes como el ácido L-ascórbico, sulfitos; agentes quelantes como el EDTA; entre otros (Pérez *et al*, 2008).

- **Conservación utilizando irradiación:** Se refiere a radiaciones electromagnéticas sobre el alimento de interés, teniendo en cuenta que las longitudes de onda más cortas son las más lesivas para los sistemas biológicos. Ejemplos de las radiaciones más empleadas son los rayos γ , infrarrojos, microondas y luz ultravioleta (Pérez *et al*, 2008).
- **Reducción de la actividad de agua (a_w):** Método basado en la desecación de los alimentos hasta niveles no soportables para los microorganismos vegetativos; ello realizando la desecación del alimento o adicionando ingredientes con una elevada presión osmótica para formar complejos con el agua del producto. Un claro ejemplo de la aplicación de esta técnica es la incorporación de azúcar, como agente depresor de la actividad de agua, al puré de durazno durante la elaboración de mermelada, para obtener un producto de humedad intermedia (Pérez *et al*, 2008).
- **Aplicación de métodos combinados:** Técnica basada en la aplicación de diversos factores (barreras) para la conservación de productos de fruta con alto contenido de humedad, por ejemplo: 1) aplicación de un ligero tratamiento térmico para inactivar enzimas y disminuir la carga microbiana inicial; 2) reducción de la a_w por adición de sacarosa o glucosa; 3) ajuste del pH, en caso de ser necesario, adicionando ácido cítrico o fosfórico; 4) adición de conservadores, como sorbato de potasio o benzoato de sodio y sulfito de sodio o bisulfito de sodio, respectivamente (Pérez *et al*, 2008).

2.3.1.2. Mínimo procesamiento - tecnologías combinadas para la conservación de pulpa de frutas.

a. Pulpa de frutas

La pulpa de fruta es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizados de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias (Aldana & Ospina, (2005), citado por García, (2006)).

La pulpa es la parte comestible de las frutas o es el producto que se obtiene de la separación de las partes comestibles carnosas de estas, mediante procesos tecnológicos adecuados.

La pulpa se diferencia del jugo solamente en su consistencia: las pulpas son más viscosas. Es importante tener muy en cuenta que para la elaboración de pulpas se debe contar con frutas que se encuentren sanas, limpias, maduras, libres de parásitos, esto garantizará la obtención de pulpas de alta calidad (García, 2006).

Para la manufactura de productos de pulpa de óptima calidad se requiere de frutas sanas, maduras (sin llegar al deterioro), exentas de materia terrosa, parásitos, residuos químicos, tóxicos, y limpias. Estas frutas se caracterizan por el aroma, color y sabor, además de una textura firme con ligero inicio de ablandamiento (Nelson, (1980) citado por (García, 2006)).

Las operaciones de producción de pulpas de frutas se pueden dividir en tres fases:

- Adecuación: selección, clasificación, lavado y desinfección.
- Separación: corte, despulpado
- Conservación: pasteurización, envasado, congelamiento (Astrid, 2008).

b. Tecnologías combinadas

García & Auris (2006); indican que la tecnología de métodos combinados pretende conservar la calidad y seguridad de alimentos almacenados por largos periodos de tiempo, ya que dichos sistemas son susceptibles de presentar deterioro microbiano y/o fisicoquímico en alguna de las etapas previas a su consumo. A diferencia de otros métodos de conservación, esta técnica combina factores ambientales de estrés para actuar sinérgicamente sobre el sistema de interés, previniendo el desarrollo microbiano.

Entre las principales barreras utilizadas en la tecnología de métodos combinados se encuentran: la aplicación de un tratamiento térmico como el escaldado para el caso de las frutas y verduras; reducción de la actividad de agua por medio de agentes despresores de la misma, como el azúcar incorporado a las conservas en almíbar; acidificación del sistema por medio de ácidos orgánicos; así como la adición de sustancias antioxidantes y/o antimicrobianas (García & Auris, 2006).

- **Actividad de agua:** La conservación de alimentos basada en la reducción de actividad de agua, disminuye el contenido de agua disponible en el sistema mediante la adición de agentes despresores con el objetivo de evitar el desarrollo tanto microbiano como de reacciones deteriorativas. Esta propiedad es solamente determinada por la naturaleza y concentración de las especies químicas disueltas presentes en el alimento, como lo son los azúcares, ácidos orgánicos, sales inorgánicas y otras sustancias solubles. Los constituyentes insolubles no contribuyen de forma importante en el decremento de la a_w , debido a que la concentración de solutos (iónicos y no iónicos) naturalmente presentes en la fase acuosa de los alimentos frescos es relativamente pequeña (Saavedra, (2013) citado por García & Auris, (2006)).

La actividad de agua de un alimento se define como la razón de la presión parcial del agua ejercida por el alimento, a la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura del alimento (Ríos *et al.*, 2007).

- **pH:** Su control en los alimentos puede inhibir el crecimiento microbiano. En general las bacterias requieren para su crecimiento valores de pH entre 4,0 y 8,0, mientras que las levaduras y mohos pueden desarrollarse a pH inferiores. Para evitarlo, se adicionan a los sistemas alimenticios ácidos orgánicos, con el objetivo de acidificar el citoplasma y provocar un medio poco favorable para el desarrollo microbiano (Saavedra, (2013), citado por García & Auris, (2006)).
- **Tratamiento térmico:** Es útil durante la preparación de productos frutícolas para lograr la inactivación de enzimas como la polifenoloxidasa, capaz de desarrollar reacciones deteriorativas en los alimentos; entre ellos, oscurecimiento y alteración del sabor. Generalmente el tipo de tratamiento térmico aplicado a frutas, es un escaldado por algunos segundos con vapor o agua hirviendo, seguido de una inmersión en agua con hielo por algunos minutos (Saavedra, (2013), citado por García & Auris, (2006)).
- **Sustancias antimicrobianas:** Su principal función al ser añadidas a los sistemas alimenticios, es inhibir el desarrollo microbiano durante la etapa de almacenamiento de los productos de interés, tienen al menos tres tipos de acción sobre el microorganismo: inhiben la biosíntesis de los ácidos nucleicos o de la pared celular, dañan la integridad de las membranas e interfieren con los procesos metabólicos esenciales. En general se dice que los antimicrobianos pueden ser de dos tipos, conservadores sintéticos (sustancias químicas adicionadas con el objetivo de lentificar el proceso de deterioro) o agentes naturales (sustancias naturales comúnmente utilizadas en la cocina diaria, con la propiedad de inhibir el crecimiento microbiano). Dentro de los conservadores sintéticos, dos de los más utilizados actualmente, son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio mientras que los agentes naturales de mayor importancia en la actualidad son la vainilla y la canela (Saavedra, (2013), citado por García & Auris, (2006)).

Los productos obtenidos por medio de la tecnología de barreras, son alimentos mínimamente procesados pero altamente seguros, de larga vida de anaquel, y de

aparición fresca. Su procesamiento es simple y económicamente rentable para diversos tipos de industria; ello permite reducir costos por pérdidas pos cosecha al almacenar los productos por largos periodos de tiempo sin necesidad de refrigeración (Saavedra, (2013), citado por García & Auris, (2006)).

Dentro de los primeros éxitos de conservación de alimentos utilizando métodos combinados, se encuentra la conservación de durazno; extendiéndose posteriormente a frutas tropicales, con diferencias en los niveles de barreras empleadas; según las condiciones aplicadas en cada uno de los factores de estrés sobre los productos de fruta de alta humedad, varía la calidad de los alimentos debido a que los niveles de las barreras se fijan en función de la estabilidad microbiana, la cual suele ser diferente para cada tipo de fruta (Saavedra, (2013), citado por García & Auris, (2006)).

Por ejemplo, una combinación de ácidos cítrico y fosfórico durante la conservación de duraznos por métodos combinados, proporciona una mejor aceptabilidad sensorial; sin embargo no resulta lo mismo en el caso de la sustitución de sacarosa por glucosa como depresor de la actividad de agua (Saavedra, (2013), citado por García & Auris, (2006)).

Por otra parte, hay que tener en cuenta que el sorbato añadido a los productos frutícolas de humedad elevada (HMFP) se degrada durante el almacenamiento, dependiendo de las condiciones del mismo. Un claro ejemplo de ello se observó en duraznos conservados por métodos combinados, donde la destrucción del ácido sorbico, durante el almacenamiento representó aproximadamente 40% (Saavedra, (2013), citado por García & Auris, (2006)).

A pesar de los grandes logros de estabilidad obtenidos en los alimentos tratados con conservadores químicos como el sorbato y el sulfito, la tendencia actual apunta a reemplazar dichas sustancias por agentes naturales con propiedades antimicrobianas como son algunas hierbas y ciertas especias. Sin embargo éstos agentes presentan un problema: su poder antimicrobiano se encuentra limitado por aspectos organolépticos,

pues usualmente las concentraciones efectivas contra el desarrollo microbiano suelen ser inaceptables sensorialmente (Saavedra, (2013), citado por García & Auris, (2006)).

c. Tecnología de barreras

Las barreras son parámetros físicos o químicos que se pueden ajustar para asegurar la estabilidad microbiana y seguridad de los alimentos. Los parámetros físicos incluyen temperaturas de procesamiento y almacenamiento, actividad de agua, pH, potencial Redox del alimento, y conservantes utilizados en los microorganismos y ello da lugar a un alimento seguro (Barbosa *et al*, 2000).

Los parámetros están controlados a niveles que inhiben o inactivan de barreras se utiliza en la conservación de carne y frutas hortalizas estacionales o regionales (Barbosa *et al*, 2000).

Las barreras químicas y bioquímicas incluyen antimicrobianos, antioxidantes, humectantes, secuestrantes y bactericidas. Los antimicrobianos pueden estar presentes en los alimentos de forma natural, formados como respuesta a un esfuerzo o añadidos con el propósito para la conservación. Enzimas tales como la lacto peroxidasa, proteínas tales como caseína y lactoferrina, o pigmentos tales como antocianos presentes en los alimentos poseen propiedades antimicrobianas. Ácidos orgánicos como cítrico, málico, sorbico, tartárico, propiónico y benzoico son acidulantes potenciales añadidos a los alimentos para prolongar su vida comercial (Wills *et al*, 1984).

Los bactericidas son moléculas que contienen proteínas con la capacidad de inhibir los patógenos del alimento. Las colicinas producidas por *Escherichia coli* y la usina producida por la bacteria de ácido láctico son bactericidas producidos de forma natural (Muriana, 1992).

La nisina se utiliza para inhibir la saturación por gas causada por *Clostridium*, en queso y en la formación de esporas de bacterias Gram positivas, Gram negativas y levaduras

en quesos untables, hortalizas enlatadas, sopas y budín. La adición de nisina a los batidos de chocolate y leche evaporada reduce el tiempo de procesado térmico (Daeschel, 1989).

d. Tecnologías no térmicas.

Cada una de las tecnologías no térmicas tiene aplicaciones específicas en términos de los tipos de alimentos que pueden ser procesados. Por ejemplo, la alta presión, los campos magnéticos oscilantes, los antimicrobianos, los pulsos lumínicos y la tecnología de barreras se pueden utilizar tanto en alimentos líquidos como sólidos, mientras que los campos eléctricos pulsados es más fácil aplicarlos en alimentos líquidos y la irradiación es eficaz para alimentos sólidos. Asimismo, los pulsos lumínicos son más eficaces para la pasteurización de superficies. Además, los pulsos lumínicos, la irradiación y los campos magnéticos se pueden utilizar para procesar alimentos pre envasados, reduciendo el riesgo de contaminación por contacto o post procesado. Por tanto, las tecnologías no térmicas no se pueden aplicar al procesado de toda clase de alimentos. Cada tecnología no térmica posee sus ventajas y limitaciones. En algunos casos por ejemplo, en la inactivación de esporas es necesario utilizar un planteamiento de métodos combinados (Barbosa *et al*, 2000).

Aunque estudios preliminares indican resultados prometedores, pasará cierto tiempo hasta que las tecnologías no térmicas se puedan utilizar a escala comercial. La mayoría de las investigaciones se enfocan en aplicaciones para tecnologías no térmicas, y unas pocas en comprender los mecanismos de inactivación de microorganismos, esporas o enzimas. Los cambios ultra estructurales en células de *Saccharomyces cerevisiae*, *E. coli* y *Staphylococcus aureus* tratados en campos eléctricos pulsados y en células de *S. cerevisiae* tratadas con alta presión fueron observados utilizando microscopia electrónica en un intento de comprender los mecanismos de inactivación. El tratamiento con campos eléctricos de células de *S. cerevisiae* y *S. aureus* dio como resultado la ruptura de la membrana celular. Obviamente, la membrana celular de *E. coli* no fue

dañada por el campo eléctrico. Al aplicar un tratamiento de alta presión en células de *S. cerevisiae* se produjo una ruptura de la membrana. Estos estudios indican que la membrana celular queda dañada o se produce una ruptura que puede o no ser el mecanismo primario de la inactivación. Por tanto, son necesarios nuevos estudios para encontrar los mecanismos de inactivación. Con una adecuada comprensión de los mecanismos de inactivación de las tecnologías no térmicas algunas de las limitaciones pueden potencialmente ser superadas o donde una tecnología falla, se pueden utilizar otras (Barbosa *et al*, 2000).

La conservación de pulpas de frutas en la actualidad requieren de tratamientos menos agresivos, de menor consumo energético y más eficaces así como sistemas de higienización a nivel industrial por aplicación de campos eléctricos de elevado voltaje, uso de altas presiones, utilización microondas para alimentos, deshidratados, y la importancia cada vez mayor de la extensión de la tecnología cocción al vacío (suos vide) y de la conservación por vacío de pulpas sometidas a refrigeración en soluciones isotónicas para mantener su flavor (López, 2010).

Según Pérez (2003), los diferentes métodos desarrollados para controlar, minimizar o inhibir el proceso de pardeamiento enzimático suelen ser preventivos. Se pueden describir de dos maneras diferentes los múltiples métodos de inhibición que se han utilizado o ensayado para limitar el pardeamiento enzimático en vegetales. La primera corresponde a la típica descripción de procedimientos de inhibición enzimática, que comprende cuatro categorías según si la práctica inhibitoria actúa sobre la enzima, el sustrato, la disponibilidad de O₂ o sobre los productos de la reacción, bien según el tipo de control que ejerzan, inhibición química y/o física. La segunda atiende al modo en que los tecnólogos de alimentos acostumbramos a ordenar los métodos de conservación de los productos alimentarios, esto es, distinguiendo entre: métodos físicos de conservación como los térmicos, y métodos químicos de conservación como la adición de productos químicos. El modo de descripción seguido es este último, ya que suele ser más práctica si se considera que, por ejemplo, algunos inhibidores

químicos pueden actuar simultáneamente sobre varios de los componentes de la reacción y serían de muy difícil clasificación.

Aplicación de tecnologías no térmicas en un contexto en el que el consumidor demanda productos más naturales, mínimamente procesados y exentos de agentes químicos potencialmente perjudiciales para él y el medio ambiente, los métodos no-térmicos tienen su actuación en la reducción de la disponibilidad de oxígeno, que es el modo más satisfactorio de inhibir el pardeamiento enzimático es eliminando por completo el oxígeno. Esto puede obtenerse por desoxigenación a vacío, borboteo de nitrógeno o apelando a la acción combinada de la glucosa oxidasa y la catalasa (Cheftel & Cheftel, 1976).

Sin embargo, es importante considerar que el oxígeno es un requisito de los tejidos vivos. En el caso de sólidos, como las porciones de frutas y hortalizas, la eliminación del oxígeno más sencilla es por inmersión en soluciones como jarabe, salmueras o agua para retardar la difusión del oxígeno. Sin embargo, el tejido pardeará cuando entre en contacto nuevamente con el aire. Además, durante el tiempo el cual en el que el tejido está inmerso, el equilibrio osmótico puede producir una pérdida de solutos y la imbibición de la solución de inmersión, en algunas ocasiones no deseadas. Otra alternativa sería el envasado del producto en atmósfera inerte. Pero el desarrollo de metabolismo anaerobio alteraría las propiedades organolépticas de las frutas hace este tratamiento inaplicable, frecuentemente se usan atmósferas modificadas para la comercialización de frutas y hortalizas mínimamente procesadas (Pérez, 2003).

El uso exclusivo de tratamientos físicos o químicos generalmente no permite alargar en la forma deseada la vida de los productos mínimamente procesados, por ello la combinación de estos tratamientos con frecuencia suele ser imprescindible para mantener la calidad de frutas y hortalizas mínimamente procesadas (Artés *et al.*, 1998).

El empleo de la tecnología denominada métodos combinados o de obstáculos es una técnica que busca la conservación de alimentos a través de la unión de factores conjuntos de control, como pueden ser la modificación del pH y la reducción en la a_w , el empleo de agentes antimicrobianos, el uso de envases o envolturas apropiadas y el mantenimiento de bajas temperaturas durante el almacenamiento. En general la combinación de inmersiones de calcio (0,5 - 4%), envasado en atmósferas modificadas o controladas (3 - 5% O₂ y 3- 15% CO₂) y almacenamiento a bajas temperaturas (<5°C) es utilizada para incrementar la vida útil de frutas y hortalizas. A continuación se describen algunos ejemplos de empleo conjunto de tecnologías para frutas mínimamente procesadas (Pérez, 2003).

Gil *et al.*, (1998); estudiaron el comportamiento de rodajas de manzanas (var. *Fuji*) durante 16 días, expuestas a una inmersión en ácido ascórbico (2% p/v), un envasado en una atmósfera modificada (0% O₂ y 100% N₂) y almacenadas a 10°C, concluyendo que dicha unión de factores mantiene una calidad organoléptica óptima es decir, ausencia de pardeamiento y de la pérdida de sabores y olores característicos, así mismo, inhibe la producción de metabolitos no deseados.

Agar *et al.*, (1999) determinaron que la unión de los siguientes factores: la temperatura del almacenamiento (0 - 2°C), el mantenimiento de la firmeza del tejido (1 - 2% sales de calcio) y la composición de la atmósfera modificada (2 - 4% O₂ y 5 - 10% CO₂) son determinantes para la retención de calidad de rodajas de kiwi mínimamente procesados.

La combinación de irradiación (1,5 Gy), películas comestibles (caseinatos, proteínas lácteas y cloruro de calcio) y el almacenamiento a baja temperatura (4°C) resulta ser efectiva para el mantenimiento de fresas mínimamente procesadas incrementando su vida útil en ausencia de mohos y levaduras (Vachon, 2003).

Deshidratación osmótica e impregnación a vacío es la forma más extendida de aplicación de métodos combinados en frutas mínimamente procesadas es mediante el

empleo de tratamientos de deshidratación osmótica por periodos cortos combinando o no con pulso de vacío. La unión de ambas técnicas resulta ser una herramienta excelente para lograr una modificación ligera de la actividad de agua del producto, además de permitir la incorporación de aditivos (agentes antimicrobianos, agentes antipardeantes, agentes acidulantes y/o agentes de firmeza) al tejido de la superficie. A continuación se citan solo algunos ejemplos donde la deshidratación osmótica con o sin pulso de vacío prolonga la vida útil de frutas mínimamente procesadas (Pérez, 2003).

Monsalve-González *et al.*, (1993); sometieron rodajas de manzana a tratamientos de deshidratación osmótica durante 1, 3 y 10 h a diferentes temperaturas (25, 30, 35 y 45° C), cuya una solución que incluía sacarosa (52 °Brix) y distintos compuestos para el control del pardeamiento durante el almacenamiento. La mezcla con mejores resultados contenía un agente antioxidante (AA 0,25% p/v), un antipardeante (4 - HR 0,02% p/v), un acidulante (AC 0,2% p/v) y un antimicrobiano (ácido sorbico 0,15% p/v).

Navarro & Corzo (2000), determinaron las condiciones óptimas de procesamiento de piña mínimamente procesadas las cuales combinaban dos agentes químicos: ácido cítrico y ácido ascórbico, un agente antimicrobiano: sorbato potásico, todos ellos en una proporción de 0,1% p/p y disueltos en una solución osmótica de 46°Brix de sacarosa, las muestras fueron impregnados con un pulso de 10 min y posteriormente deshidratadas osmóticamente durante 60 min a 40°C, se envasaron en condiciones de vacío y se almacenaron a 8°C obteniéndose características sensoriales y microbiológicas aceptables durante 15 días.

Tovar *et al.*, (2001) estudiaron la estabilidad de rodajas de mango mínimamente procesadas inmersas durante 5 min en una solución de cloruro de calcio (2g/l) y posteriormente sometidas a una deshidratación osmótica con pulso de vacío de 65°Brix durante 30 min a 30°C, continuando con inmersiones en diferentes soluciones : ácido cítrico (5g/l) durante 5 min, peróxido de oxígeno (25 ml/l) durante 1 min y benzoato de sodio (20g/l) durante 4 min y envasadas en bolsas de polietileno de alta densidad a

diferentes temperaturas (24, 13 y 5°C); los autores concluyen que la deshidratación osmótica con pulso provoca una disminución significativa en la tasa de respiración con respecto a rodajas control, así como la ausencia de producción de etileno en rodajas almacenadas a 5°C.

2.3.1.3. Consideraciones básicas de transferencia de masa en frutas.

Según Giraldo (2004), reporta que el empaquetado de frutas al vacío es una de las tecnologías que se vienen desarrollando por programas de conservación de frutas en Chile y Colombia para la prolongación de su vida útil; la generación de vacío se realiza con soluciones isotónicas de glucosa correspondiente a los Brix de cada fruta. Las muestras se sometieron a pulsos de vacío de 10 minutos, con una presión de 50 mbar; al final de la generación de vacío se restablece la presión atmosférica y se mantienen sumergidas en la solución durante tiempos determinados.

La impregnación a vacío es uno de los tratamientos que se les puede aplicar a las frutas para disminuir los niveles de O₂, así como un medio para incorporar en la estructura antioxidante, conservante, azúcares y ácidos, que pueden mejorar las cualidades organolépticas (Giraldo, 2004).

Según Giraldo (2004), indica que la generación de vacío causa una alteración estructural y fisiológica, ocasionada por el intercambio del gas presente en los poros por el líquido externo, lo que afecta los niveles requeridos en la respiración de frutas mínimamente procesadas y, por tanto, influye en la vida útil de los productos.

El intercambio entre la fruta y las soluciones isotónicas ocurre al sumergir el producto en la fase líquida para someterlo a baja presión y así expandir el gas para que salga, y luego, al restituir la presión atmosférica, el producto se comprime favoreciendo la penetración del líquido exterior en los poros (Fito *et al*, 1996).

Durante la generación de vacío las frutas presentaron diferencias significativas en ganancia de masa, pérdida de agua y ganancia de sólidos solubles, como respuesta a las diferencias en su porosidad y estructura y al mecanismo hidrodinámico, por los cambios de presión (Giraldo, 2004).

Las frutas con mayor porosidad presentaron una mayor ganancia de solución durante el pulso a vacío. No obstante, la fracción volumétrica de líquido impregnado fue menor que el valor calculado a partir de la porosidad estimada, determinada mediante la ecuación: (Barbosa *et al*, 2000).

$$X = \varepsilon \left(1 - \frac{1}{r}\right)$$

Dónde:

ε = Porosidad.

r = Medida representativa del sólido.

X = fracción volumétrica.

En la pera la impregnación a vacío supuso cambios importantes en el color y propiedades mecánicas de las muestras. La aplicación de vacío dio lugar a un incremento en la translucidez y un descenso de la luminosidad y de la pureza de color y un aumento del tono de las muestras, que vira hacia más verdoso como consecuencia de la sustitución del aire de los poros por disolución. En cuanto a las propiedades mecánicas, las muestras registraron una disminución de todos los parámetros de carga, del carácter elástico y se volvieron significativamente más cortas, probablemente debidos a las interacciones de los compuestos utilizados con la estructura del producto y un ligero efecto hipertónico (Pérez, 2003).

Según Pérez (2003), el factor que ha tenido más relevancia en la determinación del color de las muestras ha sido el tipo de agente antipardeante utilizado, siendo el tratamiento con ascorbato, con y sin calcio, el que provocó un mejor mantenimiento del color de las muestras durante su almacenamiento, tanto, por inhibir más eficazmente el pardeamiento como por otros fenómenos involucrados en la variación de color total como son los cambios en translucidez, que afectan en gran medida a los valores de L^* . Por otro lado, el 4-HR ocasionó las mayores pérdidas en luminosidad, colores más pardos y saturados, reflejando un severo pardeamiento. La adición de calcio no supuso diferencias notables en los parámetros de color de las muestras, no siendo efectivo, por tanto, en el control del pardeamiento enzimático de la pera. El almacenamiento de la pera mínimamente procesada provocó descensos en la luminosidad y tono de las muestras, mientras que el croma no presentó prácticamente variaciones con el tiempo. La evolución del tono de las muestras con el tiempo se ajustó a un modelo exponencial. La mayor constante cinética de desarrollo de colores pardos se corresponde con los tratamientos con 4-HR como agente antipardeante en presencia de calcio y la menor, al tratamiento con ascorbato, independientemente de la presencia de calcio (Pérez, 2003).

Según Pérez (2003), el tipo de agente antipardeante fue el factor más determinante en los cambios de las propiedades mecánicas de la pera mínimamente procesada, por otro lado, el análisis de las propiedades mecánicas de la materia prima reflejó diferencias significativas en el caso de las muestras destinadas al tratamiento con citrato, lo que pudo explicar su diferente comportamiento mecánico.

También indica que el compuesto que mejor mantuvo las características mecánicas de las muestras peras mínimamente procesadas fue el tratamiento isotónico, presentando los mayores parámetros de carga y el que dio lugar a una mayor pérdida de firmeza de las muestras durante el almacenamiento fue el 4-HR, seguramente debido a los efectos negativos sobre la membrana de las células. La utilización de calcio parece mejorar las propiedades mecánicas, aunque en este estudio, las diferencias no fueron apreciables de forma importante. Con el almacenamiento, las muestras se volvieron más débiles y

menos rígidas, como consecuencia de la pérdida de la turgencia celular con el tiempo Pérez (2003).

Así mismo reporta que el calcio parece reforzar la estructura celular del tejido, ya que el mayor entrecruzamiento de cadenas de pectina en la lámina media provoca una menor exudación de líquido proveniente del interior y por tanto, una mayor CRA y menor conductividad eléctrica. Sin embargo, la acción enzimática en la pera estudiada, no quedó inhibida en mayor medida por este efecto, en contra de lo observado en otros tejidos. La acción del calcio supone un incremento en el carácter hipotónico de la solución, lo cual implica cambios en el tejido que pueden conducir a un mayor desarrollo de pardeamiento (Pérez, 2003).

También indica que la impregnación a vacío limita el intercambio gaseoso de las muestras, reflejado en los menores valores de la TRO_2 y el aumento de la $TRCO_2$ de las muestras. También, el estrés celular ocasionado por las operaciones podría potenciar tanto la cadena de transporte de electrones como el ciclo de los ácidos tricarbónicos. La tasa de respiración de CO_2 fue menor, probablemente al interferir dicho compuesto en alguna de las rutas metabólicas del proceso de respiración (Pérez, 2003).

Reporta que el análisis de la composición del espacio de cabeza del envase muestra que las concentraciones de O_2 y CO_2 alcanzan un estado de equilibrio aproximadamente a los 15 días de almacenamiento. Este estado de equilibrio se alcanzó con modificaciones relativamente pequeñas de las atmósferas iniciales e inferiores al 1,5 % y 20 %, para el CO_2 y O_2 , respectivamente, debido a la alta permeabilidad de la película utilizada. Las diferencias encontradas entre los valores de equilibrio de los diferentes tratamientos parecen indicar que la actividad metabólica y las rutas respiratorias se ven afectadas por los mismos (Pérez, 2003).

En su reporte indica la presencia de calcio implicó siempre atmósferas de equilibrio menos alteradas respecto a la inicial, lo que sugiere una ralentización de la actividad respiratoria en presencia de dicho ion (Pérez, 2003).

Así que indica la concentración de compuestos volátiles aumentó a lo largo del almacenamiento, tendiendo a alcanzar un estado estacionario, seguramente debido al inicio de procesos fermentativos, al crecimiento microbiano y la propia senescencia del fruto. Los tratamientos antipardeantes que dieron lugar a una menor alteración de la composición del espacio de cabeza en los envases durante el almacenamiento, con un menor desarrollo de volátiles indeseables, fueron los que combinaron calcio con ascorbato y la solución isotónica, potenciándose así la vida útil del producto. Se encontró una correlación significativa al 99% entre el O₂ consumido y el acetaldehído y el etanol para todos los tratamientos (Pérez, 2003).

Presenta los valores del recuento microbiano durante todo el almacenamiento fueron de 10¹ ufc/g para mohos y levaduras e inferiores a 10⁷ ufc/g para bacterias, valores por debajo de los máximos establecidos por la legislación para la comercialización de estos productos. Las muestras impregnadas con citrato y ascorbato presentaron un crecimiento microbiano menor, mostrando una gran estabilidad durante los primeros 15 días de almacenamiento a 4°C. Estos resultados parecen indicar que estos compuestos utilizados como agentes antipardeantes podrían estar inhibiendo el crecimiento microbiano. Este efecto se vio potenciado en presencia del calcio en las soluciones de impregnación, probablemente debido al incremento de la resistencia del tejido celular a la infección bacteriana ocasionado por el calcio y a la posible capacidad bactericida del lactato (Pérez, 2003).

Reporta también que en el análisis sensorial, la muestra impregnada fue valorada como más jugosa y con menor aroma, al compararla con la recién cortada. La salida del gas del interior de los poros del tejido y la penetración de la solución exterior promovido por la técnica de IV empleada explican los cambios detectados a nivel sensorial.

También, las muestras impregnadas fueron evaluadas como menos firmes. Estos resultados apoyan a los obtenidos durante la caracterización mecánica de estas muestras (Pérez, 2003).

Finalmente indica que al compararse los distintos tratamientos, el panel de catadores se inclinó por muestras que incluían ascorbato en su formulación con o sin calcio, por presentar un sabor más dulce y un menor desarrollo de pardeamiento en comparación con el resto (Pérez, 2003).

El almacenamiento de la papaya mínimamente procesada enteras entre 4 - 6 °C provocó daños por frío que se manifestaron por una pérdida total de textura, una maduración incompleta, de presiones en la cáscara las cuales originaron el crecimiento de hongos (Rolz, 2011).

Según Rolz (2011); el tratamiento térmico de las papayas enteras previo al almacenamiento a baja temperatura por inmersión en agua a 51°C por 20 minutos aminoró ostensiblemente los daños por frío. Sin embargo las frutas mostraron al madurar características que disminuyeron calidad, entre ellas, depresiones de color oscuro en la cáscara, firmeza disminuida, decoloraciones y zonas de acumulación de agua en la pulpa.

Reporta también que la pulpa de melón en trozos procesada al mínimo y almacenada a 10° C tuvo una vida de anaquel mayor de 8 días.

Así mismo indica que el tratamiento térmico del melón entero sumergido en agua a 57 °C por 60 minutos produjo un producto con mayor firmeza y menos sólidos solubles. También indica que el tratamiento con luz ultravioleta de la fruta en trozos tuvo el efecto inverso, la combinación de ambas operaciones produjo un producto de mayor firmeza y sólidos solubles (Rolz, 2011).

Así mismo indica que la anterior interacción positiva sobre la calidad del producto de los tratamientos combinados no se había encontrado previamente de acuerdo con la literatura pertinente consultada, en ninguna variable de respuesta hubo una interacción significativa entre los efectos del tiempo y el tratamiento (Rolz, 2011).

Rolz (2011), en su publicación indica que:

- Se demostró un cambio de composición en componentes mayoritarios del aroma de melón como efecto principal de daños por frío causados por un almacenamiento a 10°C.
- Empleando la técnica del análisis multivariable conocida como componentes principales y empleando cuatro o cinco compuestos químicos componentes del aroma fue posible agrupar a la fruta tratada térmicamente (inmersión en agua a 55° C por 30 minutos) de la no tratada.
- Empleando el análisis anterior también fue posible agrupar a la fruta almacenada en frío (a 10° C y a 2° C) de la no tratada.
- Se concluye que tanto el tratamiento térmico como la temperatura de almacenamiento empleados inciden en la composición del aroma de la fruta al madurar, lo cual influye directamente sobre la calidad apreciada por el consumidor.
- Los datos experimentales anteriores son primeros en la literatura científica pertinente al tema, según se constató de la literatura consultada.

- Las variedades de fresa y mora ensayadas en mínimo procesamiento mostraron una calidad excelente y su vida de anaquel, es decir la ausencia de decaimiento y presencia notoria de hongos en su superficie, superó el tiempo informado en la literatura como normal.

Todos los pre tratamientos indujeron un aumento en la vida de anaquel.

La exposición a luz UV-C o al ozono ocasionó una pérdida de calidad notoria de la fruta en almacenamiento consistente en una pérdida de volumen y peso. Además el ozono ocasionó una pérdida de color y arrugamiento superficial principalmente en la fresa.

Los pre tratamientos no tuvieron efecto significativo en los cambios de sólidos solubles y acidez total en la fresa almacenada.

En la mora por el contrario el pre tratamiento con UV-C aumentó en el almacenamiento la acidez total de la fruta, mientras que la fruta control y el ozono ocasionaron una disminución paulatina.

Ambas frutas no mostraron daños por frío ya que la temperatura en el almacenamiento no descendió de 0°C.

La fruta con mayor aceptabilidad por su apariencia externa fue el pre tratado por inmersión en un producto comercial con base en un extracto de semilla de toronja.

2.3.1.4. Consideraciones de las propiedades homeostáticas.

a. Aspectos fundamentales de la biología molecular.

Según Castaño & Bilbao (1996), indican que extremando la simplicidad, podríamos decir que las células son cuerpos diminutos (la mayoría son invisibles al ojo humano) delimitados por una membrana, llamada membrana plasmática, y en cuyo interior se hallan numerosas sustancias en solución acuosa participando en un complejo conjunto de reacciones químicas. Cada célula incluye un material en el que están todas las instrucciones para que ella funcione, llamado material genético o material hereditario. Cuando las células se reproducen, cada célula hija hereda una copia de este material.

En la definición del concepto de célula y establecido que la célula es la unidad estructural, funcional y de origen de los seres vivos; es evidente que todas las células tienen muchas cosas en común, no obstante, reconocemos, además de esos aspectos comunes, una gran diversidad; distinguiéndose, básicamente, dos tipos de células: las procariontes, cuyo interior no contiene compartimentos delimitados por membranas, y las eucariontes, que sí están compartimentadas; los nombres se refieren a la ausencia o presencia, respectivamente, de un compartimento llamado núcleo, en que queda “encerrado” el material hereditario. Lo que queda excluido del núcleo se denomina citoplasma (Castaño & Bilbao 1996).

En la mayoría de las moneras, así como en los hongos, en las plantas y en muchos protistas, las células están rodeadas de una estructura relativamente rígida, llamada pared celular. Ella contribuye significativamente a la forma de la célula y evita que esta estalle por acumulación excesiva de agua. Su naturaleza química varía de reino en reino: en los hongos, por ejemplo, está hecha de quitina y en las plantas, de un polisacárido conocidísimo llamado celulosa. Esta

última es la biomolécula orgánica más abundante sobre la Tierra y tiene muchos usos por parte de la humanidad (Fuertes & Pérez. 2008).

La presencia o ausencia de pared celular, así como su naturaleza química, no es lo único que diferencia a las células eucariontes de un reino de las de otro. Hay dos aspectos más que vale la pena considerar al revisar conceptos elementales sobre la célula, si hemos de entenderla como unidad de los seres vivos. Uno de ellos es si las células sintetizan o no nutrientes orgánicos a partir de materia inorgánica. Las células que sí lo hacen forman parte de organismos que no necesitan consumir a otros para obtener dichos nutrientes, por lo que se llaman autótrofos. Son los que incorporan materia y la energía desde el ambiente abiótico al mundo viviente. La gran mayoría utiliza en este proceso la energía lumínica del sol, por lo que el proceso se conoce como fotosíntesis. Las células del resto de los organismos, llamados heterótrofos, dependen de que ellos consuman a otros para obtener nutrientes orgánicos (Fuertes & Pérez. 2008).

Fuertes & Pérez (2008), indican que el último aspecto que se considera por ahora, es si las células eucariontes están constituyendo organismos unicelulares o formando los tejidos en los organismos pluricelulares. Dentro de estos últimos, distinguimos pluricelulares simples (como las algas) y complejos, como plantas y animales, en los cuales los tejidos se hallan formando parte de sistemas diferenciados de órganos; en síntesis, la célula es la unidad estructural, funcional y de origen de todos los seres vivos, y las propiedades de estos se explican en lo que todas las células tienen en común; por otro lado, la diversidad de los seres vivos que hasta ahora hemos revisado sólo a nivel de los reinos se explica en parte por la diversidad celular y, en gran medida, por las distintas maneras en que las células se asocian entre sí para formar organismos.

En el reino de las plantas y en el de los animales, las células forman tejidos, que a la vez forman órganos y sistemas. Las células de las plantas hacen fotosíntesis

y están rodeadas de una pared celular. Ambos aspectos son muy determinantes de las características de los organismos de ese reino. Las células del reino animal, el único donde no existe pared celular, no hacen fotosíntesis, de modo que los animales, como los hongos, deben consumir materia orgánica de otros seres vivos; pero, a diferencia de los hongos, los animales cuentan con sistemas de tejidos y de órganos que les permiten atrapar a otros seres vivos, en muchos casos desplazándose para alcanzarlos y comérselos (Castaño & Bilbao 1996).

- **Propiedades de la biomoléculas en la biología molecular.**

Según Stryer (1995), el número de elementos químicos que existe en la naturaleza es cercano a cien; sin embargo, no todos participan en la composición de la materia viva; de hecho, llama la atención que tan solo seis de ellos la constituyen casi toda y que estos no son los seis más abundantes en la corteza terrestre; estos seis elementos son: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre; se les ha llamado macro elementos de la materia viva por encontrarse en gran proporción en las células. A otros, que se encuentran en menor proporción, se les ha llamado micro elementos; ejemplos de ellos son el sodio, el potasio, el calcio, el magnesio y el hierro. A los que se encuentran en la materia viva en cantidades insignificantes se les llama elementos trazas.

Existe una similitud notable en la composición molecular de los diferentes organismos, vale decir, en los distintos tipos de células. Lo que estudiaremos a continuación es algo que todas las células tienen en común. Al terminar el capítulo resultará evidente que unos pocos elementos pueden combinarse de muchas maneras diferentes, originando una enorme diversidad de moléculas con distintas funciones y características; considerando que la célula es la unidad fundamental de los seres vivos subyace la idea de que existe una organización molecular que es propia de ellos y diferente a la de otros seres materiales (Stryer, 1995).

Stryer (1995), indica que dentro de las moléculas que componen los seres vivos (biomoléculas), se distinguen entre las inorgánicas y las orgánicas; las inorgánicas no son formadas sólo por los seres vivos, pero son muy importantes para ellos. Incluyen el agua y las sales minerales; las biomoléculas orgánicas, en cambio, son sintetizadas exclusivamente por organismos vivientes. Se estructuran a base de átomos de carbono, del mismo modo que otras moléculas orgánicas que no forman parte de los seres vivos (bencina, parafina, etc.); las moléculas orgánicas en general, son objeto de estudio de la Química Orgánica; las biomoléculas orgánicas en particular lo son de la Bioquímica, aunque esta ciencia no se agota en el estudio de sus propiedades.

Según Stryer (1995), las biomoléculas inorgánicas importantes en las biomoléculas es el agua, constituye entre el 50% y el 90% de la masa de los seres vivos y ocupa el 75% de la superficie del globo terrestre sus propiedades son tan importantes para la vida, que ésta es imposible en ausencia de ella, dichas propiedades se deben, básicamente, a que, siendo una molécula eléctricamente neutra, tiene una zona con carga positiva y otra con carga negativa, o sea, es polar. Las partes negativas de una molécula ejercen atracción por las partes positivas de otras, lo que hace que entre ellas haya una gran cohesión molecular.

Stryer (1995), indica que este tipo de uniones intermoleculares se llama puente de hidrógeno, la polaridad también es la causa de que las moléculas de agua tiendan a adherirse a sustancias que tienen átomos cargados. La alta cohesión molecular del agua y su capacidad de adhesión a otras sustancias, son responsables de sus características más significativas desde el punto de vista de la vida, entre las que se encuentran las siguientes:

- **Alta tensión superficial.** La notamos al “pinchar” el agua con una aguja, al ver insectos parados sobre ella o al observar cómo la superficie de una

gota siempre es esférica; en términos no muy académicos podríamos decir que la superficie de una masa de agua está “tirante” o “tensa”. Esta propiedad hace posible que el agua suba varios metros en las plantas, desde el suelo hasta las hojas, en el interior de sus sistemas conductores; generando la propiedad humectante y su capacidad para cubrir y mojar superficies (Stryer, 1995).

- **Capilaridad.** Es la propiedad que le permite avanzar por tubitos estrechos, esto hace que pueda penetrar en el suelo y en sustancias tales como la madera, haciendo que ésta se hinche; el fenómeno se llama imbibición y es muy importante para la germinación de las semillas (Stryer, 1995).
- **Alto calor específico.** Se requieren grandes cantidades de calor para que el agua aumente su temperatura; en términos prácticos, esto significa que sus cambios térmicos son lentos, que no es fácil que el agua se caliente ni que se enfríe; esto contribuye a que los seres vivos mantengan sus temperaturas relativamente constantes, dentro de valores adecuados para la vida, y es la causa de que en los lugares cercanos a mares, ríos, lagos, etc.; la diferencia entre las temperaturas extremas sea mucho menor que en los lugares secos (Stryer, 1995).
- **Alto calor de vaporización.** Se pierde mucho calor en las superficies desde donde el agua se evapora, haciendo que los seres vivos puedan enfriarse al transpirar el agua es excepcional al congelarse: en estado sólido es menos densa que en estado líquido, gracias a lo cual las masas de hielo en los lagos pueden flotar y estar expuestas a la superficie donde pueden descongelarse en las estaciones más cálidas (Stryer, 1995).

- Al descongelarse, el agua absorbe calor y enfría así su medio, facilitando la constancia térmica, favorable para los organismos; se conocen como propiedades coligativas de los solventes las que se ven afectadas por la presencia de solutos; entre ellas está el punto de congelación; expresado en términos prácticos, el agua se congela a una temperatura menor (más baja) si contiene sustancias en solución; de este modo, por aumento de la concentración de solutos en sus medios internos, los organismos pueden protegerse del congelamiento (Stryer, 1995).

El agua se mezcla homogéneamente con las sustancias polares y con las partículas cargadas, razón por la cual es extraordinariamente buena como disolvente; las sustancias que por ser hidrofílicas se disuelven en agua, se llaman hidrosolubles; las sustancias que, por el contrario, son apolares o sin carga, son hidrofóbicas, es decir, al ponerse en contacto con el agua quedan agrupadas y no se mezclan con ella (Stryer, 1995).

Stryer (1995), manifiesta que el agua tiene, además, una leve tendencia a ionizarse produciendo el anión OH^- y el catión H_3O^+ , que se representan, para mayor simplicidad, como OH^- (hidroxilo) y H^+ (Protón). Las concentraciones de ambos en el agua pura son iguales y por eso decimos que el agua es neutra con valor de pH 7; otras sustancias, en cambio, al ionizarse en solución acuosa, tienden a desigualar las concentraciones de OH^- y H^+ , ya que liberan o capturan uno de esos iones. Los ácidos causan un aumento de la concentración de protones por sobre la de hidroxilos y las bases, lo contrario. El pH del agua es igual a 7; las soluciones con pH inferior a 7 son ácidas y las que tienen pH superior a 7 son básicas, para los seres vivos es extraordinariamente importante mantener el pH de sus medios internos dentro de ciertos márgenes; la constancia del pH se asegura por la presencia de sustancias “buffers”, tampones, o amortiguadores de pH, que cede protones cuando éstos tienden a disminuir o los captan cuando aumentan.

Stryer (1995), indica que las sales minerales constituyen una proporción muy pequeña de la masa de los seres vivos, pero los iones en que se descomponen desempeñan funciones muy importantes como, por ejemplo, la de mantener los volúmenes de agua en los compartimientos intra y extra celular; además participan en variados procesos, como, por ejemplo, los siguientes:

- El sodio y el potasio participan en la conducción del impulso nervioso, siendo el potasio el catión intracelular en mayor concentración y el sodio, el más concentrado en el entorno celular.
- El calcio es un importante constituyente de los huesos y los dientes, además, es indispensable para la contracción muscular y para la coagulación sanguínea.
 - El magnesio es un constituyente de la clorofila.
- El hierro es parte de la hemoglobina, por lo que es muy importante en el transporte de oxígeno en la sangre.

Por último, muchas reacciones químicas no ocurren si no es la presencia de ciertos iones específicos, puesto que la acción enzimática los requiere; se les llama cofactores enzimáticos (Stryer, 1995).

Según Stryer (1995), las biomoléculas orgánicas, en la mayor parte de la masa de cualquier ser vivo es agua, lo que queda en evidencia al comparar el peso fresco de un organismo con su peso seco (después de haber sido deshidratado); pero si extraemos el agua y revisamos la composición de la materia seca, nos encontramos con que la mayor parte es materia orgánica; esta se encuentra representada en las células por una gran variedad de moléculas que pueden desempeñarse formando estructuras (moléculas estructurales), sirviendo como combustible o realizando diversas funciones tales como regulación de procesos, transporte, acción enzimática, comunicación intercelular, etc.; el átomo principal de los compuestos orgánicos es el carbono; este siempre establece cuatro enlaces

covalentes, de modo que puede formar una gran diversidad de estructuras moleculares.

Stryer (1995), indica que los compuestos orgánicos más sencillos se componen sólo de carbono e hidrógeno y se llaman hidrocarburos; no se hallan presentes en las células, pero su estructura es la base de las moléculas orgánicas biológicas; los grupos de átomos que están unidos a una cadena de carbonos e hidrógenos se llaman grupos funcionales; las moléculas orgánicas reciben diferentes nombres según el grupo funcional que poseen; los grupos que vale la pena recordar, para efectos del estudio de la Biología, son los siguientes:

- Hidroxilo (OH^-) hace que las moléculas sean hidrosolubles. Lo encontramos en abundancia en los azúcares.
- Carboxilo (COOH^-) las moléculas que lo poseen se llaman ácidos, pues puede liberar un protón; lo encontramos en los aminoácidos y en los ácidos grasos.
- Amino (NH_2^+) lo hallamos en los aminoácidos.
- Fosfato (H_3PO_4^+) se encuentra en los fosfolípidos y en los nucleótidos; se representa, para simplificar, del siguiente modo; nótese la importancia de los elementos oxígeno, nitrógeno y fósforo, como componentes principales de las biomoléculas orgánicas, junto con el carbono y el hidrógeno.

El estudio de los cuatro grupos de biomoléculas orgánicas; los carbohidratos, los lípidos, las proteínas y las moléculas hechas de nucleótidos en el orden siguiente; reporta Stryer (1995).

- Los carbohidratos, o glúcidos, son moléculas construidas de azúcares simples, los azúcares, a su vez, son moléculas que tienen C, H y O en una proporción igual a 1: 2: 1. Su fórmula es $(\text{CH}_2\text{O})_n$.

- Los lípidos son estructuralmente muy diversos. Un ejemplo muy importante de ellos son los ácidos grasos, que son largas cadenas hidrocarbonadas (hidrófobas) que terminan en un grupo carboxilo.
- Las proteínas son moléculas hechas de aminoácidos; cada aminoácido consta de cuatro partes unidas a un carbono central. Estas son: un grupo amino, un grupo carboxilo, un átomo de H y una cadena lateral (un grupo de átomos) variable.
- Los nucleótidos están formados por tres partes: un grupo fosfato, una base nitrogenada y un monosacárido (pentosa); a este último van unidos los otros dos; una base nitrogenada es una molécula con forma de anillos, que contiene nitrógeno; los nucleótidos son las unidades estructurales de los ácidos nucleicos; la deshidratación o condensación es la reacción química por la cual se unen entre sí los azúcares simples para formar otros más complejos; los aminoácidos, para formar proteínas; y los nucleótidos, para formar di nucleótidos y poli nucleótidos; también participa en la unión de los ácidos grasos a una molécula de glicerol en la formación de ciertos lípidos; recordemos que la reacción inversa se llama hidrólisis; por ella digerimos las proteínas, los polisacáridos y los lípidos que obtenemos de nuestra dieta Stryer (1995).

- La membrana plasmática

Losada *et al.*, (1998), indican que, en una primera aproximación, se puede considerar que la membrana que separa al citoplasma del entorno celular, también llamada plasmalema, es una bicapa de fosfolípidos en la que están incrustadas diversas clases de proteínas; se encarga de que la célula mantenga sus condiciones internas y contribuye a la comunicación entre las células de los organismos pluricelulares; también es la responsable de la unión entre las células de los tejidos epiteliales; la membrana plasmática logra todo esto realizando, básicamente, cuatro funciones:

- Capta mensajes enviados por otras células, gracias a proteínas de

membrana que actúan como receptores, la unión de la sustancia química que actúa como mensajero, (hormona, neurotransmisor, etc.) al receptor, desencadena una serie de reacciones químicas responsables de la respuesta celular a ese mensajero (activación de enzimas citoplasmáticas, alteraciones de la permeabilidad de la membrana, etc.); la respuesta desencadenada por la unión del mensajero al receptor de membrana puede ser contracción, movimiento, secreción, división, inhibición de funciones, etc.; este tema es muy relevante en el contexto de los sistemas nervioso y endocrino.

- Lleva a cabo numerosas reacciones químicas, gracias a proteínas de membrana que actúan como enzimas.
- Es la responsable del paso de sustancias hacia el interior y hacia el exterior de la célula. Algunas sustancias pasan atravesando la membrana, por la bicapa o asistidas por proteínas de transporte, mientras que otras entran y salen gracias a la formación de vesículas; lo fundamental, en esta primera aproximación, es que no todas las sustancias pueden entrar o salir a través de la membrana; y que, de entre las que pueden, unas pasan con mayor facilidad que otras; podríamos decir que, de alguna manera, la membrana regula la entrada y salida de sustancias; tiene proteínas que sirven para la unión entre una célula y otra.

Losada *et al.*, (1998), indican que el transporte a través de la membrana plasmática no deja pasar con la misma facilidad a todas las sustancias; por ello decimos que es diferencialmente permeable o semipermeable; las sustancias que atraviesan la membrana pueden hacerlo por dos vías principales:

- La bicapa lipídica, esta hace prácticamente imposible el paso de sustancias hidrofílicas, por pequeñas que sean, como los iones; en cambio, deja pasar con facilidad algunas moléculas polares pequeñas sin carga como el agua y la urea; y moléculas apolares pequeñas como el oxígeno; la restricción al paso de

algunas sustancias, impuesta por la bicapa, hace necesario que ellas pasen con la ayuda de ciertas proteínas.

- Las proteínas involucradas en el transporte. Estas son de tres tipos: canales iónicos, para el paso de iones, transportadores, para el paso de moléculas medianas como la glucosa y los aminoácidos y bombas, para el paso activo de iones.

El movimiento de sustancias a través de la membrana es necesario una comprensión previa de algunos conceptos relacionados con el movimiento de sustancias en solución; una solución es una mezcla homogénea entre dos componentes: uno que se encuentra en enorme proporción, llamado solvente; y otros que se encuentran en menor proporción, llamados solutos; en las células, y por lo tanto en los seres vivos, las soluciones son acuosas, es decir, tienen agua como solventes; llamamos concentración a la proporción de solutos que tiene una solución; evidentemente, entre más concentrada está una solución (mayor proporción de solutos), menor es la proporción de solventes que tiene (Losada *et al.*, 1998).

La diferencia de concentración entre dos puntos se llama gradiente químico, el movimiento de las partículas desde zonas en que están en mayor concentración (más juntas) hacia zonas en que están en menor concentración, causado por las colisiones azarosas y espontáneas entre ellas y que tiene como consecuencia su distribución homogénea, se denomina difusión; el gradiente químico no es lo único que puede impulsar el desplazamiento neto de partículas; otra fuerza capaz de hacerlo, en el caso de partículas con carga eléctrica, como los iones, es la diferencia de cargas eléctricas que puede haber entre una zona y otra, pues las partículas positivas se mueven espontáneamente hacia zonas con carga negativa y viceversa; la diferencia de cargas eléctricas entre dos puntos se llama gradiente eléctrico (Losada *et al.*, 1998).

Puede ocurrir que el gradiente químico impulse el movimiento de partículas en una dirección y el gradiente eléctrico hacia la dirección contraria, depende de la suma (vectorial) de ambos gradientes; la suma del gradiente eléctrico y del químico se llama gradiente electroquímico y es el que, en definitiva, determina hacia dónde difunden las partículas en solución, en las células; para muchas sustancias existen gradientes electroquímicos a través de la membrana; para simplificar este análisis, consideremos sólo el gradiente químico, el sodio o los azúcares; por ejemplo, está en mayor concentración fuera de las células animales que dentro de ellas, el potasio, en cambio, está en mayor concentración en el líquido intracelular que en el extracelular. De acuerdo con los conceptos que se aclara, si la membrana fuera permeable al sodio o azúcares, este difundiría hacia el interior. Este sería un desplazamiento a favor de la gradiente de concentración para ese ion o molécula, debido a que este movimiento es espontáneo, se denomina transporte pasivo; por otra parte, es posible que las sustancias atraviesen la membrana en contra de sus gradientes, es decir, hacia el lado en que se encuentran en mayor concentración; este es un movimiento en contra de la tendencia espontánea de las partículas, comparable a hacer rodar una bolita hacia arriba en una pendiente; por lo tanto, requiere de un trabajo por parte de la célula, lo que significa que le requiere un gasto de energía; por esta razón se denomina transporte activo (Losada *et al.*, 1998).

Losada *et al.*,(1998), manifiestan que la difusión de solutos es el transporte pasivo de solutos a través de la membrana puede ser a través de la bicapa, o asistido por proteínas de transporte tales como los canales iónicos y los transportadores; ellas tienen sitios de unión específicos determinados solutos, de modo que, por ejemplo, un canal para sodio no deja pasar calcio y un transportador de glucosa no transporta aminoácidos; los canales iónicos son proteínas con forma de tubos huecos por donde pasan los iones; entre los ejemplos más conocidos están los canales de sodio, de potasio, de calcio y de protones; todos ellos son importantes en todas las células, pero se destacan en

ciertos tipos o en ciertas funciones: los de sodio y de potasio, en el funcionamiento de las neuronas, más específicamente, en la conducción de impulsos nerviosos; los de calcio, en el funcionamiento de las células musculares y en la respuesta de las células a ciertos mensajeros; y los de protones, en los procesos que generan ATP; que los iones puedan difundir o no a través de la membrana depende, como es obvio, de que sus respectivos canales estén abiertos o cerrados. Los canales se abren o se cierran dependiendo, en general, de dos factores; el voltaje²⁷ de la membrana y la unión de ciertas sustancias.

Los transportadores, también conocidos como “carriers” son proteínas que, al unirse con el soluto que transportan, experimentan un cambio conformacional (de forma) que las hace pasar el soluto hacia el otro lado; al igual que los canales, son específicos y pueden ser bloqueados por la unión de otras sustancias; la velocidad de la difusión de solutos a través de la bicapa lipídica - difusión simple - es directamente proporcional a la magnitud de la gradiente para el soluto en cuestión, la velocidad de la difusión facilitada, en cambio, ya sea por canales o por transportadores, aumenta al aumentar la magnitud de dicha gradiente, pero sólo hasta un valor al cual todas las proteínas de transporte están “funcionando” a su máxima capacidad, a partir de este valor, la velocidad de difusión se hace constante; se dice que el transporte se ha saturado (Losada *et al.*,1998).

Losada *et al.*,(1998), indican que la osmosis es el caso particular de la difusión de un solvente, tal como agua, a través de una membrana semipermeable, en el caso particular de las células, es el movimiento de agua a través de las membranas, a favor de su gradiente químico, es decir, desde donde el agua está en mayor proporción (menor concentración de solutos) hacia donde ella está en menor proporción (mayor concentración de solutos); transportadores facilitada versus diferencia de concentración; se indica que dos soluciones son isotónicas

si tienen la misma proporción de agua, es decir, la misma concentración total de solutos; entre ellas, evidentemente, no hay transferencia neta de agua, al comparar dos soluciones que tienen diferentes proporciones de agua, es decir, diferentes concentraciones totales de solutos, decimos que es hipotónica la que tiene menor concentración de solutos (mayor proporción de agua) e hipertónica la otra; la osmosis es la transferencia de agua desde una solución hipotónica a una hipertónica, a través de una membrana semipermeable.

Se denomina presión osmótica el valor necesario de presión para detener el movimiento de agua hacia una solución; para efectos prácticos, podemos considerarla como “la fuerza con que una solución atrae agua” por osmosis; debido a que las soluciones más concentradas atraen agua con más fuerza, decimos que tienen mayor presión osmótica. Es importante para muchas células que el ambiente en que están (el líquido que las rodea) y su interior tengan iguales presiones osmóticas, para que no se hinchen ni pierdan agua; es decir, que el ambiente sea isotónico respecto de ellas; hay situaciones en que es necesario administrar líquido al cuerpo por vía endovenosa y resulta obvio que este líquido debe ser isotónico respecto de nuestro plasma sanguíneo; normalmente se usa una solución de agua con sal llamada suero fisiológico (Losada *et al.*, 1998).

Losada *et al.*, (1998), indican que el transporte activo es el que ocurre en contra del gradiente electroquímico de las sustancias; considerando sólo el gradiente químico, podemos decir que es el movimiento de partículas desde el lado de la membrana en que están menos concentradas hacia el lado donde lo están más, pudiendo ser hacia fuera o hacia adentro de la célula; es comparable al desplazamiento de un objeto cuesta arriba, o al desplazamiento de un móvil contra la corriente del agua en un río, es decir, constituye un trabajo y, por lo tanto, requiere de un gasto de energía.

Este transporte es realizado por unas proteínas de membrana llamadas bombas; la mayoría de ellas obtienen energía gracias a su actividad enzimática capaz de hidrolizar ATP; una gradiente también puede ser aprovechado para mover sustancias contra gradientes; la glucosa absorbida por las células intestinales, por ejemplo, entra contra su gradiente a las células, aprovechando la energía liberada por la entrada de sodio a favor de su gradiente; esta gradiente de sodio se debe a que una bomba lo está sacando permanentemente de la célula hacia el lumen intestinal, por transporte activo, de modo que, a fin de cuentas, la entrada de glucosa a las células desde este tiene un costo energético (Losada *et al*, 1998).

Lullman *et al*, (1995), indica que las células en los organismos pluricelulares ya que en los pluricelulares las células se asocian estructuralmente formando distintos tejidos, a su vez, varios tejidos se agrupan formando los órganos, y los órganos se asocian estructuralmente formando sistemas; los tejidos se distinguen unos de otros, en partes, por el tipo de células de que están hechos; lo que quiere decir que en los organismos pluricelulares hay muchos tipos de células, cuyas características estructurales les permiten realizar la función para la que se han especializado, todas estas células provienen, en último término, del cigoto, el cual ha originado millones de ellas por mitosis; estos millones tienen, por lo tanto, el mismo material hereditario; sin embargo, gracias a un proceso de diferenciación se han convertido en células de diferentes tipos; tomando en cuenta que la pluricelularidad impone a las células necesidades que los unicelulares no tienen, para que las células de un organismo pluricelular puedan vivir, necesitan mantener la vida del organismo del que forman parte; este organismo es una comunidad en que distintas células se especializan en diferentes funciones; así como tenemos algunas células dedicadas a generar acciones dentro del metabolismo la pluricelularidad hace necesaria una diferenciación de las células, de modo que se especialicen en estas diferentes funciones.

Es necesario que las células de un mismo tejido se coordinen entre sí, así como también que unos tejidos se coordinen con otros, si cada grupo de células actuara con total independencia de lo que hace el resto, el organismo formado por ellas no podría mantenerse vivo; las células no funcionan con independencia del resto; esta comunicación intercelular es una de las necesidades que tienen las células de un organismo pluricelular; sin esta comunicación las partes del sistema que alimentan; además de comunicarse, las células de los organismos pluricelulares deben establecer uniones intercelulares para formar algunos tipos de tejidos, mientras que para formar y mantener otros, deben producir un material extracelular en abundancia, llamado matriz extracelular, las formas en que las células constituyen los tejidos en el organismo animal, lo que significa adquirir algunas nociones sobre la diferenciación celular y sobre la mantención de los tejidos; y los mecanismos por los cuales las células de dichos organismos se comunican entre sí, integrando y coordinando sus funciones (Lullman *et al*, 1995).

Lullman *et al*, (1995) reporta que la comunicación intercelular por mensajeros químicos son parte de un organismo pluricelular impone a las células la necesidad de comunicarse para regular el desarrollo y la organización de los tejidos; para controlar el crecimiento y la división; y para coordinar las funciones de distintas partes del sistema que desarrollan, existe tres modalidades de comunicación entre las células:

- Por contacto entre las proteínas superficiales de una con las de la otra, lo que implica un contacto directo entre las células.
- Por uniones comunicantes (uniones tipo gap) que permiten el paso de sustancias pequeñas entre el citoplasma de una y el de otra.
- Mediante sustancias químicas que unas envían a otras para que sirvan como mensajeros químicos.

El paso de sustancias químicas pequeñas entre las células de un tejido, a través de las uniones comunicantes, permite que dichas células estén acopladas metabólicamente, es decir, que desde el punto de vista metabólico constituyan una unidad, gracias a que comparten metabolitos; también, al dejar pasar iones, las células del tejido quedan acopladas eléctricamente, lo que es muy importante en todos de los tipos de tejidos; la comunicación intercelular más relevante para los estudios en tejidos animales y vegetales con la señalización química, o por mensajeros químicos; lo que los tres tipos de comunicación por mensajeros químicos tienen en común es que unas células expulsan de su citoplasma sustancias químicas que han de ser “captadas” por otras células gracias a la presencia en ellas de proteínas que funcionan como receptores; la unión del mensajero químico al receptor desencadena un cambio en el funcionamiento de la célula, es decir, una respuesta celular; algunas respuestas celulares son rápidas y transitorias, mientras que otras son lentas y duraderas; las primeras se dan frente a alteraciones del ambiente y son rápidas porque no requieren de nueva síntesis de proteínas; las segundas están involucradas en procesos tales como el desarrollo embrionario, especialmente en los procesos de metamorfosis (Lullman *et al*, 1995).

Independientemente de que involucren o no síntesis de nuevas proteínas, se puede distinguir entre respuestas de alteración de la actividad enzimática y de alteración de la permeabilidad de la membrana; las tres comunicaciones tienen en común muchos mensajeros y receptores; difieren, en cambio, en la velocidad y selectividad con que los mensajeros llegan a las células de destino, un mismo mensajero puede, de hecho, provocar diferentes respuestas celulares; esto puede deberse a una diferencia de receptores entre una célula y otra, y también a que, habiendo el mismo mensajero y el mismo receptor, la maquinaria intracelular a la que están asociados los receptores varía de un tipo celular a otro (Lullman *et al*, 1995).

Lullman *et al*, (1995), indica que la renovación de los tejidos es el proceso por el cual se generan nuevas células en reemplazo de las que el tejido ha perdido como consecuencia de su funcionamiento normal o de alguna lesión; como es obvio, este proceso involucra reproducción celular; las células nuevas de los tejidos pueden originarse por la bipartición de las células preexistentes diferenciadas, como es el caso de los hepatocitos y de las células endoteliales, una forma diferente de renovación se da en los tejidos que se desgastan rápidamente, como la epidermis, el epitelio ; en todos ellos observamos que hay células indiferenciadas que se reproducen continuamente, llamadas células madres; entre su descendencia hay algunas células que se diferencian y otras que mantienen la capacidad de dividirse ilimitadamente, observamos entonces que hay tejidos de renovación rápida y otros de renovación lenta o que se permiten estabilizar y mantener sus características por los mecanismos homeostáticos como en el caso de los tejidos vegetales en especial las frutas en los mesocarpios; en cualquier caso el proceso de reproducción celular está regulado de tal forma que no produzca células en mayor cantidad que la necesaria para mantener el tejido; en muchos tejidos estas velocidades se ajustan a sus necesidades, acelerándose, por ejemplo, en caso de lesiones que hacen necesaria una regeneración; sin embargo, no tenemos una capacidad ilimitada de regeneración; por una parte; por otra, a veces la regeneración falla; otra observación interesante es que los tejidos lesionados, producen sustancias que estimulan las células endoteliales a dividirse, aunque la mayoría de los tejidos se renueva, hay algunos en que las células persisten sin ser reemplazadas; el otro mecanismo involucra migración de células hacia otra población celular, con las que se organizan en conjunto.

b. Procesos metabólicos y homeostáticos.

▪ **El metabolismo.**

Fuertes & Pérez (2008), describen que el conjunto de reacciones químicas que se llevan a cabo en las células y permiten a un organismo mantener con su vida, los organismos han desarrollado a lo largo de millones de años de evolución una amplia gama de estrategias y procesos metabólicos, a tal punto que la utilización de una vía metabólica particular puede ser la clave para diferenciar una especie de otra; sin embargo, a pesar de esta diversidad, en todos los organismos los procesos metabólicos tienen tres objetivos claros:

- Obtención de moléculas complejas ricas en materiales primas y energía.
- Conversión de estas moléculas en sustancias más sencillas que puedan incorporarse a las células y ser utilizadas por estas.
- Utilización de estas sustancias en la realización de los procesos vitales.

Las reacciones metabólicas de los seres vivos tienen lugar al interior de células particulares, en una serie de procesos que, en conjunto, son responsables del mantenimiento de la vida del organismo completo; el metabolismo al interior de las células, el interior de una de una célula es dinámico y activo.; allí ocurren diferentes procesos que conducen a un ciclo continuo de degradación y construcción de nuevos materiales; este ciclo tiene dos procesos: catabólicos y anabolismo, los cuales se interrelacionan entre sí a través de una serie de rutas metabólicas particulares Fuertes & Pérez (2008).

Fuertes & Pérez (2008), indican que el catabolismo es el conjunto de procesos metabólicos que permite a las células obtener sustancias simples a partir de otras complejas; los procesos catabólicos liberan energía y por eso se dice que son exergónicos; las células utilizan la energía que se libera durante el catabolismo

para realizar sus funciones, o esta se almacena en forma de moléculas energéticas para su posterior utilización.

El anabolismo indica Fuertes & Pérez (2008); es el conjunto de procesos metabólicos en los que las células fabrican sustancias complejas a partir de la combinación de otras más simples; los procesos anabólicos consumen energía y por esto se denominan endergónicos, la energía que utilizan los procesos anabólicos se obtiene, por lo general, a través de procesos catabólicos.

Las vías metabólicas es una cadena de reacciones químicas en la que una o varias moléculas iniciales, llamadas sustratos, se transforman, a través de procesos anabólicos y catabólicos, en uno o varios productos finales, esta secuencia implica diferentes pasos; en cada uno de ellos se produce una sustancia particular que sirve de sustrato para la siguiente reacción en la cadena, el conjunto de sustancias que producen en los pasos intermedios de una vía metabólica se denomina meta bolitos intermedios (Losada *et al*, 1998).

Losada *et al*, (1998), reporta que las principales vías metabólicas de los seres vivos dependen de la realización de ciertas vías metabólicas, como las de los carbohidratos los lípidos y las proteínas; estas se interconectan unas con otras a través de sus productos finales o de sus metabólicos intermedios, y forman redes metabólicas.

- **La homeostasis**

Losada *et al*,(1998) indica que es el conjunto de mecanismos que tienden a mantener estables las condiciones internas de un organismo con el fin de asegurar la realización de sus funciones metabólicas; la homeostasis es una de las características fundamentales de los seres vivos, dentro de los mecanismos homeostáticos que permiten mantener el equilibrio o la estabilidad en internos se

encuentran: la osmorregulación; que permite a los organismos regular el volumen y la concentración de agua que necesitan sus cuerpos y sus células, con independencia de las condiciones del medio externo; además, regulan el transporte y la circulación infra y extra celular de miles de sustancias que se diluyen en el agua; también la termorregulación es la capacidad de los organismos de mantener dentro de rangos apropiados la temperatura de sus cuerpos; está controlada por mecanismos fisiológicos de ganancia y de pérdida de calor.

En algunos organismos denominados poiquilotermos, los mecanismos termorreguladores dependen de las condiciones externas que lo rodean; en los homeotermos, estos mecanismos son completamente independientes de las condiciones ambientales externas; la regulación de los gases respiratorios permite a los organismos mantener la concentración y el volumen apropiado de oxígeno y el gas carbónico, tanto en las células y el organismo completo; en los organismos pluricelulares esta regulación opera debido a la acción coordinada en los sistemas de circulación y transporte de gases, y a los mecanismos de transporte de sustancias que ocurren al nivel celular (Losada *et al*, 1998).

Álvarez *et al* (2010) indican que un ejemplo para entender lo anterior los mecanismos homeostáticos sería el siguiente, cuando nos encontramos en un lugar donde la temperatura del medio es de 39°C, nuestra temperatura corporal sigue siendo constante (36,5°C), cabe mencionar que esta varía dependiendo de nuestra edad; la homeostasis (homois = semejante; stasis= estabilidad) es por lo tanto el conjunto de procesos fisiológicos denominados mecanismos homeostáticos, que regulan y mantienen el medio interno estable y ocurre en cualquier nivel de organización; un organismo vivo es un sistema termodinámico abierto, esto es, hay un constante flujo de energía y materia entre él y el ambiente, un flujo en equilibrio dinámico, lo que suele denominarse estado estable; para entender la homeostasis se debe definir que es tensión, se

entiende por tensión a cualquier condición externa o interna que afecta los procesos normales de un sistema, lo que ocurre en las células, cuando están en presencia de una sustancia tóxica en el medio ambiente, si hay un descenso de temperatura, si se agota el alimento, si se limitan sus reservas, etc. se dice que está en tensión.

Los sistemas de regulación o control deberán mantener a la célula o a cualquier sistema vivo en un estado de equilibrio, anulando o disminuyendo los efectos de la tensión, estos elementos deben ser, como mínimo, un receptor, un modulador y un efector; toda célula viva tiene la capacidad de autorregularse, el control de la síntesis de enzimas, la formación del producto, la captación de materia del medio y la liberación de energía, son dispositivos usados por las células para enfrentar las fluctuaciones del mundo que las rodea. Los organismos vivos son homeostáticos, de otra manera no podrían sobrevivir. Los organismos necesitan consumir energía para mantenerse estables, sólo manifiestan ligeras variaciones en comparación con el medio externo; si estas variaciones se intensifican, entonces se altera el equilibrio interno de la célula, si los mecanismos homeostáticos no logran estabilizarla, entonces el organismo se enferma y si esto se agudiza puede ocasionar la muerte (Álvarez *et al* ,2010).

Álvarez *et al* (2010), indican que los sistemas contribuyen al homeostasis, algunos de ellos son, los sistemas endocrino, respiratorio, nervioso, estos centros reguladores suelen ser parte de un sistema de retroalimentación, que controlan las condiciones homeostáticas de los organismos unicelulares y pluricelulares, los cambios que se dan en los organismos a diferentes niveles, son detectados y corregidos, los cambios están dados por los estímulos y los receptores son los encargados de detectar si se producen alteraciones en un sitio determinado del organismo, para así activar los mecanismos de retroalimentación.

La homeostasis se define como un proceso por el cual un organismo mantiene las condiciones internas constantes necesarias para la vida; que un organismo pueda sobrevivir debe ser, en parte, independiente de su medio; esta independencia está proporcionada por la homeostasis; en la actualidad, se aplica al conjunto de procesos que previenen fluctuaciones en la fisiología de organismo, e incluso se ha aplicado a la regulación de variaciones en los diversos ecosistemas o del universo como un todo; en los organismos vivos la homeostasis implica un consumo de energía necesaria para mantener una posición en un equilibrio dinámico; esto significa que, aunque las condiciones externas puedan estar sujetas continuamente a variaciones, los mecanismos homeostáticos aseguran que los efectos de estos cambios sobre los organismos sean mínimos. Si el equilibrio se altera y los mecanismos homeostáticos son incapaces de recuperarlo, entonces el organismo puede enfermar y con el tiempo morir (Losada *et al*, 1998).

La homeostasis es necesaria porque los organismos metabolizan moléculas de forma continua y originan productos de desecho potencialmente tóxico empleando sustancias importantes que es necesario reponer, además de esto, los organismos también precisan mantener un medio intracelular constante indiferente a los efectos que las variaciones originan en su medio externo (Losada *et al*, 1998).

- **Mecanismos homeostáticos.**

Losada *et al*, (1998) reporta que la homeostasis requiere que el organismo sea capaz de detectar la presencia de cambios en el medio y de controlarlos, una pequeña variación respecto al nivel establecido iniciará una respuesta homeostática que restituirá el estado deseado del medio; la cibernética, conocida también como teoría de control, es el estudio de los mecanismos homeostáticos.;

algunos mecanismos de la teoría de control son útiles para comprender los mecanismos homeostáticos.

Homeostasis a nivel celular presentan todos los organismos, ya que para poder vivir es necesario que los componentes de las células se mantengan en unas concentraciones más o menos uniformes; la membrana celular es responsable de controlar qué sustancias pueden entrar y cuáles deben abandonar la célula; debe existir la posibilidad de que los productos de desecho salgan de la célula para evitar que alcancen niveles tóxicos; también deben captarse sustancias esenciales para el metabolismo para ser utilizadas en la respiración, en los organismos unicelulares la homeostasis es más complicada, ya que el medio que los rodea puede cambiar de forma drástica en muchos sentidos; por el contrario, los organismos multicelulares facilitan la función de cada célula asegurando que el medio extracelular se mantenga gracias a la homeostasis, por lo que cada célula no estará expuesta a dichas grandes variaciones (Losada *et al*, 1998).

c. **Mecanismos homeostáticos en estructuras celulares de vegetales.**

Lorenzano (2010), indica que las estructuras y mecanismos en la fisiología vegetal se reconstruye sobre la teoría fisiológica, tomando como punto de partida las experiencias inaugurales realizadas por Claude Bernard y su ejemplar paradigmático concepto mediante una versión modificada de la concepción estructuralista de teorías, que la caracteriza por sus ejemplares, no por sus modelos, como ocurre en la visión standard; se mantiene la distinción estructuralista entre los elementos no teóricos y los teóricos, y se establecen las relaciones entre los distintos ejemplares de la fisiología y de éstos con otras teorías fisiológicas; posteriormente, como una consecuencia natural de la reconstrucción, se describen los mecanismos de la fisiología, una vía meta teórica de análisis planteada por algunos filósofos especialmente interesados en las disciplinas de la fisiología vegetal; se muestra luego de exponer esta posición

que se obtiene una mejor comprensión del conocimiento fisiológico en vegetales desde el análisis estructural de sus teorías, y que centrarse únicamente en la noción de mecanismo es innecesariamente limitante.

A fin de reconstruir la teoría fisiológica tomamos en cuenta las investigaciones pioneras caracterizamos para ello los ejemplares de la fisiología estableciendo su estructura y la posibilidad de extender esa estructura a otros ejemplares similares, en una suerte de nominalismo de semejanzas, que no prescinde, por cierto, de reconstruir (explicitar) los enunciados legaliformes (tácitos) que guían el proceder de los fisiólogos; posteriormente, al establecer las relaciones que hacen la mediación entre los ejemplares de la fisiología, y entre éstos y los ejemplares de otras teorías próximas, se advirtió que esos sistemas interrelacionados podían ser interpretados recurriendo a la noción de mecanismo; en realidad, se trata de una serie de mecanismos que siguen las pautas estructurales de la fisiología, al mantener y extender a otros parámetros la noción de equilibrio alrededor de valores considerados normales (Lorenzano, 2010).

Después de considerar las concepciones epistemológicas que presentan a los mecanismos como lo característico de la biología, mostramos que al no tomar en cuenta la noción de teoría para caracterizarlos, ni a las concepciones semánticas, no podían visualizar si forman familias de mecanismos similares, pertenecientes a alguna teoría en particular, o si se trata, como tienden a mostrar, de mecanismos aislados; tampoco pueden percibir, como lo hacemos nosotros, que todos ellos siguen las pautas estructurales estipuladas por la teoría fisiológica, esto es, aquellas que guían su funcionamiento; se trata de mecanismos integrados, tendientes a mantener un equilibrio interno en los organismos biológicos, y entre éstos y su medio externo (Lorenzano 2010).

Lorenzano (2010) , manifiesta que cuando añadamos que la estructura teórica de la fisiología posee una fertilidad que no se agota en la ciencia fisiológica, sino que se extiende a otras disciplinas, ya que reencontramos, y no casualmente, casi cien años después, en la cibernética, la noción de constantes reguladas por múltiples factores, influyéndose y determinándose mutuamente en su equilibrio, donde esta característica adquiere el nombre de retroalimentación, una conexión que no es arbitraria, si recordamos que constituye el núcleo de la propuesta de Arturo Rosembueth (1981), los creadores de la cibernética como disciplina científica, y que el último es un distinguido fisiólogo, que realizó, investigaciones fisiológicas acerca de la conducción de estímulos en tejidos vegetales, esta estructura teórica reaparece asimismo en la teoría general de sistemas, así como en la teoría regulacioncita (francesa) de la economía (Boyer, 1989), que se construye alrededor luego de que sus autores concuerrieran a conocer de primera mano el concepto de la homeostasis, es evidente, luego de este recorrido por la fisiología, su estructura, la noción de mecanismo enriquecida teóricamente, y su extensión a la cibernética y la economía, que la filosofía en la fisiología tiene mucho que decir a la filosofía de la ciencia, de hecho, lo está y lo seguirá haciendo.

Morales (2012), en su estudio de la homeostasis de Zn y Cd en plantas superiores; en el estudio de la homeostasis de nutrientes en plantas trata de entender los procesos de adquisición, transporte y distribución de los nutrientes esenciales, y los mecanismos que se utilizan para mantener la concentración necesaria de esos nutrientes en el organismo para un correcto funcionamiento, evitando una acumulación excesiva que lo dañe, el Zn es un elemento esencial tanto para las plantas como para animales, sin embargo, en exceso provoca alteraciones en procesos esenciales para el desarrollo del organismo; el Cd es un metal pesado sin ninguna función biológica y, por tanto, tóxico incluso a bajas concentraciones, pero, al tener unas características físico-químicas parecidas a otros metales esenciales, la planta lo absorbe por los mismos canales llegando a

interferir con la entrada, transporte y utilización de varios macro y micro elementos.

De hecho, la similitud entre el Zn y el Cd hace que los síntomas de toxicidad observados en las plantas sean comunes; se reduce la biomasa en general, se detiene la elongación de las raíces principales y se oscurecen, se desarrollan raíces o pelos secundarios, se observa clorosis en las hojas jóvenes y pueden llegar a necrosar en casos extremos; internamente, como respuesta a la exposición a metales pesados, la relación clorofila/carotenoides disminuye, se reduce la apertura estomática, la fotosíntesis y la transpiración, y aumenta la concentración de nicotianamina y glutatión (GSH); la toxicidad por metales pesados se debe en parte al estrés oxidativo producido por las especies reactivas de oxígeno (ROS), generadas a través de diferentes mecanismos dependiendo del metal de que se trate (Morales, 2012).

El Zn^{2+} y el Cd^{2+} no experimentan cambios redox, pero pueden actuar como pro oxidantes a través de la reducción del contenido de GSH, necesario para la síntesis de fitoquelatinas, disminuyendo así su disponibilidad para la defensa antioxidante; así se produce también per oxidación lipídica y daños en las proteínas por formación de grupos carbonilo; las plantas son la base de la cadena alimentaria y de ahí la importancia de conocer cuáles son los mecanismos de toxicidad del metal en la planta, así como los mecanismos de defensa de la misma. La contaminación ambiental por Zn y Cd ha aumentado como consecuencia del incremento de la actividad industrial del último siglo; así, los altos niveles de estos metales encontrados en suelos, aguas de riego y fertilizantes agrícolas suponen un peligro por su carácter no biodegradable, la toxicidad que ejercen sobre los diferentes cultivos y su biodisponibilidad; la sensibilidad de los cultivos a la presencia de los metales pesados es muy variable, así como la tendencia a acumular los mismos en partes que luego pasen al consumo animal o humano; a pesar de los avances realizados durante las

últimas décadas en este tema, casi toda la información que tenemos proviene de estudios realizados en plantas híper acumuladoras, y aún es muy poco lo que se conoce de la fisiología de especies de interés agronómico sometidas a estrés por metales pesados (Morales, 2012).

Morales, (2012).en su estudio llego a las conclusiones siguientes:

- Concentraciones elevadas de Zn añadido en forma de sal en solución nutritiva reducen el crecimiento, la tasa fotosintética y la transpiración de plantas de remolacha.
- La remolacha es una especie tolerante al exceso de Zn. Es capaz de transportar y almacenar el metal en la parte aérea pero mantiene una concentración de Zn en hoja constante frente al aumento de metal en solución, posiblemente gracias a mecanismos de exclusión en la raíz.
- Las plantas de remolacha cultivadas con un exceso moderado de Zn, exhiben síntomas de una deficiencia moderada de Fe. Si bien la toma y transporte vía xilema del Fe no se ven afectados, su concentración en hoja se reduce a la mitad, indicando un posible mecanismo de competición en la descarga a hoja entre ambos metales.
- A concentraciones elevadas de Zn, las plantas de remolacha no presentan clorosis, sino que muestran una fuerte reducción del crecimiento y de la tasa fotosintética. La tasa de respiración se dobla, probablemente para aumentar la capacidad de la compartimentación/exclusión del metal.
- En remolacha, la principal limitación de la fotosíntesis en condiciones de elevado exceso de Zn es la reducción de las conductancias estomática y del mesófilo. En estas condiciones los cambios fisiológicos en los estomas y la estructura interna del mesófilo dificultan la difusión del CO₂.
- El tomate es una especie sensible a la toxicidad de Cd. En plantas cultivadas con bajas concentraciones de Cd la estrategia de detoxificación consiste en la acumulación de Cd en las raíces, mientras que a concentraciones

altas se produce una movilización masiva de Cd a las hojas. El exceso de Cd disminuye el crecimiento y la tasa fotosintética.

- El exceso de Cd en tomate altera la homeostasis de otros nutrientes, interfiriendo el paso de Fe a la xilema y facilitando el de Zn.
- Tanto la toxicidad de Zn en remolacha como la de Cd en tomate provocan un aumento de la fijación anaplerótica de C en la raíz en forma de ácidos orgánicos, que tiende a compensar la carencia de esqueletos carbonados asociada con la disminución de la fotosíntesis.
- En ambas especies, la toxicidad de Zn y la de Cd aumentan la actividad del ciclo de Krebs y la respiración, aumentando la disponibilidad de poder reductor para hacer frente al exceso de metal y los daños oxidativos producidos en la célula.
- Se han definido las condiciones óptimas de toxicidad de Cd y Zn en tomate y remolacha que permiten obtener xilema en concentraciones adecuadas para abordar la especiación de estos elementos en dicho compartimento.

Avello & Suwalsky (2006), indican en la última década se han acumulado evidencias que permiten afirmar que los radicales libres y el conjunto de especies reactivas que se les asocian juegan un papel central en nuestro equilibrio homeostático. Las reacciones químicas de los radicales libres se dan constantemente en las células de nuestro cuerpo y son necesarias para la salud, pero el proceso debe ser controlado con una adecuada protección antioxidante. Entre los antioxidantes que se ingieren por la dieta destacan las vitaminas y los compuestos fenólicos que por diversos mecanismos neutralizan especies radicalarias; estas especies pueden encontrarse en el plasma sanguíneo, el que puede estabilizar especies reactivas del oxígeno, previniendo reacciones que pueden generar especies aún más nocivas; es de especial importancia su consumo moderado a través de la dieta y evitar los factores de riesgo que inducen reacciones oxidativas en nuestro organismo.

Especies reactivas del oxígeno (ERO) es el término que se aplica colectivamente a las moléculas radicales y no radicales que son agentes oxidantes y/o son fácilmente convertidos a radicales; en la última década se han acumulado evidencias que permiten afirmar que los radicales libres y el conjunto de especies reactivas que se les asocian juegan un papel central en el equilibrio homeostático, que es el normal funcionamiento de los mecanismos de regulación que conservan el estado normal fisiológico de los vegetales cortados muchos los procesos fisiopatológicos causados por estas especies tales como los mecanismos patogénicos al ser expuestos al contacto con el oxígeno activando las enzimas poli fenol oxidasas, constituyendo un mecanismo de defensa del organismo frente a estos agresores (Avello & Suwalswky, 2006).

Avello & Suwalswky (2006), indican que cuando el aumento del contenido intracelular de ERO sobrepasa las defensas antioxidantes de la célula se produce el estrés oxidativo, a través del cual se induce daño a moléculas biológicas como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, pero en tejidos vegetales fundamentalmente se acelera la producción de etileno, presentándose el estrés oxidativo en diversos estados patológicos en los cuales se altera la funcionalidad celular, contribuyendo o retroalimentando el desarrollo degenerativas como el aumento de azúcares reductores, la pérdida de peso y textura.

El oxígeno es una molécula básicamente oxidante, hasta el punto que en las células que lo utilizan para su metabolismo es el principal responsable de la producción de especies reactivas del oxígeno (ERO); sin embargo, no todas las especies oxidantes tienen un origen endógeno; la existencia de factores exógenos, como la radiación solar, toxinas fúngicas, pesticidas o xenobióticos, pueden incrementar su nivel; en condiciones normales, las células metabolizan la mayor parte del oxígeno (O_2) con la formación de agua sin formación de intermediarios tóxicos, mientras que un pequeño porcentaje (en torno al 5%) forman tres intermediarios altamente tóxicos, dos de los cuales son literalmente

radicales libres (el anión súper óxido y el hidroxilo); en situaciones en las que exista una mayor actividad metabólica (etapas del crecimiento, desarrollos activos o procesos inflamatorios) ocurre una mayor demanda tisular de O_2 y parte de él se metaboliza, generándose un alto número de sustancias oxidantes (Avello & Suwalswky, 2006).

La segunda gran fuente de ERO también es endógena y está constituida por el metabolismo de las células defensivas tales como los polimorfo nucleares, los monocitos sensibilizados, los macrófagos y los eosinófilos; para que éstas puedan cumplir su misión, están dotadas de diversas proteínas, así como de vías metabólicas que generan varias especies químicamente agresivas como peróxido de hidrógeno, radicales su peróxido e hidroxilo, cuyo fin último es lesionar y destruir elementos extraños; en condiciones normales estas especies reactivas son producidas y utilizadas en compartimentos celulares como los lisosomas que, aunque en el interior de los fagocitos, no tienen por qué dañar a las células siempre y cuando los mecanismos antioxidantes de éstas funcionen adecuadamente (Avello & Suwalswky, 2006).

Los oxidantes pueden también proceder del exterior, bien sea directamente o como consecuencia del metabolismo de ciertas sustancias; algunos ejemplos lo constituyen la contaminación ambiental, la luz solar, las radiaciones ionizantes, una concentración de oxígeno demasiado elevada, los pesticidas, metales pesados, la acción de ciertos xenobióticos (cloroformo, paracetamol, etanol, tetracloruro de carbono, violeta de genciana) o el humo, sin embargo el papel de los radicales libres no ha de ser abordado sólo desde una perspectiva negativa o patológica; estos compuestos cumplen también una función fisiológica al participar, en condiciones normales, en la defensa frente a las infecciones, en el metabolismo normal, en la fagocitosis (Avello & Suwalswky, 2006).

La capacidad antioxidante celular está dada por mecanismos a través de los cuales la célula anula la reactividad y/o inhibe la generación de radicales libres, estos mecanismos son adecuados a la muy corta vida media de los radicales libres y comprenden moléculas pequeñas, endógenas y exógenas con capacidad antioxidante; los antioxidantes exógenos provienen de las soluciones de conservación natural y dentro de este grupo se incluyen la vitamina E, la vitamina C y los carotenoides; la vitamina C constituye el antioxidante hidrosoluble más abundante en las soluciones isotónicas, la vitamina C por su hidro solubilidad (Avello & Suwalswky, 2006).

Gonzales & Mendoza (2008), indican que las plantas presentan una serie de mecanismos celulares que pueden estar participando en la tolerancia a elementos potencialmente tóxicos, estos mecanismos consisten en la formación de micorrizas, el secuestro del metal en la pared celular de la planta, así como la precipitación con exudados radicales, la reducción de la absorción del metal por la membrana plasmática y la quelación del metal en el citosol por fitoquelatinas, metalotioneinas, histidina y prolina en forma libre; asimismo, pueden involucrar el secuestro del metal en vacuolas mediante transportadores específicos localizados en el tono plasto; esta revisión ofrece una descripción de la participación de cada uno de los mecanismos de tolerancia en las plantas a metales potencialmente tóxicos.

El incremento de residuos con elementos potencialmente tóxicos en el ambiente es un factor importante que ha ocasionado que las plantas desarrollen de una forma más rápida una amplia gama de mecanismos para poder crecer en ambientes con elevadas concentraciones de elementos esenciales y no esenciales, la prevalencia de un mecanismo u otro en la planta aún no está del todo comprendido; por lo tanto, es necesario que en el futuro se lleven a cabo estudios que involucren la aplicación de herramientas moleculares y bioquímicas, así como de plantas modelo como *Arabidopsis* o *Thlaspi caeroleus*,

con el fin de entender con mayor claridad el modo de acción de los mecanismos de tolerancia en el mantenimiento homeostático de la célula vegetal, en esta revisión se muestra la importancia de conocer las bases bioquímicas y moleculares de los diferentes mecanismos de tolerancia que las plantas han desarrollado para sobrevivir en ambientes con elevadas concentraciones de elementos potencialmente tóxicos, este tipo de conocimiento permitirá proponer soluciones a los problemas de la contaminación y la posibilidad de recuperación de los diferentes ecosistemas impactados por metales (Gonzales & Mendoza, 2008).

Kader (1992), indica que la frutas y verduras son tejidos vivos sujetos a cambios continuos después de la cosecha, que algunos de estos cambios son deseables, la mayoría de ellos. desde el punto de vista del consumidor, no lo son; los cambios post cosecha en productos frescos no pueden ser detenidos, pero pueden ser desacelerados dentro de ciertos límites; la senescencia es la etapa final del desarrollo de los órganos vegetales, durante el cual una serie de cambios irreversibles que conducen a la desintegración y muerte de las células; los productos hortofrutícolas frescos varían en su estructura morfológica (raíces, tallos, hojas, flores, frutos, etc.), en su composición y en su fisiología general; por lo tanto los requerimientos y recomendaciones generales para maximizar la vida post cosecha varían entre los productos; todos los productos hortofrutícolas frescos tienen un alto contenido de agua, y por lo cual están sujetos a la deshidratación (marchitamiento, arrugamiento) y a daños mecánicos, estos son de igual manera susceptibles a los ataques de bacterias y hongos, dando como resultado un deterioro patológico.

Kader (1992), indica que los factores biológicos involucrados en el deterioro de frutas frescas y mínimamente procesadas depende fundamentalmente de la respiración que es el proceso mediante el cual reservas orgánicas (carbohidratos, proteínas, grasas) son degradados a productos finales simples con una liberación

de energía; el oxígeno (O_2) es usado y el bióxido de carbono (CO_2) es producido en este proceso; la pérdida de las reservas de material orgánico en el producto durante la respiración significa:

- Una aceleración de la senescencia conforme las reservas que mantienen vivo al producto se agotan.
- Una reducción en el valor nutritivo (valor energético) para el consumidor.
- Pérdida en la calidad de sabor, especialmente la dulzura.
- Pérdida del peso seco vendible (especialmente importante para productos destinados a la deshidratación).
- El aumento significativo del contenido de azúcares reductores por la acción de las enzimas activadas por el oxígeno exterior de la pulpa.
- La energía liberada como calor, conocida como calor vital, afecta las consideraciones en el uso

La energía liberada como calor, conocida como calor vital, afecta las consideraciones en el uso de tecnología post cosecha, así como las estimaciones de los requerimientos de enfriamiento y ventilación; la tasa de deterioro (percebilidad) de productos cosechados es generalmente proporcional a la tasa respiratoria; los productos hortícolas son clasificados de acuerdo a su velocidad de respiración cuando están sometidos a cortes o después de su retiro de la planta en la tabla 2 se reporta los valores; basados en su respiración y producción de etileno durante los tratamientos post cosecha y mínimo procesamiento las frutas mínimamente procesadas muestran un fuerte aumento en la producción de CO_2 y Etileno, los cuales coinciden con el proceso de deterioro (Kader, 1992).

Tabla 2. Clasificación de productos hortofrutícolas mínimamente procesadas de acuerdo a sus tasas de respiración.

Clase de respiración mínimamente procesada	Rango a 5°C * (mg CO ₂ /kg-h)	Productos
Muy baja		Nueces, dátiles, frutas y hortalizas secas
Baja	5-10	Manzana, cítricos, uva, kiwi, ajo, cebolla, papa (madura), camote, betabel, apio, arándano, melón honeydew, papaya, persimonio, piña, sandía
Moderada	10-20	Chabacano, banana, cereza, durazno, nectarina, pera, ciruela, higo, col, zanahoria (sin hojas), lechuga "iceberg", pimiento, tomate, papa (inmadura), pepino, aceituna, rábano (sin hojas), calabacita, arándano azul, melón cantalup, celeriac, mango
Alta	20-40	Fresa, zarzamora, frambuesa, coliflor, zanahoria (con hojas), poro, aguacate, lechugas, fríjol lima, rábano (con hojas)
Muy Alta	40-60	Alcachofa, Germinados, Brócoli, Col de Bruselas, flores cortados, cebollín, oca, ejote, endivia, berro, col de hoja
Extrademente Alta	>60	Espárragos, champiñón, perejil, chícharo, espinaca, maíz dulce

*Calor vital (BTU/ton/24 horas) = mg CO₂/kg-h x 220.

Calor vital (Kcal/1000 kg/24 horas) = mg CO₂/kg-h x 61.2.

Fuente: Kader, (1992), Biología y tecnología de la post cosecha.

d. Cambios en frutas cortadas y empacadas.

Según Rangel & López (2012), las frutas tropicales frescas cortadas forman parte de los alimentos mínimamente procesados, siendo susceptibles a disminuir su calidad y valor nutricional durante su preparación y almacenamiento. El empacado en atmósfera modificada y en soluciones isotónicas así como atmosferas controladas en refrigeración, ofrece la posibilidad de extender la vida de anaquel de este tipo de productos, dado que se puede generar una atmósfera diferente a la normal al disminuir la concentración de oxígeno y aumentar la concentración de dióxido de carbono, afectando la velocidad de respiración del fruto. La adecuada temperatura y composición gaseosa provistas, ayudan

a mantener la apariencia, textura, compuestos bioactivos, calidad sensorial y estabilidad microbiológica de las frutas tropicales.

Los principales cambios químicos, fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de las frutas tropicales frescas cortadas y empacadas en atmósfera modificada o en soluciones isotónicas durante su almacenamiento en refrigeración se observó que estos sistemas de conservación es una tecnología que permite extender la vida de anaquel de las frutas frescas cortadas, porque conserva los principales componentes bioactivos (ácido ascórbico, carotenoides entre otros), además de mantener las características físicas, aceptabilidad sensorial y estabilidad microbiológica de las frutas tropicales frescas cortadas. Principalmente, los sistemas de empacados en atmosferas modificadas y en soluciones isotónicas, se caracterizan por ser inocua al ser humano, debido a que las condiciones atmosféricas se restablecen al abrir el empaque y en las soluciones isotónicas mantiene el grado de difusión interna entre la pulpas y las soluciones ya que estas mantiene la misma concentración inicial de la frutas cortadas, al mismo tiempo, el dióxido de carbono tiene un efecto inhibitorio sobre la respuesta de los microorganismos. Por lo anterior, estos sistemas son una alternativa idónea que permite extender la calidad de las frutas tropicales frescas cortadas, y conjuntamente puede combinarse con recubrimientos comestibles, que combinados contribuirán a una mayor estabilidad del alimento (Rangel & López, 2012).

Es importante mencionar que una inadecuado manejo de los parámetros de conservación en atmósfera modificada y soluciones isotónicas ya pueden causar desordenes fisiológicos y procesos fermentativos, logrando incrementar el riesgo de una contaminación microbiana por un mal manejo de la temperatura y humedad relativa del medio que rodea al fruto empacado; por lo tanto, es relevante conocer la velocidad de respiración del fruto, así como realizar una adecuada selección del tipo de empaque, la concentración adecuada de la solución isotónica o la atmósfera a emplear con la finalidad de mantener los atributos físicos y nutricionales del producto (Rangel & López, 2012).

2.3.2. Marco legal.

2.3.2.1. Características de calidad.

a. Características microbiológicas.

Según la norma de la (RM N° 615-2003 SA/DM) norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano en el rubro de frutas y hortalizas que se indica en el cuadro siguiente, que indica los valores microbiológicos que deben presentar los productos mínimamente procesado.

Tabla 03. Norma de calidad microbiológica para frutas desinfectadas y peladas.

14. FRUTAS, HORTALIZAS, FRUTOS SECOS Y SIMILARES.						
14.1 Frutas y hortalizas frescas. (sin ningún tratamiento)						
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	-----
14.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas), refrigeradas y/o congeladas.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	1	3	5	3	10^4	10^5
<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	-----

Fuente: RM N°615 SA/DM (2003)

b. Características fisicoquímicas.

Las principales características fisicoquímicas las frutas mínimamente procesadas según Gutierrez *et al.*, (2008), se reportan en el cuadro siguiente.

Tabla 04. Características fisicoquímicas de la fruta mínimamente procesada del durazno.

Propiedad	Media
Agua (%)	85,58
Materia seca (%)	14,5
Sólidos solubles (°Brix)	11,461
Acidez titulable (%)*	0,45
pH	3,8
Índice de madures**	26,17
Azucares reductores (%)	2,47

*Expresado en ácido málico --- ** Relación entre Solidos solubles/Acidez titulable

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

2.4. Hipótesis.

2.4.1. Hipótesis general.

H: La estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada con el uso de soluciones isotónicas de sacarosa con ácido ascórbico con el empleo de pulsaciones de vacío permite su conservación y prolongación de su tiempo de vida útil.

2.4.2. Hipótesis específicas.

H₁: El efecto de la solución isotónica de azúcar con ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa de respiración, peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azucares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5°C y

85 % de humedad relativa, facilitan el proceso de conservación y prolongación de su tiempo de vida útil.

H₂: La solución isotónica de sacarosa con ácido ascórbico adecuada y la pulsación de vacío permiten estabilizar y prolongar la vida útil de la pulpa de durazno mínimamente procesada sin el uso de altas temperaturas.

H₃: Los cambios micro estructural de la pulpa de durazno mínimamente procesada durante el almacenamiento provocado por el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5 ° C y 85 % de humedad relativa son iguales a la pulpa de durazno fresco.

H₄: El efecto de la aplicación de las soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico y pulsaciones de vacío sobre los parámetros de calidad sensorial: color, aroma, sabor de la pulpa de durazno mínimamente procesada almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa, son iguales a la pulpa de durazno fresco.

2.4.3. Variables e indicadores.

a. Variables independientes.

- Soluciones Isotónicas sacarosa con ácido ascórbico: 12, 13, 14 grados Brix.
- Pulsos de vacío: 400, 200, 100 mm Hg.
- Temperatura de almacenamiento: 5°C. (*)
- Humedad relativa: 85%. (*)

(*): Se realizaron al mejor tratamiento en su almacenamiento

b. Variables dependientes.

- Pérdida de peso de la pulpa de durazno.
- Tasa de respiración. (*)
- Firmeza de la pulpa. (*)
- pH(*)
- Acidez titulable. (*)
- Azúcares reductores. (*)
- Carga Microbiana
- Color(*)
- Sabor (*)
- Aroma(*)
- Carga microbiana final(*)

(*): Se realizaron al mejor tratamiento en su almacenamiento

CAPÍTULO III: MÉTODO.

3.1. Tipo de investigación.

La investigación se realizó mediante el estudio explicativo con metodología cuantitativa y cualitativa.

3.2. Diseño de la Investigación.

El trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo – Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias (UNASAM – FIIA) en el departamento de Ancash en la provincia de Huaraz, en las instalaciones de los laboratorios especializados de la facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias en los ambientes y en los laboratorios de control de calidad de la UNASAM - FIIA; los tratamientos se diseñaron en función de las variables independientes a fin de observar y cuantificar en los valores de las variables dependientes para ser tratadas y valoradas estadísticamente mediante la estadística normal; se usaron técnicas de las medidas de tendencia central y de los estudios de las combinaciones de los tratamientos que permitieron evaluar y comprobar las hipótesis planteadas y se sometieron las variables respuestas a una optimización mediante el método de superficies de respuesta; y se establecieron los tiempos de vida útil de los tratamientos.

3.2.1. Materia prima e insumos.

a. Materia prima.

Se usará, durazno de la variedad blanquillo; proveniente del Callejón de Huaylas recolectadas de los productores de Carhuaz.

b. Insumos.

- Agua ozonificada.

- Agua tratada
- Soluciones isotónicas de sacarosa y ácido ascórbico.
- Ácido ascórbico
- Empaque para frutas tipo PET
- Empaque para frutas
- Medio de cultivos para análisis microbiológico
- Medios de cultivos de análisis rápidos microbiológicos
- Policel comercial: Impermeable al vapor de agua y al oxígeno.

c. Equipos y Materiales.

• Equipos.

- Equipo de mínimo procesamiento
- Empacadoras al vacío
- Penetrómetro ADJST- (Kg/cm²)
- Equipo de baño maría marca BIOTRON rango de medición 20 - 800° C- España.
- Estufa, marca MERMMERT - USA, rango de funcionamiento: 0- 250°C.
- Balanza analítica marca SARTORIUS, Capacidad: 160 g sensibilidad: + 0,0001 g.
- Balanza comercial marca DELTA capacidad 20 Kg.
- Muestreador Automático modelo LC Series 200.
- Micro pipetas PERKJ ELMER
- Equipos de titulación.
- Campanas desecadoras.
- Refractómetro manual marca Kruss rango 1,333 a 1,520
- Termómetros rango - 20 a 110°C
- Cronometro.
- Pie de rey.
- Potenciómetro, modelo 60 Marca TOLEDO rango de medición: 0 - 14
- Sacabocados de acero inoxidable.

- Morteros Pírex.
- Cocinas de gas.
- Mesa de proceso de acero inoxidable.
- Equipos de determinación Microbiológica
- Incubadora. (MICROKIT 500 × 595)
- Horno esterilizador, 500 × 374 marca Memmert, alemán.
- Autoclave, Autoclave de laboratorio / de vapor / vertical / semiautomático - Uniclave 77; alemana
- Balanza mecánica Harvard-Bascula – Mecánica – Ohau, capacidad 15 kilogramos.
- Mecheros de gas.
- Espátulas y utensilios estériles.

d. Métodos de Análisis.

- **Humedad.**

El método a usarse será por desecación a la estufa según AOAC, (1999) basado en la pérdida de peso que sufre la muestra a los 105°C hasta obtener un peso constante.

- **Sólidos Solubles.**

Método AOAC, (1999), lectura directa del refractómetro a 25°C.

- **pH.**

Método AOAC, (1999), uso de potenciómetro a temperatura ambiente.

- **Acidez Titulable.**

Método recomendado por ITINTEC NORMA 203.105., (1986)

▪ **Textura.**

Método del penetrómetro es un medidor de dureza para el control de la madurez de la fruta y su textura el uso del Penetrómetro (Fruit tester) que permite medir la consistencia de la pulpa de la fruta.

Precisión: +/- 1% de la escala total a temperatura de 20°C.

Accesorios incluidos: Puntas, lámina de corte y cuchillo, todo en acero inoxidable.

Lectura del índice en Kgf /mm de deformación.

▪ **Determinación de la tasa de respiración**

Se realiza mediante un respirometro como se indica en el Anexo 1 se usa el método recomendado por Rangel & López (2012), que consiste en usar soluciones de KOH al 9% en trampas y trampas de Ba (OH)₂ con barridos de 10 minutos para titular con solución de ácido oxálico y remplazar los gastos en la ecuación siguiente:

$$IR = \frac{(Vb - Vm) \times N \times 22 \times 60}{W \times t}$$

Dónde:

IR= Intensidad respiratoria (ml CO₂/Kg .h)

Vb = Volumen de ácido oxálico para titular el blanco (ml)

Vm = Volumen de ácido oxálico para titular el blanco (ml)

N= Normalidad del ácido oxálico (meq/l)

W= Peso de la pulpas cortadas.

t= Tiempo de barrido en min

60= Factor de conversión para el tiempo (min/h)

22= Peso mili equivalente del CO₂ (g/meq).

Para su reporte en kcal/ton/día se multiplica con el factor: 122.

▪ **Determinación Microbiológica**

Se realizará la preparación y dilución de la pulpa conservada, se evaluará los siguientes microorganismos.

Recuento de mesófilos aerobios viables, Método recomendado por AOAC. Oficial Method 966.23.c

Método de recuento en placa, Método recomendado ISO 4832: 2006

Determinación de Coliformes fecales ISO 4832: 2006

Determinación de Hongos y Levaduras Método recomendado por ISO 7954:1987.

3.3. Estrategia de la prueba de hipótesis.

En la investigación se trabajó con el siguiente procedimiento que se describe a continuación (Córdova, 2009):

Formular la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis Alternativa (H_1)

$$H_0: \mu = \mu_0$$

$$H_1: \mu \neq \mu_0$$

Se emplearon las hipótesis de investigación frente a las hipótesis nulas enunciadas seguidamente para las pruebas normales como se indican seguidamente:

a. Hipótesis General.

H_i: La estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada con el uso de soluciones isotónicas de sacarosa con ácido ascórbico con el empleo de pulsaciones de vacío permite su conservación y prolongación de su tiempo de vida útil.

H₀: La estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada con el uso de soluciones isotónicas de sacarosa con ácido ascórbico con el empleo de pulsaciones de vacío no permite su conservación y prolongación de su tiempo de vida útil.

b. Hipótesis específicas.

H₁: El efecto de la solución isotónica de azúcar con ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa de respiración, peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azúcares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa, facilitan el proceso de conservación y prolongación de su tiempo de vida útil.

H₀: El efecto de la solución isotónica de azúcar con ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa de respiración, peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azúcares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa, no facilitan el proceso de conservación y prolongación de su tiempo de vida útil.

H₂: La solución isotónica de sacarosa con ácido ascórbico adecuada y la pulsación de vacío permiten estabilizar y prolongar la vida útil de la pulpa de durazno mínimamente procesada sin el uso de altas temperaturas.

H₀: La solución isotónica de sacarosa con ácido ascórbico adecuada y la pulsación de vacío no permiten estabilizar y prolongar la vida útil de la pulpa de durazno mínimamente procesada sin el uso de altas temperaturas.

H₃: Los cambios micro estructural de la pulpa de durazno mínimamente procesada durante el almacenamiento provocado por el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5 ° C y 85 % de humedad relativa son iguales a la pulpa de durazno fresco.

H₀: Los cambios micro estructural de la pulpa de durazno mínimamente procesada durante el almacenamiento provocado por el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5 ° C y 85 % de humedad relativa no son iguales a la pulpa de durazno fresco.

H₄: El efecto de la aplicación de las soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico y pulsaciones de vacío sobre los parámetros de calidad sensorial: color, aroma, sabor de la pulpa de durazno mínimamente procesada almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa, son iguales a la pulpa de durazno fresco.

H₀: El efecto de la aplicación de las soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico y pulsaciones de vacío sobre los parámetros de calidad sensorial: color, aroma, sabor de la pulpa de durazno mínimamente procesada almacenada

en envases de PET y conservada en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa, no son iguales a la pulpa de durazno fresco.

3.4. Variables.

Las variables usadas en la investigación se establecieron como variables independientes y variables dependientes como se indica seguidamente.

a. Variables independientes.

- Soluciones Isotónicas sacarosa con ácido ascórbico: 12, 13, 14 grados Brix.
- Pulsos de vacío: 400, 200, 100 mm Hg.
- Temperatura de almacenamiento: 5°C. (*)
- Humedad relativa: 85%.(*)

(*): Se realizaron al mejor tratamiento en su almacenamiento

b. Variables dependientes.

- Pérdida de peso de la pulpa de durazno.
- Tasa de respiración. (*)
- Firmeza de la pulpa. (*)
- pH (*)
- Acidez titulable. (*)
- Azúcar reductor. (*)
- Carga Microbiana
- Color (*)
- Sabor (*)
- Aroma(*)
- Carga microbiana final (*)

(*): Se realizaron al mejor tratamiento en su almacenamiento

3.5. Población.

La población estuvo conformada por las frutas de duraznos producidos, en las zonas del Callejón de Huaylas, los frutos serán muestreados seleccionados, higienizados y acondicionados, previo la realización de los tratamientos térmicos.

3.6. Muestra.

Las muestras o unidad de análisis están conformadas por las unidades de durazno; se determina la cantidad de unidades a evaluar mediante la siguiente ecuación:

Dónde:

$$\sigma = 0,216$$

$$Z = 1,96$$

$$e = 0,05$$

$$n = \frac{\sigma^2 xz^2}{e^2} \qquad n = \frac{(0.216)^2 x(1.96)^2}{(0.05)^2} = 71.69 = 72$$

3.7. Técnicas de investigación.

3.7.1. Instrumentos y fuentes de recolección de datos

La recolección de datos se realizó a través de los resultados obtenidos de cada uno de los tratamientos obtenidos empíricamente y se tomaron los datos de las variables independientes y las respuestas de las variables dependientes, la cuantificación de sus valores de las unidades se tomaron en el sistema internacional (SI).

Los instrumentos de investigación se detallaron en los cuadros de resultados para las variables independientes y dependientes y sus respectivas unidades en el sistema internacional.

3.7.2. Validación de los instrumentos por juicio de expertos.

Los métodos usados en los tratamientos empíricos son metodologías validadas por sus autores y por investigaciones indexadas y fueron usados y se reportan seguidamente.

- Método A.O.A.C. (1999).
- Método A.O.A.C. (1999).
- ITINTEC NORMA 203.105., (1986)
- Método recomendado por AOAC. Oficial Method 966.23.c
- Método de recuento en placa, Método recomendado ISO 4832 : 2006
- Determinación de Coliformes fecales (PETRILIMTM) Método recomendado por AOAC (2012) Oficial Method 991.14
- Determinación de Hongos y Levaduras Método recomendado por ISO 7954:1987.

3.7.3. Técnicas de procesamiento de datos

La recopilación de los datos se realizó mediante matrices tabuladas en el marco de un diseño factorial con tres repeticiones como se indica en la cuadro 5, generándose 36 tratamientos los que serán tratados mediante el programa Statgraphics Centurión XV para los análisis de variancia y las ecuaciones de optimización mediante superficie de respuestas con las variables respuestas del diseño del estudio.

Tabla 05. Diseño experimental de la investigación

Operaciones					
Recepción del frutos	Selección y/o Clasificación	Lavado y Desinfección	Pelado Químico y trozado minimamente procesado	Tratamiento con soluciones isotónicas y vacío	Almacenamiento 5°C y 85 % HR
				400 mm Hg x 10 min	
				200 mm Hg x 10 min	
				100 mm Hg x 10 min	
		03:01 Agua ozonificada de 15 ppm	2% soda x 85°C Neutralizado con 5% de ácido ascorbico Temperatura de 5°C		5°C y 85 % HR
Controles					
Peso	Peso		Peso	Variables independientes: 12 - 13 - 14 ° Brix ,	Perdida de peso - Tasa
Medidas Biométricas	Indice de madurez	Carga microbiana	Firmeza de pulpa	pulsosde vacío . 400 - 200 - 100 mm Hg con 10	de respiración - firmrsa de la pulpa - pH - °BRIX
Ácidoz titulable			Tasa de respiración	minutos a una temperatura de 5°C y 85% HR	Ácidoz titulable - Azúcares reductores -
Azúcares reductores			pH	Variables dependientes. Perdida de peso - Tasa	Carga microbiana ufc/g - color - sabor - aroma
°Brix			°Brix	de respiración - firmrsa de la pulpa - pH - °BRIX	en pruebas de preferencias pareadas
Indice de madurez			Ácidoz titulable	Ácidoz titulable - Azúcares reductores -	
pH			Azúcares reductores	Carga microbiana ufc/g - color - sabor - aroma	
Sanidad			Actividad	en pruebas de preferencias pareadas	
Color - sabor - aroma			polifenol oxidasa		
Tasa de respiración					

Es un diseño factorial de 3 x 2 x 2 x 3 con tres repeticiones = 36 tratamientos.

3.7.4. Técnicas de análisis e interpretación de la información.

a. Tratamiento estadístico

Para efectos de tratamiento estadístico, se consideran las siguientes, medidas de tendencia Central:

- **Media:** se define como el promedio aritmético de una disolución, se simboliza como \bar{X} , y es la suma de todos los valores dividida entre el número de casos. Es una medida aplicable solamente a mediciones por intervalos o de razón. Sampieri (2006, p.293).

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n F X_i$$

Dónde: i es la variable entera que toma valores desde $i = 1$ hasta $i = n$.

F = frecuencia

- **Moda:** es la categoría o puntuación que ocurre con mayor frecuencia, se utiliza con cualquier nivel de medición. se simboliza como M_o . Es un valor central. Sampieri (2006, p. 292).
- **Mediana (M_d):** es el valor que divide la distribución por la mitad, esto es, la mitad de los casos caen por debajo de la mediana y la otra mitad se ubican por encima de ésta. La mediana refleja la posición intermedia de la distribución. Sampieri (2006, p. 292).

$$M_d = \frac{N + 1}{2}$$

Dónde: N = número de muestras

Medidas de dispersión:

Desviación estándar o típica. Es el promedio de desviación de las puntuaciones con respecto a la media. Esta medida se expresa en las unidades originales de medición de la distribución. Se interpreta en relación con la media. Cuanto mayor sea la dispersión de los datos alrededor de la media, mayor será la desviación estándar. Se simboliza con: S o la sigma minúscula σ , o bien mediante la abreviatura de Sampieri (2006).

Formula de la desviación estándar de la población

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}}$$

Formula de la desviación estándar muestral

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Varianza: es la desviación estándar elevada al cuadrado y se simboliza S^2

Es un concepto estadístico muy importante, ya que muchas de las pruebas cuantitativas se fundamentan en este valor Sampieri (2006).

b. Pruebas estadísticas.

La prueba de normalidad se utiliza para determinar si un conjunto de datos está bien modelada por una distribución normal o no, o para calcular la probabilidad de una variable aleatoria de fondo es que se distribuye normalmente.

La Prueba de normalidad genera una gráfica de probabilidad normal y realiza una prueba de hipótesis para examinar si las observaciones siguen o no una distribución normal. Algunos procedimientos estadísticos, como una prueba t o Z, presuponen que las muestras provienen de una distribución normal. (Toledo, 2011).

Toda inferencia estadística que se desee realizar con muestras pequeñas tiene más validez si se hace con la distribución T-Student. (Córdova, 2009).

▪ **Prueba t de student:** es una prueba estadística para evaluar si dos grupos diferentes entre sí de manera significativa, respecto a sus medias en una variable. Se simboliza con t. Sampieri (2006, p.319).

$$T = \frac{X1 - X2}{\sqrt{\frac{S1^2}{N1} + \frac{S2^2}{N2 - 2}}}$$

Dónde:

t = valor estadístico de la prueba t de Student.

1 = valor promedio del grupo 1.

2 = valor promedio del grupo 2.

S_1 = desviación estándar ponderada del grupo 1

S_2 = desviación estándar ponderada del grupo 2

N_1 = tamaño de la muestra del grupo 1.

N_2 = tamaño de la muestra del grupo 1.

Grados de libertad (gl):

$$gl = (N_1 + N_2) - 2$$

▪ **Procedimiento de la prueba de hipótesis**

En la presente investigación se va a trabajar con el siguiente procedimiento que se describe a continuación (Córdova 2009):

- Formular la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis Alternativa (H_1)

H_0 : $\mu = \mu_0$

H_1 : $\mu \neq \mu_0$

H_1 : El efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa de respiración, peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azúcares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa, facilitan el proceso de conservación y prolongación de su tiempo de vida útil.

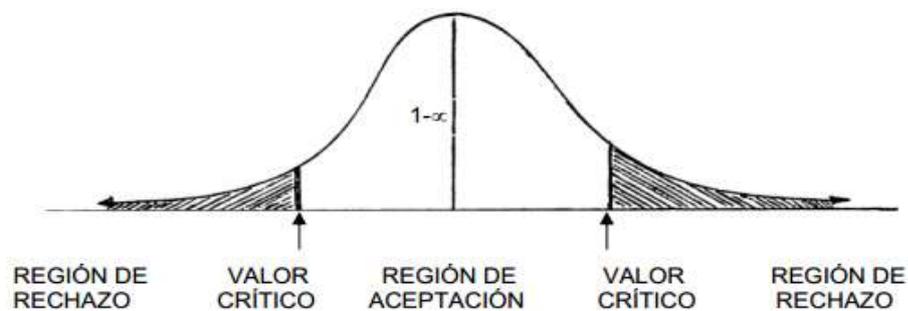
H_0 : El efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa de respiración,

peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azúcares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa, no facilitan el proceso de conservación y prolongación de su tiempo de vida útil.

- Se especifica el tamaño del nivel de significación ($\alpha = 0,05$)
- Seleccionar la estadística apropiada (Estadístico t)

$$T = \frac{X1 - X2}{\sqrt{\frac{S1^2}{N1} + \frac{S2^2}{N2 - 2}}}$$

- Se establece la regla de decisión, determinando la región crítica de la prueba.



Fuente: Toledo, (2011).

- Calcular el valor del estadístico de la prueba a partir de los datos de la muestra
- Tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula (H_0). si el valor del estadístico de la prueba está en la región crítica. En caso contrario, no rechazar la hipótesis nula (H_0).

c. Evaluación sensorial

Se usó la prueba de preferencia pareada con panel seleccionado presentándole al juez dos muestras, de forma simultánea y se le pide que emita un juicio de aceptación eligiendo la muestra favorecida al analizar los atributos por separado como el color, sabor y aroma, se le instruirá sobre las razones a tomarse en consideración para la calificación.

La hoja de calificación será como se presenta seguidamente en la tabla 6

Tabla 6. Hoja de calificación de los jueces seleccionados

Nombre del Panelista: _____ Fecha: _____
Muestra Evaluada: Trozos de fruta con solución isotónica y vacío y Trozos de fruta fresca Prueba N° 01
Pruebe las dos y marque en el paréntesis la muestra correspondiente de su preferencia.

MUESTRAS	
® ()	© ()

Comentario: _____

La prueba estadística que se uso fue el análisis de regresión a fin de determinar si existe relación o no entre dos variables que forman la población de los datos

de la evaluación sensorial de aceptación, en base a esta relación que fue lineal se compararon varias muestras y se determinaron los factores limitativos que intervinieron en la formación de las propiedades organolépticas de la fruta tratadas y no tratadas o frescas. Esta prueba se realizó para saber si el color, sabor y aroma es uno de los factores que determinan dicha aceptabilidad. Las relaciones serán:

(X) Color y (Y) Preferencia.

(X) Sabor y (Y) Preferencia.

(X) Aroma y (Y) Preferencia

3.7.5. Operacionalización de las variables.

La investigación usó su operación de variables como se indica en la tabla siguiente.

Tabla 07. Operacionalización de variables.

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
Soluciones isotónicas de sacarosa con ácido ascórbico	12° - 13° - 14° Grados Brix	Identifica los datos de solidos solubles
Pulsos de vacío	400 - 200 - 100 - mm Hg.	Cuantifica los valores del vacuometro
Humedad Relativa	85%	Cuantifica el contenido de humedad en el almacenamiento
Temperatura de almacenamiento	5 ° C	Cuantifica los valores de la termómetro de almacenamiento
Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores
Pérdida de peso	kilogramos	Cuantifica medición en balanza
Tasa de respiración	mg CO ₂ (g/meq)	Se cuantifica en un respirómetro de pulpas
Firmeza de la pulpa	kilogramos fuerza	Cuantifica la de dureza para el control de la madurez de la fruta y su textura
Acidez titulable	Porcentaje de ácido ascórbico	Cuantifica los valores de la acidez por titulación
Azucares reductores	Porcentaje de azucares reductores	Cuantifica los valores de azucares reductores por titulación
Color , sabor, aroma	Análisis organolépticos	Determinación por un panel de jueces seleccionados para pruebas de preferencias pareadas.
Carga microbiana	UFC/g.	Cuantifica la carga microbiana del producto final en el almacenamiento.

3.7.6. Diseño estadístico.

Se usó el análisis factorial, que incluye variaciones tales como el análisis de componentes y el análisis factorial común, es una aproximación estadística que puede usarse para analizar interrelaciones entre un gran número de variables y explicar estas variables en términos de sus dimensiones subyacentes (factores). El objetivo es encontrar un modo de condensar la información contenida en un número de variables originales en un conjunto más pequeño de variables (factores), con una pérdida mínima de información. Si se proporciona una estimación empírica de la estructura de las variables consideradas, el análisis factorial se convierte en una base objetiva para crear escalas aditivas.

El diseño factorial usado en el estudio correspondió a un diseño factorial de $3 \times 2 \times 2 \times 3$ con tres repeticiones = 36 tratamientos.

Se realizó los análisis de datos haciendo uso del programa Minitab 15 (Español), que es uno de los programas estadísticos más usados, fue desarrollado por instructores del programa de análisis estadísticos de la Universidad Estatal de Pennsylvania (Pennsylvania State University).

Además de los tradicionales estadísticos descriptivos y análisis multivariados, Minitab dispone de un menú de herramientas de calidad, otro para series temporales y uno dedicado a la potencia y tamaño de la muestra.

También para los estadísticos de diseño factorial y superficie de respuesta se usó el programa Statgraphics Centurión XV.

3.7.7. Procedimiento de la investigación.

Los pasos que se siguieron para el estudio se muestra en la Figura 2, que reporta las operaciones siguientes:

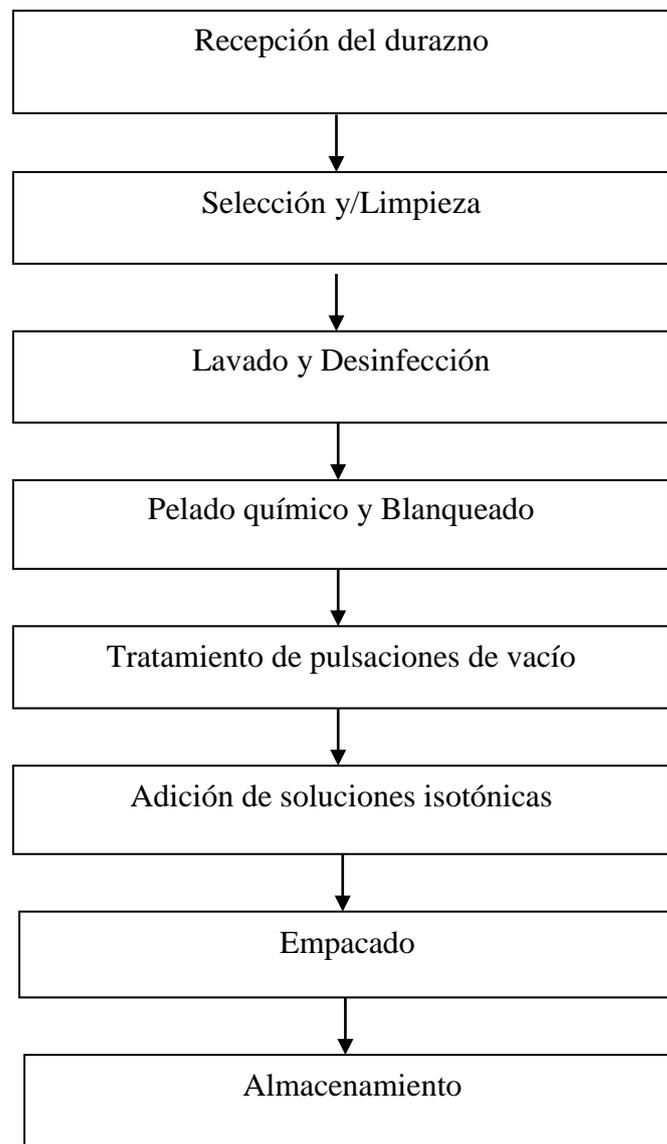


Fig. 2. Diagrama de flujo para la incorporación de la solución de sacarosa y ácido ascórbico en el tratamiento al vacío de la pulpa de durazno

▪ **Caracterización de la materia prima.**

a. Recepción.

Los duraznos fueron recepcionados y colocados en un ambiente fresco y seco a temperatura de refrigeración 5 °C

b. Selección y limpieza.

Mediante inspección visual se eliminaron los productos deteriorados.

c. Higienización con agua ozonificada

Las frutas se higienizaron con agua ozonificada con 15 ppm de Ozono

d. Pelado y troceado de frutas

Los lotes de fruta se caracterizaron por la medición de azúcares en grados Brix, y humedad en porciones semi esféricas. Se midieron la tasa de respiración con el respirómetro que se muestra en el anexo 01.

Se midieron la densidad aparente de las muestras mediante desplazamiento de volumen, por medio del picnómetro, la masa se registró antes y después de cada operación.

e. Impregnación al vacío

Las soluciones isotónicas de azúcar con ácido ascórbico, correspondieron a los Brix de 12, 13, 14.

Las muestras se sometieron a un pulso de vacío en 10 minutos, con presiones de vacío de 400, 200, 100 mm Hg.

Al final de la operaciones se restablecieron la presiones atmosféricas para mantener las muestras sumergidas en la solución y se envasaron en envases de PET , luego se realizó el sellado.

f. Empacado y Almacenamiento

El empacado se realizaron en vasos de PET y fueron tapados con láminas platinadas en sistema de atmosfera normal, en almacenamiento de 5 grados Celsius y 85 % de humedad relativa.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados de la caracterización del durazno.

Seguidamente se reportan los resultados y graficas de la caracterización de los duraznos usados en el trabajo de tesis.

4.1.1. Medidas Biométricas del durazno.

Tabla 8. Medias biométricas de los duraznos procedentes del Callejón de Huaylas

Peso (Kg) x 10 ⁻³	Area (m ²)x10 ⁻²	Diametro ecuatorial (m) x 10 ⁻¹	Volumen (m ³) x 10 ⁻³
56.4	85.60357344	5.22	74.47510889
52.35	84.948864	5.2	73.6223488
120.22	179.079054	7.55	225.341143
121.35	181.458816	7.6	229.8478336
64.35	107.513406	5.85	104.8255709
85.31	93.313374	5.45	84.75964805
95.65	113.8528406	6.02	114.2323501
110.35	160.606446	7.15	191.3893482
122.45	180.5050262	7.58	228.0380165
58.354	89.920446	5.35	80.17906435
59.45	94.34350464	5.48	86.16706757
63.78	113.8528406	6.02	114.2323501
75.45	112.3448726	5.98	111.9703897
105.45	159.261527	7.12	188.9903454
110.36	169.717086	7.35	207.9034304
121.65	179.5537498	7.56	226.2377247
76.65	89.920446	5.35	80.17906435
58.65	85.27590456	5.21	74.04791046
110.45	169.717086	7.35	207.9034304
125.65	180.981607	7.59	228.9417328
87.79	143.13915	6.75	161.0315438
65.68	140.1857318	6.68	156.0734481
75.89	113.4749062	6.01	113.664031
122.65	180.5050262	7.58	228.0380165
113.69	159.261527	7.12	188.9903454
119.65	136.0199702	6.58	149.1685674
122.5	184.335265	7.66	235.3346883
88.93	111.220494	5.95	110.2936566
89.56	113.8528406	6.02	114.2323501
99.56	169.717086	7.35	207.9034304
120.56	179.079054	7.55	225.341143
113.45	182.415119	7.62	231.6672012
120.98	182.415119	7.62	231.6672012
98.45	126.677166	6.35	134.0666674
125.45	184.335265	7.66	235.3346883
122.56	181.9366534	7.61	230.756322
118.95	107.513406	5.85	104.8255709
74.69	111.220494	5.95	110.2936566
72.58	110.1017702	5.92	108.6337466
110.46	127.876943	6.38	135.9758161
100.45	182.894213	7.63	232.5804742
102.95	179.5537498	7.56	226.2377247
69.99	89.920446	5.35	80.17906435
68.35	93.313374	5.45	84.75964805
55.39	113.8528406	6.02	114.2323501
86.35	152.1841306	6.96	176.5335914
88.98	126.677166	6.35	134.0666674
85.56	168.3344678	7.32	205.3680508
115.65	152.6217554	6.97	177.2956059
120.56	182.415119	7.62	231.6672012

a. Resultados del peso.

Las figuras siguientes reportan la distribución estadística del peso de las muestras de los duraznos que se usaron en los tratamientos de la investigación.

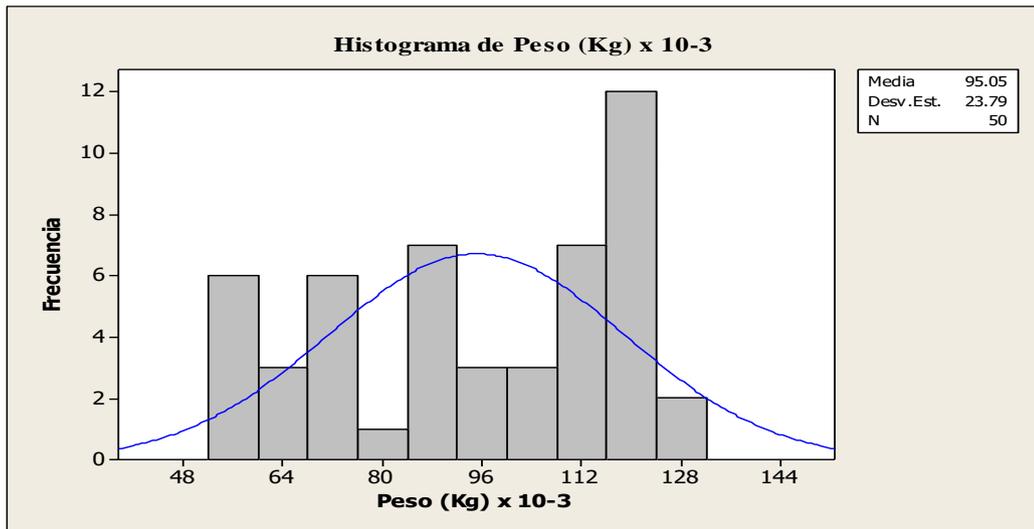


Fig. 3: Variación del peso de los **duraznos usados** en los tratamientos en los histogramas

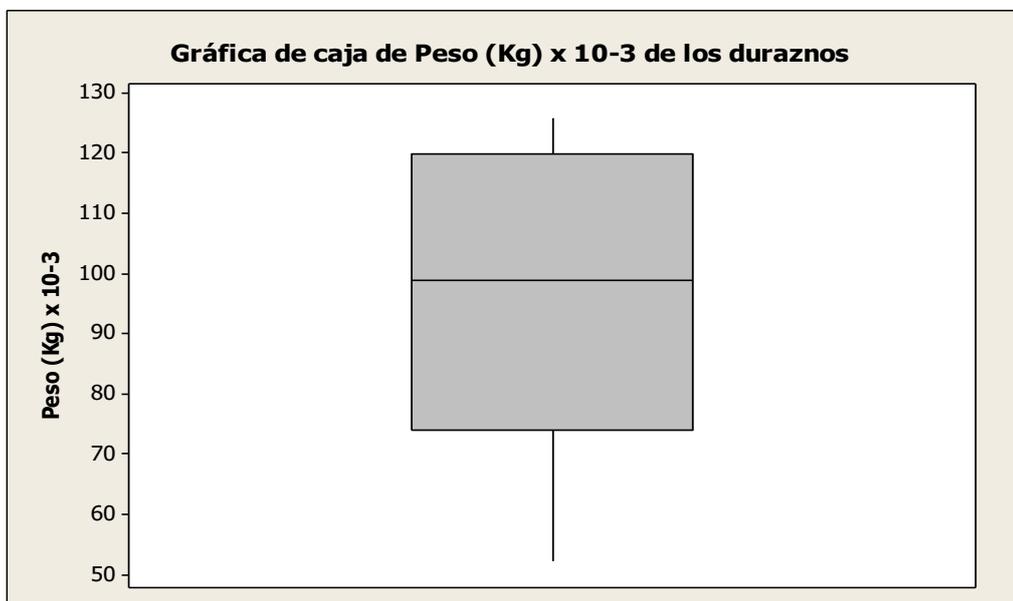


Fig. 4: Variación del peso de los duraznos usados en los tratamientos mediante grafica de cajas.

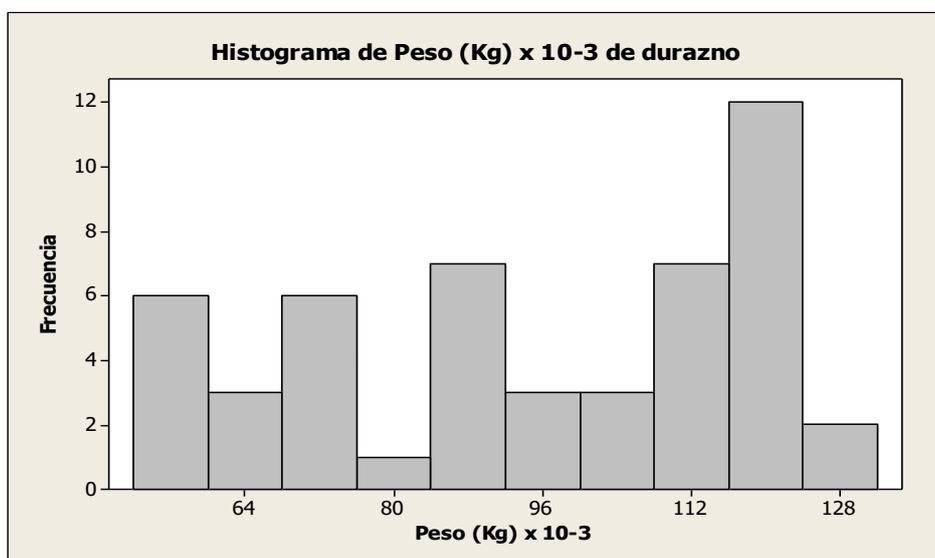


Fig. 5: Variación del peso de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante el histograma de las frecuencias.

b. Resultado del diámetro ecuatorial.

Las figuras siguientes reportan la distribución estadística del diámetro ecuatorial de las muestras de los duraznos que se usaron en los tratamientos de la investigación.

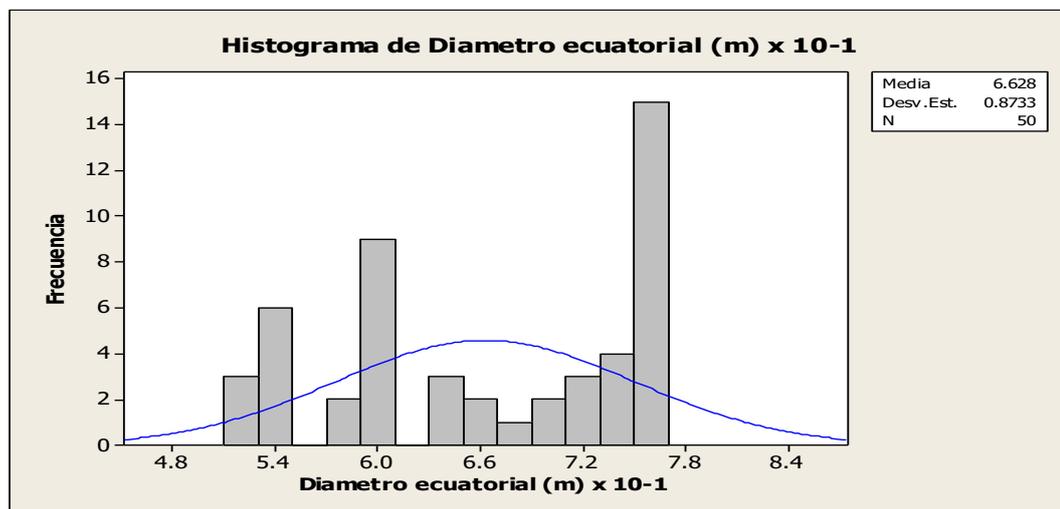


Fig. 6: Variación de los diámetros ecuatoriales de los duraznos a usarse en los tratamientos en los histogramas

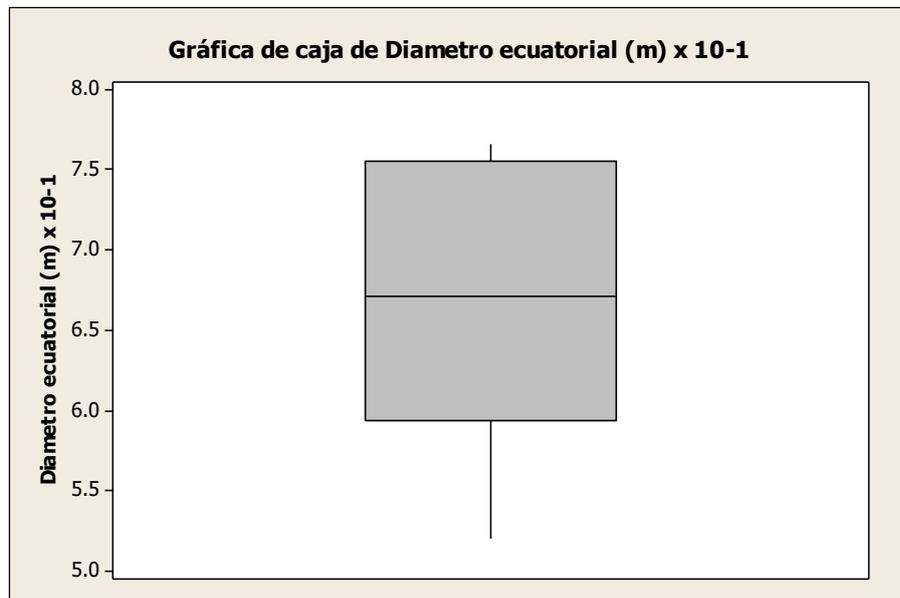


Fig. 7: Variación de los diámetros ecuatoriales de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante grafica de cajas.

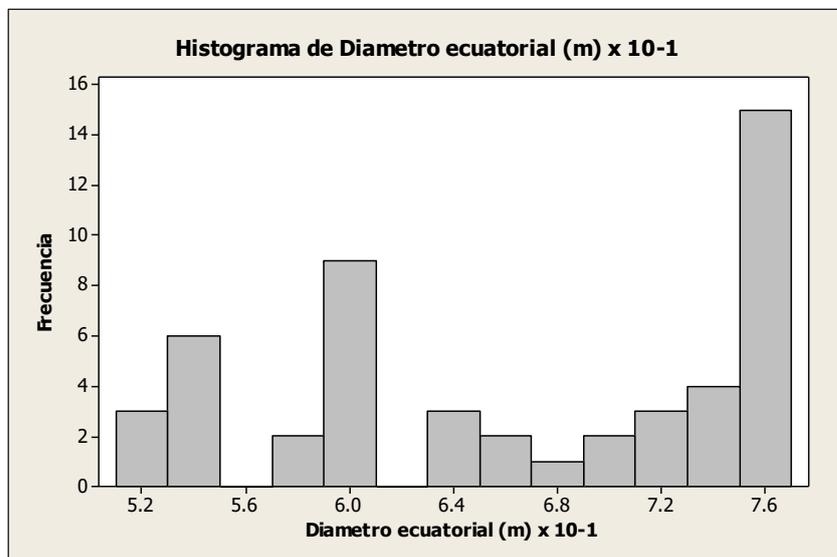


Fig. 8: Variación de los diámetros ecuatoriales de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante el histogramas de las frecuencias.

c. Resultado de las áreas del durazno.

Las figuras siguientes reportan la distribución estadística de las áreas de las muestras de los duraznos que se usaron en los tratamientos de la investigación.

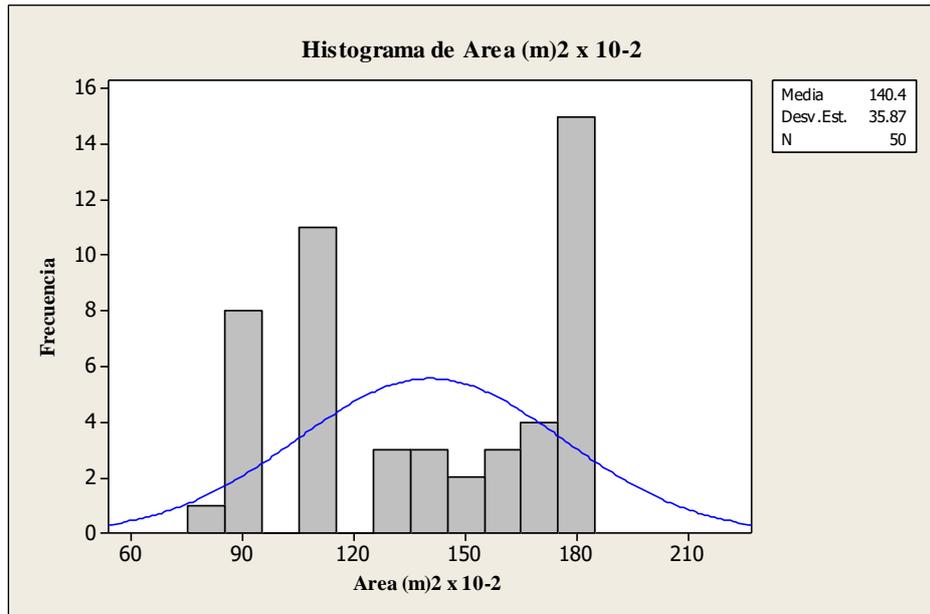


Fig.9: Variación de las áreas de los duraznos a usarse en los tratamientos en los histogramas

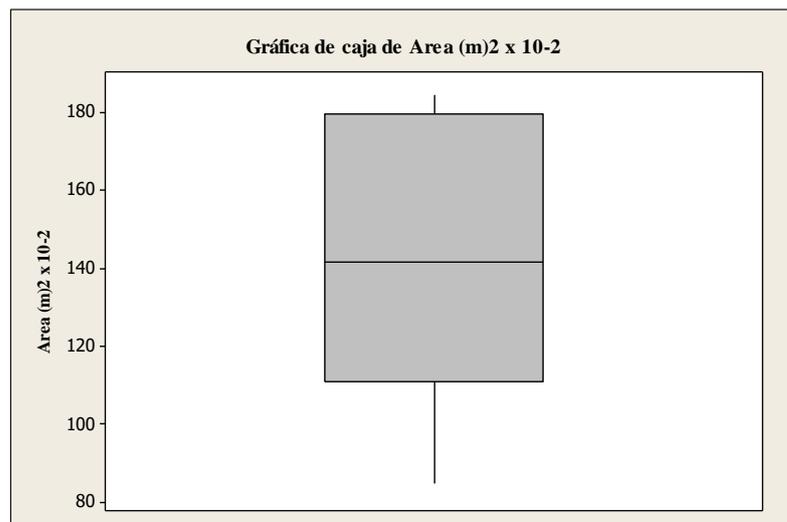


Fig.10: Variación de las áreas de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante grafica de cajas.

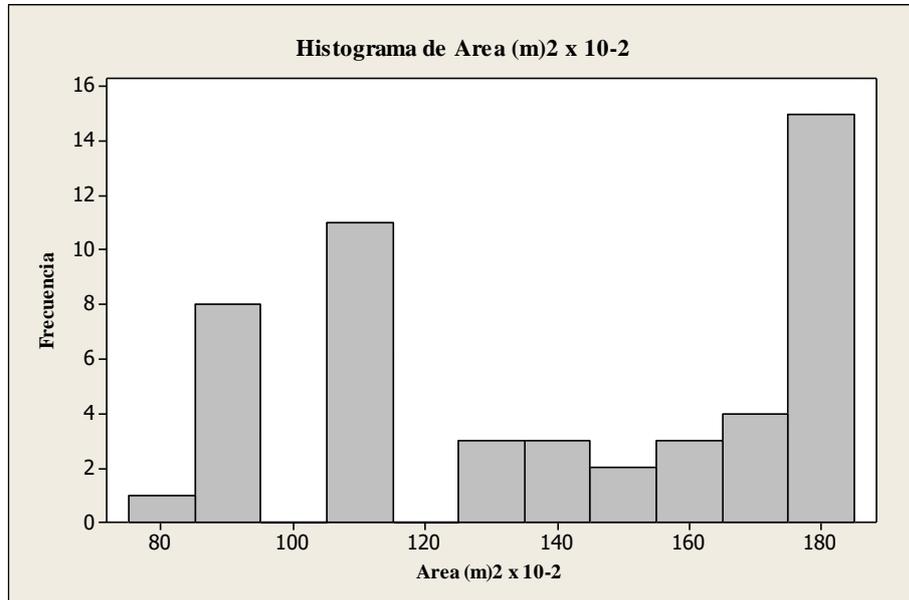


Fig.11: Variación de las áreas de los durazos a usarse en los tratamientos mediante el histogramas de las frecuencias.

d. Resultados del volumen del durazno.

Las figuras siguientes reportan la distribución estadística del volumen de las muestras de los durazos que se usaron en los tratamientos de la investigación.

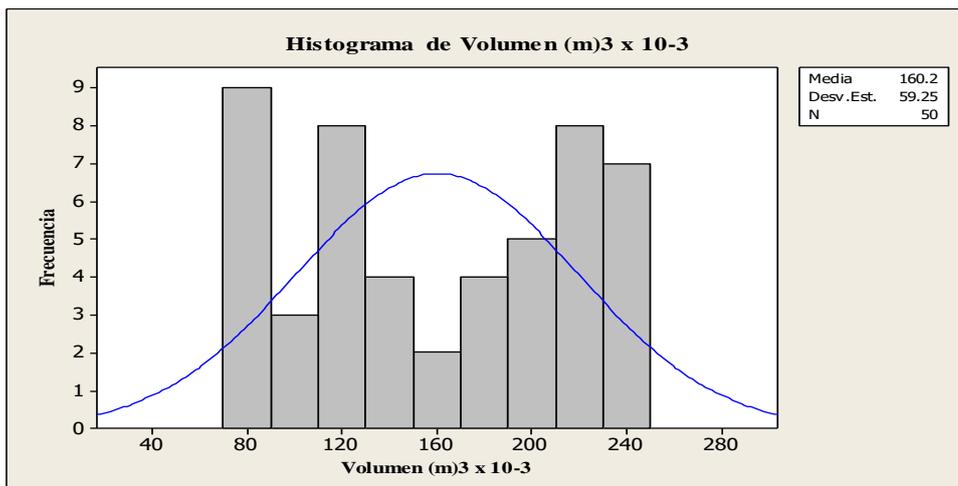


Fig.12: Variación del volumen de los durazos a usarse en los tratamientos en los histogramas

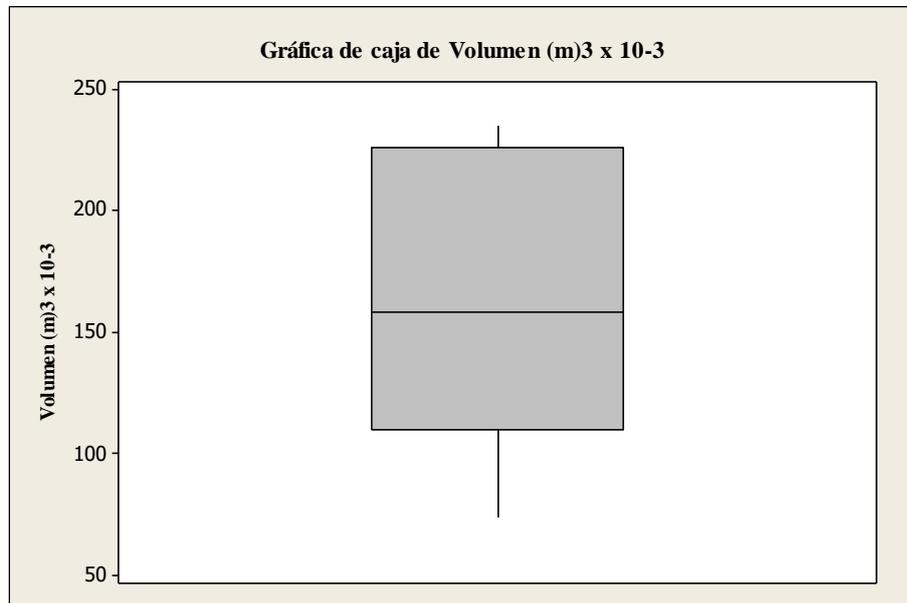


Fig. 13: Variación de los volúmenes de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante grafica de cajas.

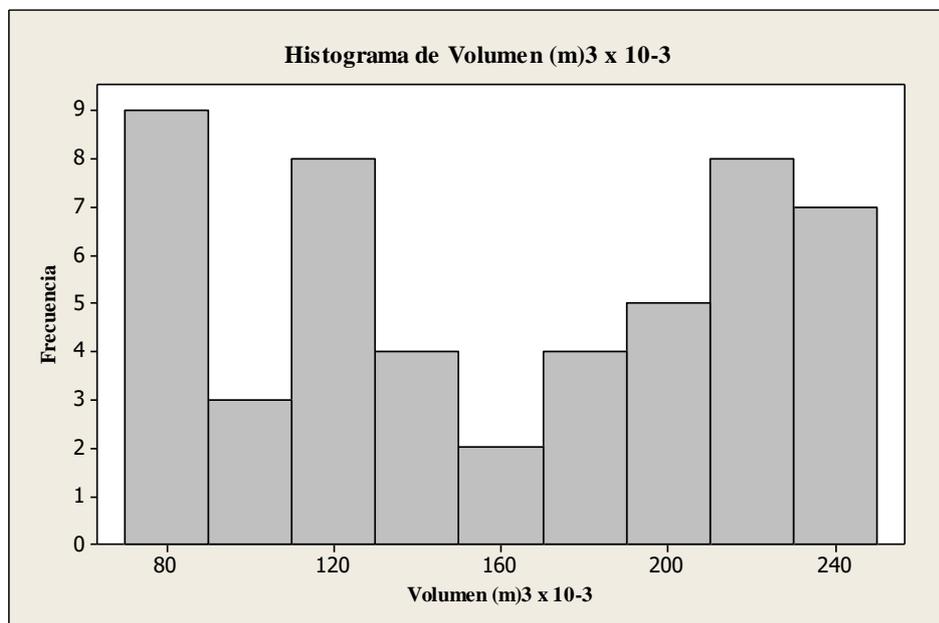


Fig. 14: Variación del volumen de los duraznos a usarse en los tratamientos mediante el histogramas de las frecuencias.

Tabla 9. Medidas biométricas del durazno procedente del Callejón de Huaylas y su media y rangos.

Característica física	Media	Rango
Peso (Kg)x 10 ⁻³	95,05	56,4 ---- 126,4
Área (m ²)x 10 ⁻²	104,4	84,948 ---- 184,333
Diámetro ecuatorial (m)x10 ⁻¹	6,763	5,2 ---- 7,60
Volumen (m ³) x 10 ⁻³	160,20	73,620 ---- 235,334

Los datos biométricos obtenidos permitieron tomar decisiones del modelo físico ; para el modelo físico que se debe emplear en el proceso de conservación mínimamente procesada la figura 15 reporta parte de la muestra de los duraznos analizados.



Fig. 15. Muestras de duraznos para las mediciones biométricas

4.1.2. Componentes de las partes del durazno

Se complementó los datos biométricos evaluando el peso de los duraznos en gramos frente al espesor en centímetros, para una muestra de 12 unidades tomadas a azar de una población de 50 unidades evaluadas anteriormente como se indica en el cuadro siguiente.

Tabla 10. Relación entre el espesor y el peso de los duraznos.

Peso (g)	Espesor (cm)
85,6	1,68
88,9	1,72
105,6	1,89
108,4	1,92
115,4	1,98
120,5	2,25
130,4	2,65
145,2	2,56
150,4	2,22
158,6	2,38
170,6	2,41
180,4	2,55

Como se puede observar la tendencia es que a mayor espesor de pulpa es mayor el peso del durazno, que se reporta en la figura siguiente.

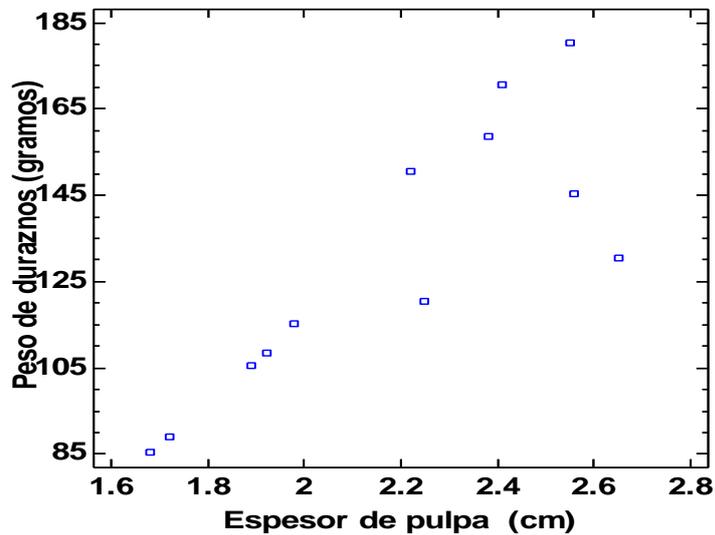


Fig.16: Relación entre peso del durazno y el espesor de pulpa

Estos datos se llevaron a una evaluación estadística como se reporta en la tabla siguiente.

Tabla 11. Valores estadísticos para la tendencia Normal del espesor de la pulpa

Recuento	12
Promedio	2,18417
Mediana	2,235
Desviación Estándar	0,337732
Coefficiente de Variación	15,4627%
Mínimo	1,68
Máximo	2,65
Rango	0,97
Sesgo Estandarizado	-0,232536
Curtosis Estandarizada	-1,01782

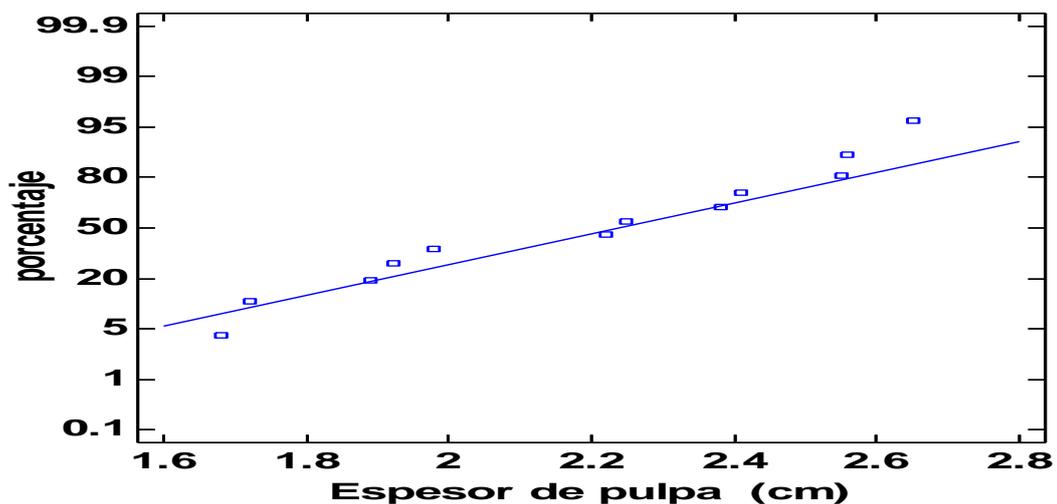


Fig. 17: Distribución normal del espesor de la pulpa.

4.1.3. Características Fisicoquímicas.

Las principales características fisicoquímicas de una muestra de 12 duraznos se reportan en la tabla siguiente.

Tabla 12. Características fisicoquímicas del promedio de una muestra de 12 unidades de durazno.

Propiedad	Media	Rango
Humedad (%)	85,58	89 – 82
Materia seca (%)	14,5	11,00 – 18,00
Sólidos solubles (°Brix)	11,461	10,00 – 12,50
Acidez titulable (%)*	0,45	0,40 – 0,45
pH	3,8	3,50 – 4,6
Índice de madures**	26,17	22,22 – 30,00

*Expresado en ácido málico --- ** Relación entre Solidos solubles/Acidez titulable

Seguidamente se construyeron sus descriptores estadísticos que se indican.

Tabla 13. Resumen estadístico para los valores del agua del durazno

Recuento	12,000
Promedio	85,68
Mediana	85,500
Desviación Estándar	2,314
Mínimo	82,000
Máximo	89,000
Rango	7,000
Cuartil Inferior	84,000
Cuartil Superior	87,500
Rango Intercuartílico	3,500

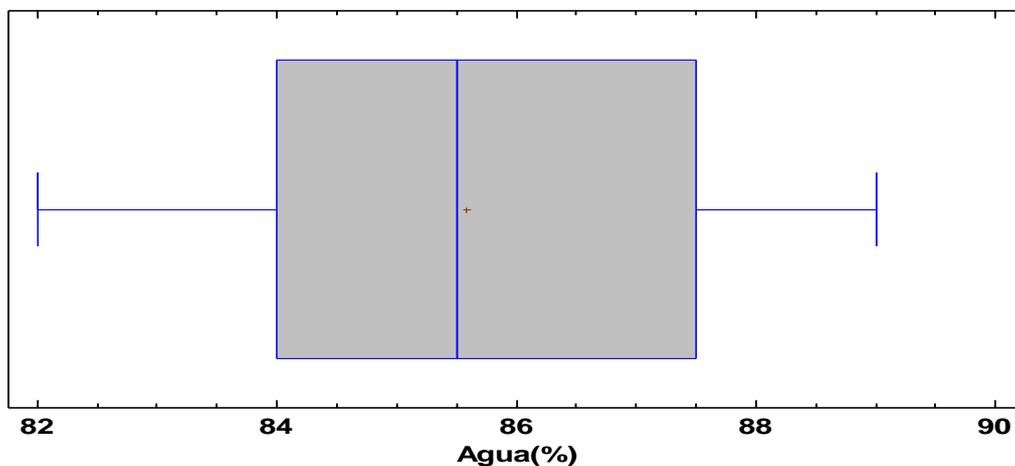


Fig. 18: Grafico de cajas y bigotes para el agua del durazno

En la tabla 14 se presenta el resumen estadístico de la materia seca del durazno.

Tabla 14: Resumen estadístico para los valores de la materia seca del durazno.

Recuento	12,000
Promedio	14,416
Mediana	14,500
Desviación Estándar	2,314
Mínimo	11,000
Máximo	18,000
Rango	7,000
Cuartil Inferior	12,500
Cuartil Superior	16,000
Rango Intercuartílico	3,500

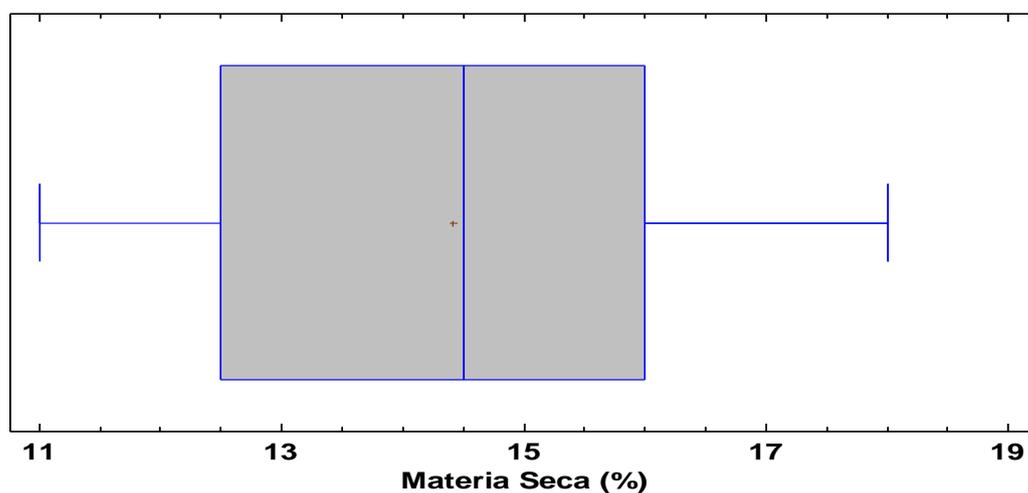


Fig.19: Grafico de cajas y bigotes para la materia seca del durazno

La tabla siguiente reporta los valores para los sólidos solubles del durazno.

Tabla 15: Resumen estadístico para los valores de los sólidos solubles del durazno.

Recuento	12,000
Promedio	11,461
Mediana	11,650
Desviación Estándar	0,901
Mínimo	10,000
Máximo	12,500
Rango	2,500
Cuartil Inferior	10,900
Cuartil Superior	12,220
Rango Intercuartílico	1,320

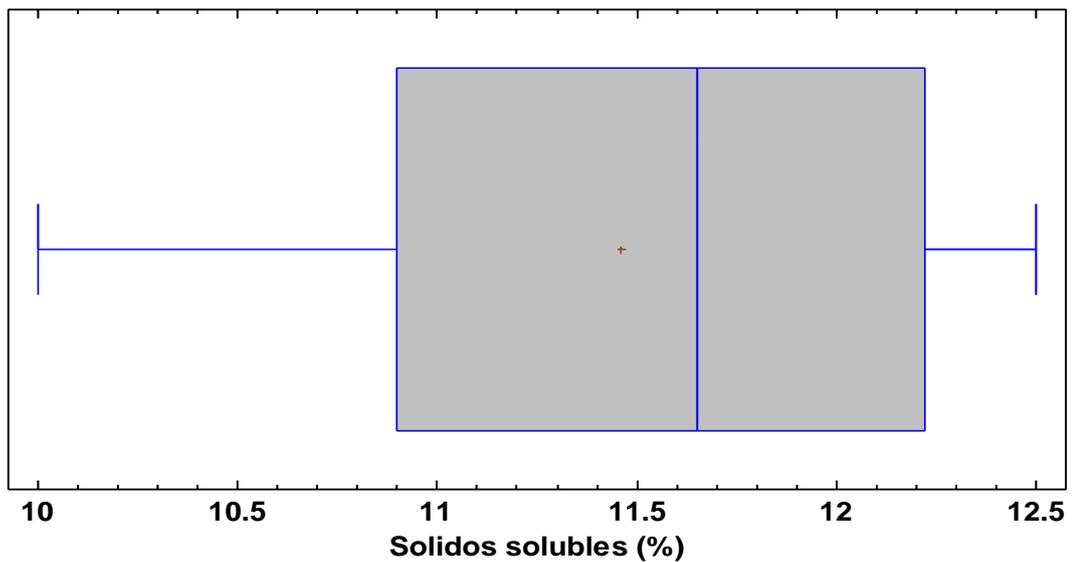


Fig. 20: Grafico de cajas y bigotes para los sólidos solubles del durazno

La tabla 16 permitieron apreciar las frecuencias de los sólidos solubles delimitadas para 11 clases.

Tabla 16. Cuadro de frecuencias para sólidos solubles (%)

<i>Clase</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>	<i>Punto Medio</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia Acumulada</i>	<i>Frecuencia Rel. Acum.</i>
	menor o igual	9.8		0	0.0000	0	0.0000
1	9.8	10.0727	9.93636	2	0.1667	2	0.1667
2	10.0727	10.3455	10.2091	0	0.0000	2	0.1667
3	10.3455	10.6182	10.4818	0	0.0000	2	0.1667
4	10.6182	10.8909	10.7545	1	0.0833	3	0.2500
5	10.8909	11.1636	11.0273	2	0.1667	5	0.4167
6	11.1636	11.4364	11.3	0	0.0000	5	0.4167
7	11.4364	11.7091	11.5727	1	0.0833	6	0.5000
8	11.7091	11.9818	11.8455	1	0.0833	7	0.5833
9	11.9818	12.2545	12.1182	2	0.1667	9	0.7500
10	12.2545	12.5273	12.3909	3	0.2500	12	1.0000
11	12.5273	12.8	12.6636	0	0.0000	12	1.0000
	mayor de	12.8		0	0.0000	12	1.0000

Media = 11.4617 Desviación Estándar = 0.901815

La tabla 16 y su respectivo grafico permitieron generar el histograma presentada en la figura siguiente.

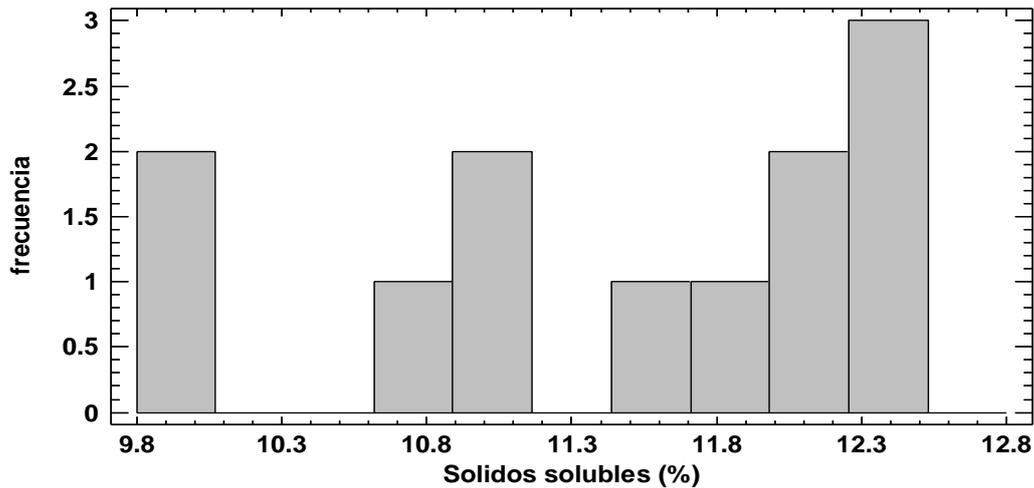


Fig. 21: Grafico de frecuencias para los sólidos solubles del durazno

a. Prueba de Hipótesis para Sólidos solubles (%)

Media Muestral = 11,4617

Mediana Muestral = 11,65

Desviación Estándar de la Muestra = 0,901815

▪ **Prueba t**

Hipótesis Nula: media = 0

Alternativa: no igual

Estadístico t = 44,0272

Valor-P = 0

Se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0,05.

▪ **Prueba de los signos**

Hipótesis Nula: mediana = 0

Alternativa: no igual

Número de valores menores a la mediana hipotética: 0

Número de valores mayores a la mediana hipotética: 12

Estadístico para Grandes Muestras = 3,17543 (aplicada la corrección por continuidad)

Valor-P = 0,00149629

Se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0,05.

▪ **Prueba de rangos con signo**

Hipótesis Nula: mediana = 0

Alternativa: no igual

Rango medio de valores menores a la mediana hipotética: 0

Rango medio de valores mayores a la mediana hipotética: 6,5

Estadístico para Grandes Muestras = 3,02485 (aplicada la corrección por continuidad)

Valor-P = 0,00248773

Se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0,05.

Se construyó el resumen estadístico para la acidez titulable que seguidamente se indica

Tabla 17: Resumen estadístico para los valores de la acidez titulable del durazno.

Recuento	12,000
Promedio	0.439
Mediana	0.450
Desviación Estándar	0.021
Mínimo	0.400
Máximo	0.460
Rango	0.060
Cuartil Inferior	0.420
Cuartil Superior	0.460
Rango Intercuartílico	0.040

A partir de la tabla 17 se construyó el gráfico de cajas y bigotes

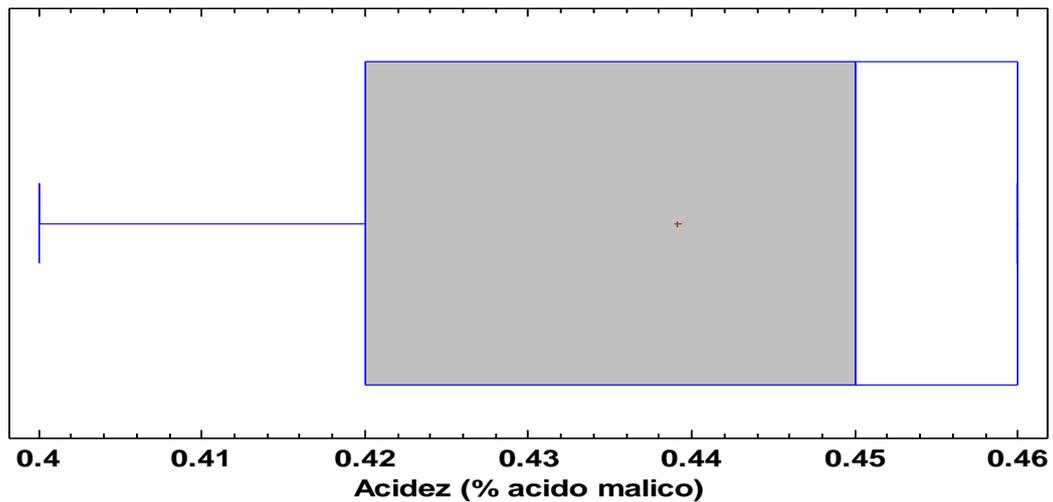


Fig. 22: Gráfico de cajas y bigotes para la acidez titulable del durazno

Se presenta el resumen estadístico que se indica en la tabla siguiente.

Tabla 18: Resumen estadístico para los valores de la acidez iónica (pH) del durazno

Recuento	12,000
Promedio	3,933
Mediana	3,800
Desviación Estándar	0,405
Mínimo	3,500
Máximo	4,600
Rango	1,100
Cuartil Inferior	3,600
Cuartil Superior	4,300
Rango Intercuartílico	0,700

De los valores de la tabla 18 se construyó la figura 23

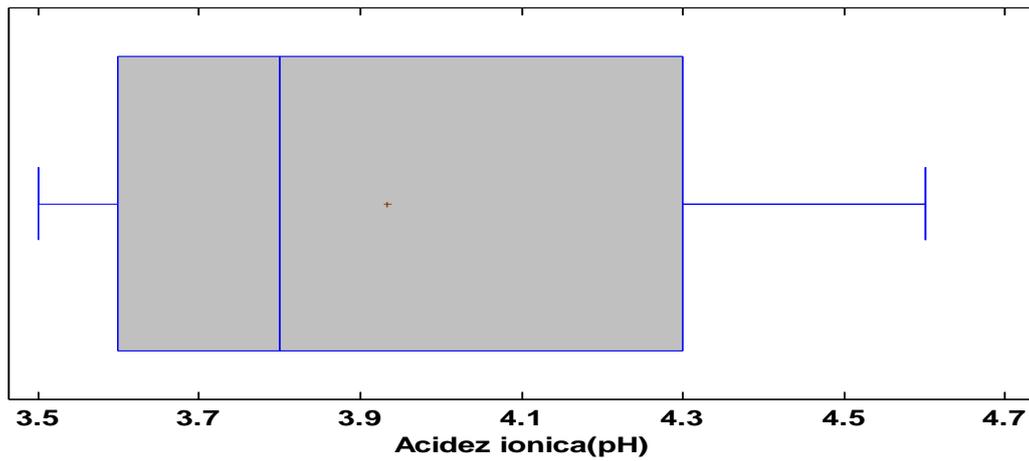


Fig. 23: Grafico de Cajas y Bigotes para la acidez iónica (pH) del durazno

La tabla 19 reporta las 11 clases construidas para la acidez iónica, (pH)

Tabla 19: Cuadro de frecuencias para acidez iónica (pH)

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	3,4		0	0,0000	0	0,0000
1	3,4	3,53636	3,46818	1	0,0833	1	0,0833
2	3,53636	3,67273	3,60455	3	0,2500	4	0,3333
3	3,67273	3,80909	3,74091	4	0,3333	8	0,6667
4	3,80909	3,94545	3,87727	0	0,0000	8	0,6667
5	3,94545	4,08182	4,01364	0	0,0000	8	0,6667
6	4,08182	4,21818	4,15	1	0,0833	9	0,7500
7	4,21818	4,35455	4,28636	0	0,0000	9	0,7500
8	4,35455	4,49091	4,42273	1	0,0833	10	0,8333
9	4,49091	4,62727	4,55909	2	0,1667	12	1,0000
10	4,62727	4,76364	4,69545	0	0,0000	12	1,0000
11	4,76364	4,9	4,83182	0	0,0000	12	1,0000

Media = 3,93333 Desviación Estándar = 0,4052

Se construyó el histograma a partir de la tabla 19.

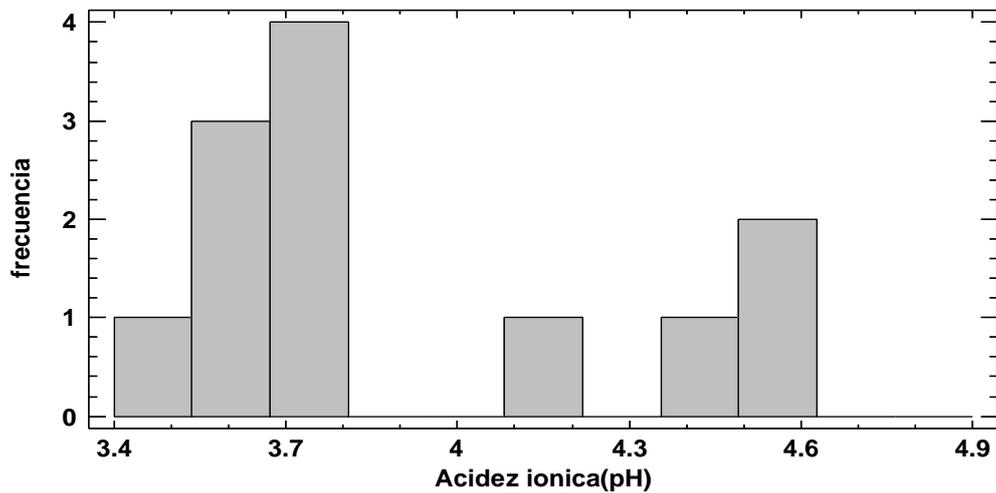


Fig. 24: Grafico de frecuencias para la acidez iónica del durazno

➤ **Intervalos de Confianza para Acidez iónica (pH)**

Intervalos de confianza del 95.0% para la media: 3.93333 ± 0.257496 [3.67584, 4.19083]. Intervalos de confianza del 95.0% para la desviación estándar: [0.28709, 0.688096].

b. Prueba de Hipótesis para Acidez iónica (pH)

Media Muestral = 3,93333

Mediana Muestral = 3,8

Desviación Estándar de la Muestra = 0,405268

▪ **Prueba t**

Hipótesis Nula: media = 0

Alternativa: no igual

Estadístico t = 33,6209

Valor-P = 1,92757E-12

Se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0,05.

▪ **Prueba de los signos**

Hipótesis Nula: mediana = 0

Alternativa: no igual

Número de valores menores a la mediana hipotética: 0

Número de valores mayores a la mediana hipotética: 12

Estadístico para Grandes Muestras = 3,17543 (aplicada la corrección por continuidad)

Valor-P = 0,00149629

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

▪ **Prueba de rangos con signo**

Hipótesis Nula: mediana = 0

Alternativa: no igual

Rango medio de valores menores a la mediana hipotética: 0

Rango medio de valores mayores a la mediana hipotética: 6,5

Estadístico para Grandes Muestras = 3,0307 (aplicada la corrección por continuidad)

Valor-P = 0,00244003

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Los resultados de las pruebas relativas a la población de la cual procede la muestra de Acidez iónica (pH).

Seguidamente se construyó el resumen estadístico reportado en la Tabla 20

Tabla 20: Resumen estadístico para los valores del índice de madurez del durazno

Recuento	12,000
Promedio	26,170
Mediana	26,087
Desviación Estándar	2,586
Mínimo	22,222
Máximo	30,000
Rango	7,777
Cuartil Inferior	24,151
Cuartil Superior	28,107
Rango Intercuartílico	3,956

Se construyó a partir de la Tabla 20 el grafico de caja y bigotes que indica la Figura 25.

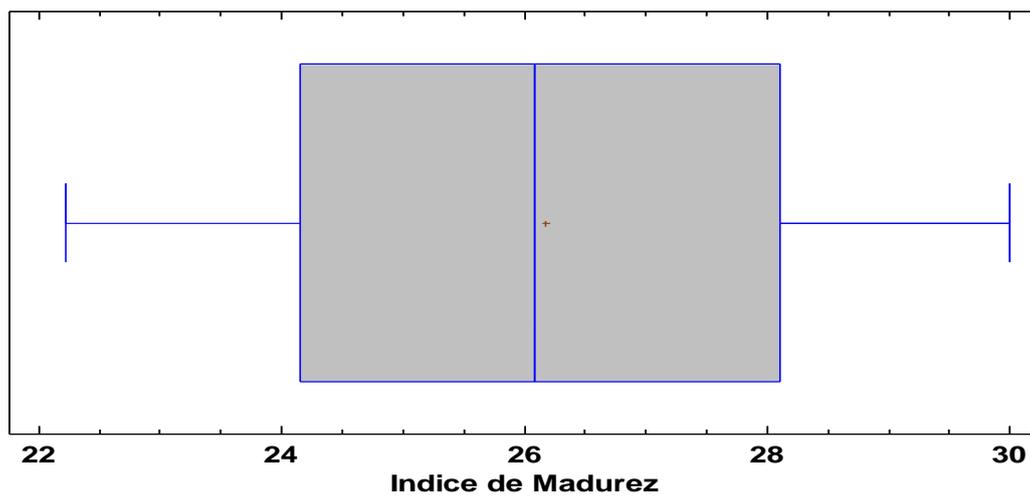


Fig. 25: Grafico de cajas y bigotes para el índice de madurez del durazno

4.2. Resultados del acondicionamiento del durazno.

a. Resultados del pelado químico del durazno.

El pelado químico se realizó con una concentración de NaOH calidad alimentaria de 0,5 % de a 85 °C en tres minutos como se muestra en las figuras siguientes.



Fig. 26: Pelado químico del durazno y su acondicionamiento para realizar las pulsaciones de vacío.

En el pelado químico se realizaron las evaluaciones que se reportan en la Tabla siguiente.

Tabla 21: Evaluación del pelado químico de los duraznos antes de someterse a las pulsaciones de vacío.

Evaluación del pelado químico del durazno – característica de la pulpa	
Actividad de peroxidasa	Negativo
Azúcares reductores (%)	2,470
Densidad aparente (g/cm ³)	1,060
Textura kg-f/mm de deformación	13,300
Porosidad de la pulpa (%)	18,600

b. Resultados de las pulsaciones de vacío.

Las pulpas ya peladas se cortaron para luego ser sometidas a las pulsaciones de vacío con a fin de expulsar el aire contenido dentro de las pulpas para luego ser sumergidas en las soluciones isotónicas generándose los tratamientos como se reportan en las tablas siguientes.

Tabla 22: Tratamiento de pulsaciones de vacío para 12 grados Brix.

Grados Brix	Pulsación de vacío mm Hg	Actividad peroxidasa	Porosidad (%)	Azúcar reductor (%)	Carga microbiana recuento total UFC/ g
12	400	Ausente	175	245	<10
12	200	Ausente	175	245	<10
12	100	Ausente	175	245	<10
12	400	Ausente	175	245	<10
12	200	Ausente	175	245	<10
12	100	Ausente	175	245	<10
12	400	Ausente	175	245	<10
12	200	Ausente	175	245	<10
12	100	Ausente	175	245	<10

Tabla 23: Tratamiento de pulsaciones de vacío para 13 grados Brix.

Grados Brix	Pulsación de vacío mm Hg	Actividad peroxidasa	Porosidad (%)	Azúcar reductor (%)	Carga microbiana recuento total UFC/g
13	400	Ausente	182	222	<10
13	200	Ausente	182	222	<10
13	100	Ausente	182	222	<10
13	400	Ausente	182	222	<10
13	200	Ausente	182	222	<10
13	100	Ausente	182	222	<10
13	400	Ausente	182	222	<10
13	200	Ausente	182	222	<10
13	100	Ausente	182	222	<10

Tabla 24: Tratamiento de pulsaciones de vacío para 14 grados Brix.

Grados Brix	Pulsación de vacío mm Hg	Actividad peroxidasa	Porosidad (%)	Azúcar reductor (%)	Carga microbiana recuento total UFC/g
14	400	Ausente	19.66	216	<10
14	200	Ausente	19.66	216	<10
14	100	Ausente	19.66	216	<10
14	400	Ausente	19.66	216	<10
14	200	Ausente	19.66	216	<10
14	100	Ausente	19.66	216	<10
14	400	Ausente	19.66	216	<10
14	200	Ausente	19.66	216	<10
14	100	Ausente	19.66	216	<10

4.3. Resultados del de las pulpas tratadas.

a. Resultados de la ganancia de Peso para los diversas concentraciones según el diseño factorial.

Tabla 25: Resultados de la ganancia de peso de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial.

Grados Brix	Pulsación de vacío (mm Hg)	Ganancia de peso (%)
12	400	0,43
12	200	0,46
12	100	0,52
12	400	0,41
12	200	0,48
12	100	0,54
12	400	0,52
12	200	0,56
12	100	0,59
13	400	0,51
13	200	0,58
13	100	0,62
13	400	0,72
13	200	0,85
13	100	0,88
13	400	0,96
13	200	1,04
13	100	1,08
14	400	1,18
14	200	1,36
14	100	1,47
14	400	1,58
14	200	1,62
14	100	1,78
14	400	1,84
14	200	1,86
14	100	1,96

Los resultados fueron analizados usando el análisis de varianza para el plan experimental usado, obtenida después del análisis de varianza, da los niveles de ganancia de peso como una función de las diferentes variables: concentración de azúcar, concentración de resveratrol, pulsaciones de vacío, como se muestra a continuación.

- Análisis de varianza de la respuesta para la ganancia de peso.

$$H_0: \mu_{\text{exp}} = \mu_{\text{control}} = \text{Incremento de peso}$$

$$H_1: \mu_{\text{exp}} \neq \mu_{\text{control}}$$

Tabla 26: Análisis de varianza para ganancia de peso (%) - suma de cuadrados tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
COVARIABLES					
Pulsación de vacío mm Hg	0,0896095	1	0,0896095	2,53	0,1250
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Grados Brix	6,1178	2	3,0589	86,53	0,0000
RESIDUOS	0,813057	23	0,0353503		
TOTAL (CORREGIDO)	7,02047	26			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de ganancia de peso (%) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre ganancia de peso (%) con un 95,0% de nivel de confianza; que se muestra en la figura siguiente, donde se rechaza la hipótesis nula

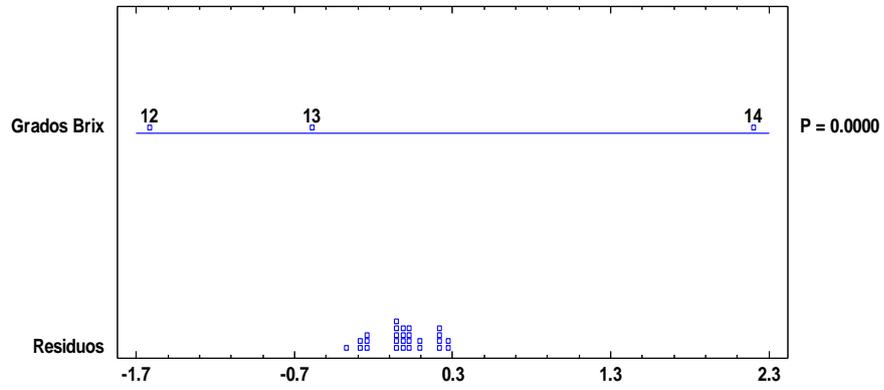


Fig. 27: ANOVA para la ganancia de peso (%).

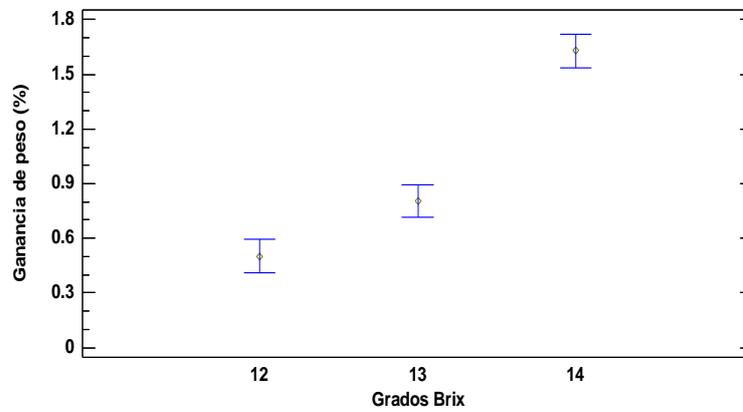


Fig. 28: Incremento de peso para variación de los grados Brix.

Tabla 27: Cuadro de medias por mínimos cuadrados para la ganancia peso (%) con intervalos de confianza del 95,0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL Grados Brix	27	0,977778			
12	9	0,501111	0,0626723	0,371463	0,630759
13	9	0,804444	0,0626723	0,674797	0,934092
14	9	1,62778	0,0626723	1,49813	1,75743

Tabla 28: Pruebas de múltiple rangos para ganancia de peso (%) por grados brix

Método: 95.0 porcentaje LSD				
<i>Grados Brix</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
12	9	0,501111	0,0626723	X
13	9	0,804444	0,0626723	X
14	9	1,62778	0,0626723	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
12 - 13	*	-0,303333	0,18335
12 - 14	*	-1,12667	0,18335
13 - 14	*	-0,823333	0,18335

* indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza, que reafirma el rechazo de la hipótesis nula.

Se construyó el análisis multivariado de la ganancia de peso que se indica en la Tabla 29.

Tabla 29: Análisis multivariado de la ganancia de peso (%)

Resumen Estadístico			
	<i>Ganancia de peso (%)</i>	<i>Grados Brix</i>	<i>Pulsación de vacío mm Hg</i>
Recuento	27	27	27
Promedio	0,977778	13,0	233,333
Desviación Estándar	0,519633	0,83205	127,098
Coefficiente de Variación	53,1442%	6,40039%	54,4705%
Mínimo	0,41	12,0	100,0
Máximo	1,96	14,0	400,0
Rango	1,55	2,0	300,0
Sesgo Estandarizado	1,38898	0	0,858366
Curtosis Estandarizada	-1,12753	-1,65463	-1,65463

Las siguientes variables muestran curtosis estandarizada fuera del rango esperado, es decir ninguna, se pueden visualizar en los gráficos siguientes.

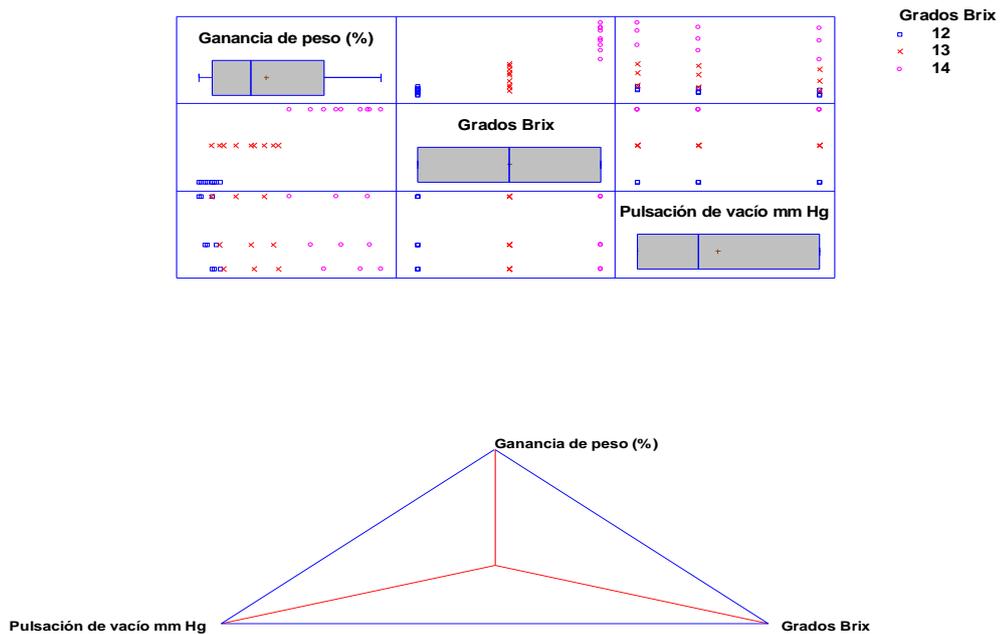


Fig. 29: Análisis multivariado de la ganancia de peso en los grados Brix y las pulsaciones de vacío.

Finalmente se determinó que se rechaza la hipótesis nula del incremento de peso por lo que hubo un incremento de peso para 14 Grados Brix, de 1,699 % con 100 mm Hg de pulsaciones de vacío.

b. Resultados de la porosidad para los diversas concentraciones según el diseño factorial.

Tabla 30: Resultados de la porosidad de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial.

Concentración (Brix)	Pulsación de vacío (mm Hg)	Porosidad (%)
12	400	19,52
12	200	19,46
12	100	19,39
12	400	19,41
12	200	19,38
12	100	19,32
12	400	19,28
12	200	19,26
12	100	19,17
13	400	19,22
13	200	19,16
13	100	19,07
13	400	19,12
13	200	19,02
13	100	18,07
13	400	18,01
13	200	17,79
13	100	17,56
14	400	17,13
14	200	17,01
14	100	16,53
14	400	16,02
14	200	15,74
14	100	15,04
14	400	15,02
14	200	14,16
14	100	14,02

Los resultados fueron analizados usando el análisis de varianza para el plan experimental usado, obtenida después del análisis de varianza, da los niveles de los porcentajes de porosidad como una función de las diferentes variables: concentración de azúcar, pulsaciones de vacío, como se muestra a continuación.

➤ Análisis de varianza de la respuesta para el porcentaje de porosidad.

$$H_0: \mu_{\text{exp}} = \mu_{\text{control}} = \text{Porosidad (\%)}$$

$$H_1: \mu_{\text{exp}} \neq \mu_{\text{control}}$$

Tabla 31: Resultados del análisis de varianza para la porosidad (%) – suma de cuadrados tipo III de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
COVARIABLES					
Pulsación de vacío mm Hg	1,05714	1	1,05714	1,82	0,1904
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Grados Brix	69,2341	2	34,6171	59,62	0,0000
RESIDUOS	13,3542	23	0,580619		
TOTAL (CORREGIDO)	83,6455	26			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La Tabla 31 presenta la ANOVA descompone la variabilidad de porosidad (%) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores- P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre porosidad (%) con un 95,0% de nivel de confianza, de nivel de confianza, que se muestra en la figura siguiente, donde se rechaza la hipótesis nula.

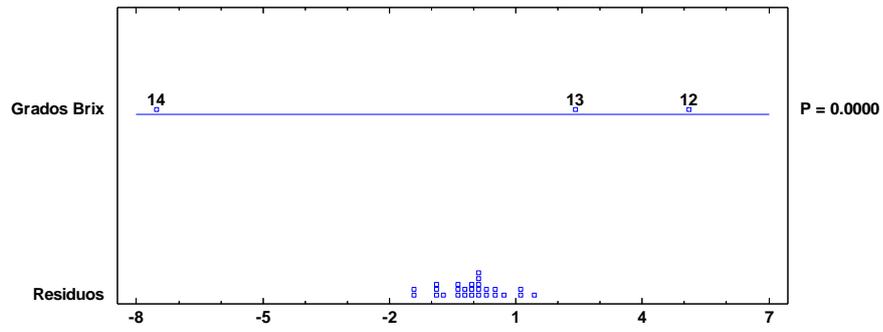


Fig. 30: ANOVA para variación de la porosidad.

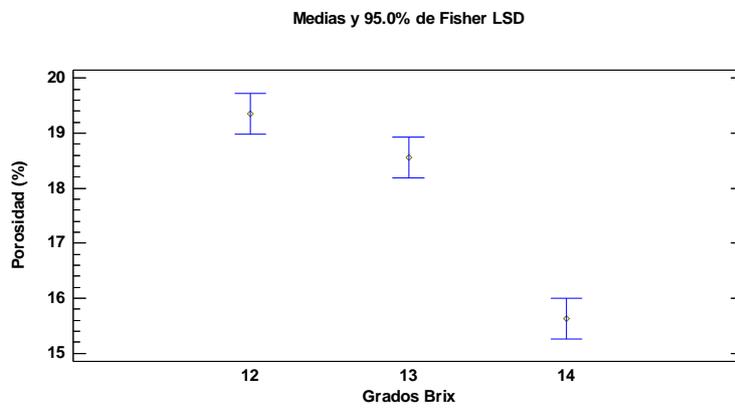


Fig. 31: Incremento de la porosidad para variación de los grados brix.

Tabla 32: Cuadro de medias por mínimos cuadrados para porosidad (%) con intervalos de confianza del 95%.

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	17,8474			
Grados Brix					
12	9	19,3544	0,253995	18,829	19,8799
13	9	18,5578	0,253995	18,0323	19,0832
14	9	15,63	0,253995	15,1046	16,1554

Se construyó la prueba múltiple de rangos para la porosidad por grados Brix que se indica en la Tabla 33.

Tabla 33: Pruebas múltiple rangos para porosidad (%) por grados Brix

Método: 95.0 porcentaje LSD				
<i>Grados Brix</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
14	9	15,63	0,253995	X
13	9	18,578	0,253995	X
12	9	19,3544	0,253995	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
12 - 13	*	0,796667	0,743068
12 - 14	*	3,72444	0,743068
13 - 14	*	2,92778	0,743068

* indica una diferencia significativa.

Se evaluó también el análisis multivariado para la porosidad como se indica en la Tabla 34.

Tabla 34: Análisis multivariado de la porosidad (%)

Resumen Estadístico			
	<i>Grados Brix</i>	<i>Porosidad (%)</i>	<i>Pulsación de vacío mm Hg</i>
Recuento	27	27	27
Promedio	13,0	17,8474	233,333
Desviación Estándar	0,83205	1,79364	127,098
Coefficiente de Variación	6,40039%	10,0498%	54,4705%
Mínimo	12,0	14,02	100,0
Máximo	14,0	19,52	400,0
Rango	2,0	5,5	300,0
Sesgo Estandarizado	0	-1,95578	0,858366
Curtosis Estandarizada	-1,65463	-0,500426	-1,65463

Las siguientes variables muestran curtosis estandarizada fuera del rango esperado; ninguna como se indica en las gráficas siguientes.

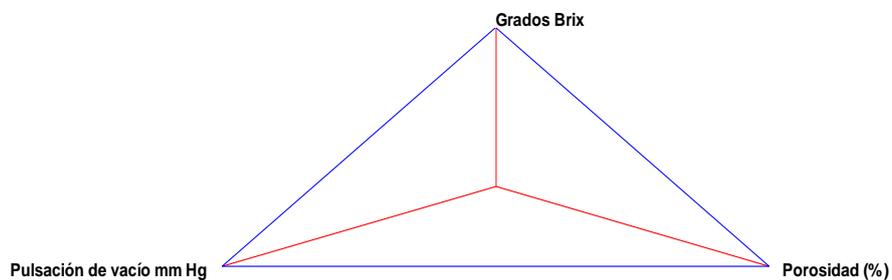
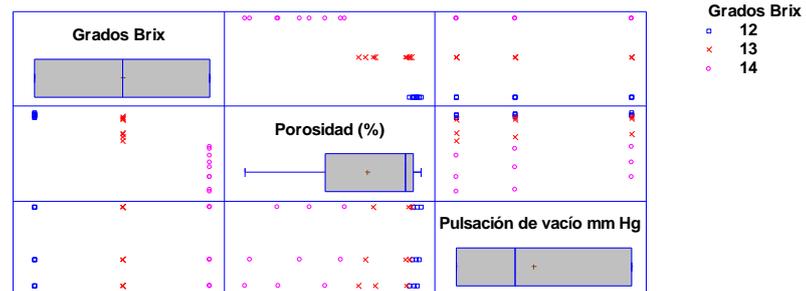


Fig. 32. Análisis multivariado de la porosidad en los grados Brix y las pulsaciones de vacío.

Finalmente se determina que se rechaza la hipótesis nula de la porosidad tiene una relación inversa a los valores de las pulsaciones de vacío y de los grados Brix

encontrándose que el mayor porcentaje de porosidad de 19,52 % , se mostró cuando el sistema en estudio estuvo a 12 Brix, 400 mm Hg de pulsaciones de vacío.

c. Resultados de la actividad enzimática para los diversas concentraciones según el diseño factorial.

Tabla 35. Resultados de la actividad enzimática de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial.

Concentración (Brix)	Pulsación de vacío (mm Hg)	Actividad enzimática
12	400	Negativo
12	200	Negativo
12	100	Negativo
12	400	Negativo
12	200	Negativo
12	100	Negativo
12	400	Negativo
12	200	Negativo
12	100	Negativo
13	400	Negativo
13	200	Negativo
13	100	Negativo
13	400	Negativo
13	200	Negativo
13	100	Negativo
13	400	Negativo
13	200	Negativo
13	100	Negativo
14	400	Negativo
14	200	Negativo
14	100	Negativo
14	400	Negativo
14	200	Negativo
14	100	Negativo
14	400	Negativo
14	200	Negativo
14	100	Negativo

d. Resultados de la Carga Microbiana del recuento total de aeróbicos mesófilos (UFC/g).

Tabla 36: Resultados de la carga microbiana de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial.

Concentración (Brix)	Pulsación de vacío (mm Hg)	Carga Microbiana recuento total (UFC/g)
12	400	10,1
12	200	10,45
12	100	10,02
12	400	5,02
12	200	5
12	100	4,2
12	400	3,5
12	200	3,2
12	100	2,8
13	400	9,02
13	200	8,6
13	100	8,2
13	400	5,02
13	200	4,8
13	100	3,8
13	400	3,2
13	200	2,6
13	100	1,8
14	400	4,2
14	200	3,8
14	100	2,8
14	400	1,06
14	200	1,02
14	100	0,98
14	400	0,92
14	200	0,88
14	100	0,84

Los resultados fueron analizados usando el análisis de varianza para el plan experimental usado, obtenida después del análisis de varianza, da los niveles de las cargas microbianas totales (UFC/g) como una función de las diferentes variables: concentración de azúcar, y pulsaciones de vacío, como se muestra a continuación.

- Análisis de varianza de la respuesta para la carga microbiana total (UFC/g)

$$H_0: \mu_{\text{exp}} = \mu_{\text{control}} = \text{Aeróbico mesófilos (UFC/g)}$$

$$H_1: \mu_{\text{exp}} \neq \mu_{\text{control}}$$

Tabla 37: Análisis de varianza para la carga microbiana (UFC/g) – suma de cuadrados tipo III.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
COVARIABLES					
Pulsación de vacío(mm Hg)	2,08743	1	2,08743	0,31	0,5831
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Grados Brix	89,3829	2	44,6914	6,63	0,0053
RESIDUOS	154,946	23	6,73677		
TOTAL (CORREGIDO)	246,416	26			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La Tabla 37 reporta el ANOVA que descompone la variabilidad de carga microbiana (UFC/g) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre carga microbiana (UFC/g) con un 95,0% de nivel de confianza; donde se rechaza la hipótesis nula.

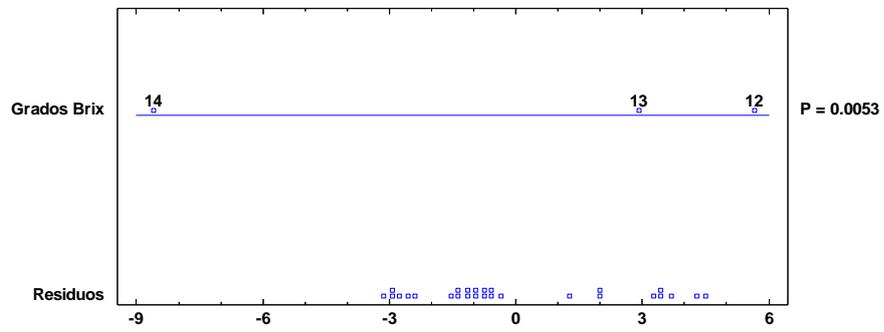


Fig. 33: ANOVA para variación de la carga microbiana total (UFC/g)

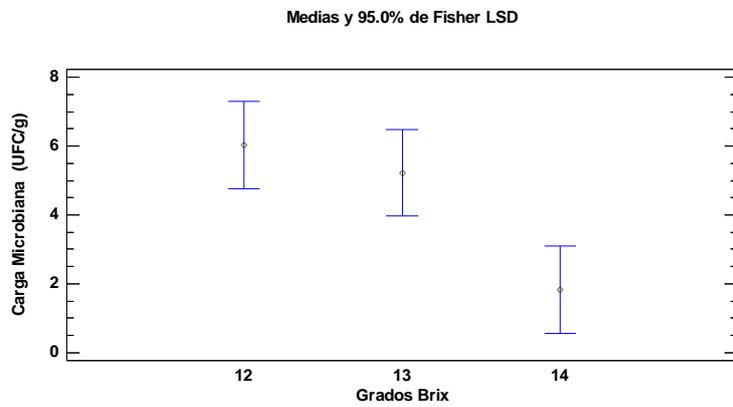


Fig. 34: Carga microbiana con respecto a las medias de los grados Brix

Tabla 38: Tabla de medias por mínimos cuadrados para carga microbiana (UFC/g) con intervalo de confianza del 95,0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	4,36407			
Grados Brix					
12	9	6,03222	0,865176	4,24246	7,82198
13	9	5,22667	0,865176	3,43691	7,01642
14	9	1,83333	0,865176	0,043576	3,62309

Se evaluó el análisis multivariado de la carga microbiana como se indica en la tabla 39.

Tabla 39: Análisis multivariado de la carga microbiana (UFC/g)

Resumen Estadístico			
	<i>Carga Microbiana (UFC/g)</i>	<i>Grados Brix</i>	<i>Pulsación de vacío(mm Hg)</i>
Recuento	27	27	27
Promedio	4,36407	13,0	233,333
Desviación Estándar	3,07856	0,83205	127,098
Coefficiente de Variación	70,5433%	6,40039%	54,4705%
Mínimo	0,84	12,0	100,0
Máximo	10,45	14,0	400,0
Rango	9,61	2,0	300,0
Sesgo Estandarizado	1,67928	0	0,858366
Curtosis Estandarizada	-0,510029	-1,65463	-1,65463

La Tabla 39 muestra el resumen estadístico para cada una de las variables seleccionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. De particular interés aquí es el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden usarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, las cuales tenderían a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos que se aplican habitualmente a estos datos, en este caso, las siguientes variables muestran valores de sesgo estandarizado y de curtosis estandarizada fuera del rango esperado, es decir ninguna.

Las siguientes variables muestran curtosis estandarizada fuera del rango esperado que es ninguna lo que ratifica el rechazo de la hipótesis nula.

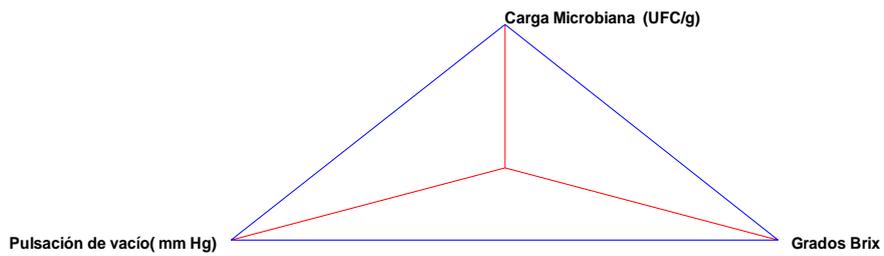
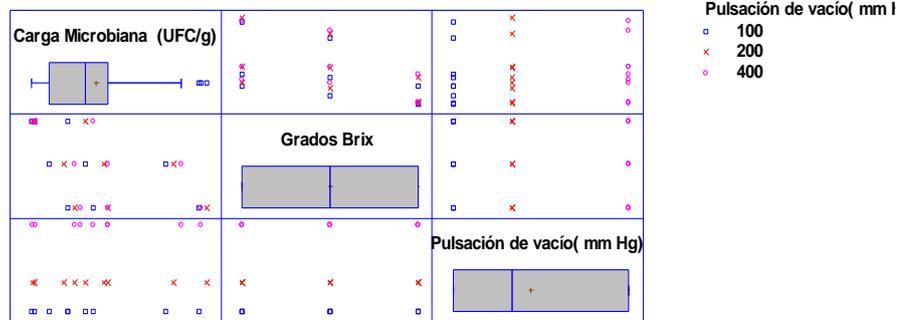


Figura 35: Análisis multivariado de la carga microbiana (UFC/g)

Se construyó las pruebas de múltiple rangos para carga microbiana total (UFC/g) por grados Brix como se reporta en la Tabla 40.

Tabla 40: Pruebas de múltiple rangos para carga microbiana total (UFC/g) por grados Brix

Método: 95,0 porcentaje LSD				
Grados Brix	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos
				Homogéneos
14	9	1,83333	0,313075	X
13	9	5,22667	0,313075	X
12	9	6,03222	0,313075	X
Contraste		Sig.	Diferencia	+/- Límites
12 - 13		*	0,805556	0,923574
12 - 14		*	4,19889	0,923574
13 - 14		*	3,39333	0,923574

* indica una diferencia significativa.

- e. **Resultados de la ganancia de peso, porosidad, carga microbiana del recuento total (UFC/g) para los diversas concentraciones según el diseño factorial.**

Tabla 41: Resultados de la ganancia de peso, porosidad, carga microbiana de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial

Grados Brix	Pulsación de vacío mm Hg	Ganancia de peso (%)	Porosidad (%)	Carga microbiana recuento total UFC/g
12	400	0,43	19,52	10,1
12	200	0,46	19,46	10,45
12	100	0,52	19,39	10,02
12	400	0,41	19,41	5,02
12	200	0,48	19,38	5
12	100	0,54	19,32	4,2
12	400	0,52	19,28	3,5
12	200	0,56	19,26	3,2
12	100	0,59	19,17	2,8
13	400	0,51	19,22	9,02
13	200	0,58	19,16	8,6
13	100	0,62	19,07	8,2
13	400	0,72	19,12	5,02
13	200	0,85	19,02	4,8
13	100	0,88	18,07	3,8
13	400	0,96	18,01	3,2
13	200	1,04	17,79	2,6
13	100	1,08	17,56	1,8
14	400	1,18	17,13	4,2
14	200	1,36	17,01	3,8
14	100	1,47	16,53	2,8
14	400	1,58	16,02	1,06
14	200	1,62	15,74	1,02
14	100	1,78	15,04	0,98
14	400	1,84	15,02	0,92
14	200	1,86	14,16	0,88
14	100	1,96	14,02	0,84

Los resultados fueron analizados usando el análisis de varianza para el plan experimental usado, obtenida después del análisis de varianza, da los niveles de ganancia de peso como una función de las diferentes variables: concentración de azúcar, pulsaciones de vacío, como se muestra a continuación.

- Análisis de varianza de la respuestas de las variables dependientes Ganancia de peso, Porosidad, y Carga microbiana en función de las variables independientes Grados Brix, y pulsaciones de vacío del diseño factorial.

$$H_0: \mu_{\text{exp}} = \mu_{\text{control}} = \text{Carga microbiana recuento total (UFC/g)}$$

$$H_1: \mu_{\text{exp}} \neq \mu_{\text{control}}$$

Tabla 42: Análisis de varianza para carga microbiana total (UFC/g) - suma de cuadrados tipo III

Fuente COVARIABLES	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Ganancia de peso (%)	0,360416	1	0,360416	0,95	0,3436
Porosidad (%)	1,98671	1	1,98671	5,22	0,0348
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Grados Brix	20,7626	2	10,3813	27,25	0,0000
B: Pulsaciones de vacío (mm Hg)	8,37867	2	4,18933	11,00	0,0008
RESIDUOS	6,85728	18	0,38096		
TOTAL (CORREGIDO)	246,416	26			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La Tabla 42 reporta la tabla ANOVA que descompone la variabilidad de Carga microbiana total (UFC/g) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados tipo III, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores, con las covariancia de ganancia de peso y porosidad, puesto que 4 valores-P son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre carga microbiana total (UFC/g) con un 95,0% de

nivel de confianza, que se muestra en la figura siguiente, donde se rechaza la hipótesis nula.

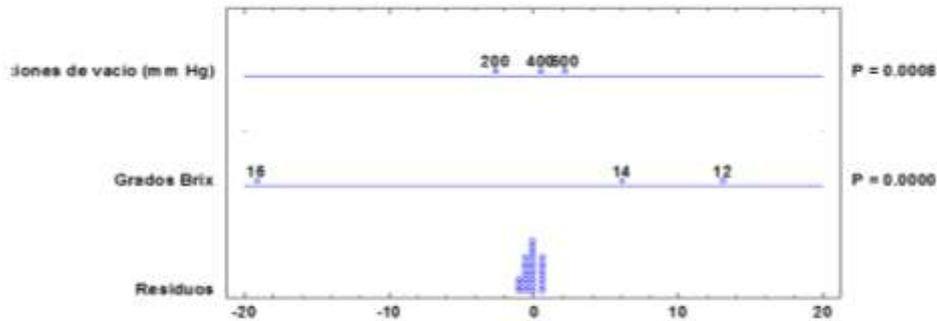


Fig. 36: ANOVA para variación de la carga microbiana total (UFC/g) y sus covariables.

Medias y 95.0% de Fisher LSD

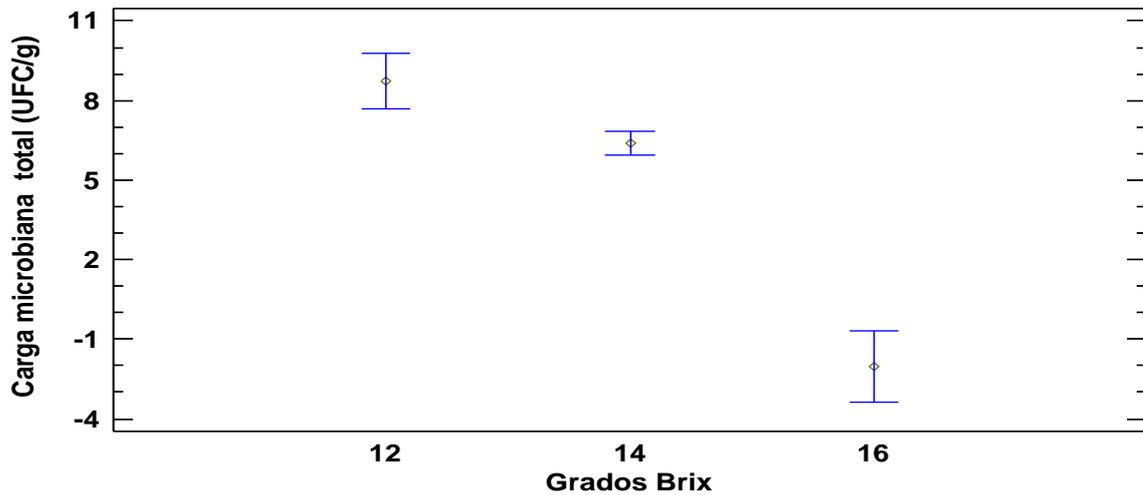


Figura 37: Decremento de la carga microbiana total para variación de los grados Brix

Tabla 43: Cuadro de medias por mínimos cuadrados para carga microbiana total (UFC/g) con intervalos de confianza del 95,0%

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GLOBAL	27	4,36407			
Grados Brix					
12	9	8,72592	0,691496	7,27314	10,1787
13	9	6,38231	0,310851	5,72924	7,03539
14	9	-2,01601	0,9077	-3,92302	-0,108997
Porosidad (%)					
17	9	8,58447	0,324586	7,90254	9,2664
18	9	3,47799	0,209477	3,03789	3,91808
19	9	1,02977	0,31604	0,365788	1,69374
Pulsaciones de vacío (mm Hg)					
100	9	3,4837	0,226766	3,00728	3,96012
200	9	4,52345	0,206784	4,08901	4,95789
400	9	5,08507	0,228502	4,605	5,56513

Se realizó las pruebas de múltiples rangos de la carga microbiana como se indica en la Tabla 44.

Tabla 44: Pruebas de múltiple rangos para carga microbiana total (UFC/g) por grados Brix

Método: 95,0 porcentaje LSD				
Grados Brix	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
14	9	-2,01601	0,9077	X
13	9	6,38231	0,310851	X
12	9	8,72592	0,691496	X
Contraste				
		Sig.	Diferencia	+/- Límites
	12 - 13	*	2,34361	1,11832
	12 - 14	*	10,7419	3,29867
	13 - 14	*	8,39832	2,41433

* indica una diferencia significativa.

La Tabla 44 reporta un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, la mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias, el asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas, no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

f. Resultados de la optimización para la obtener la vida útil a partir de ganancia de peso, porosidad, carga microbiana del recuento total (UFC/g), pulsaciones de vacío para los diversas concentraciones según el diseño factorial.

Tabla 45: Efectos estimados para la optimización de la vida útil.

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd.</i>	<i>V.I.F.</i>
Promedio	26,9688	2,56726	
A:Grados Brix	1,25	1,58455	1,0
B:Vacío	-1,41667	1,58455	1,0
C:Porosidad	1,91667	1,58455	1,0
D:Ganancia de peso	0,25	1,58455	1,0
E:Carga microbiana	-0,0833333	1,58455	1,0
AA	-11,4688	1,68067	1,28571
AB	-1,375	1,94067	1,0
AC	-5,625	1,94067	1,0
AD	-6,875	1,94067	1,0
AE	4,125	1,94067	1,0
BB	-8,71875	1,68067	1,28571
BC	-0,375	1,94067	1,0
BD	-0,125	1,94067	1,0
BE	3,375	1,94067	1,0
CC	-3,96875	1,68067	1,28571
CD	4,625	1,94067	1,0
CE	3,125	1,94067	1,0
DD	-4,21875	1,68067	1,28571
DE	-6,125	1,94067	1,0
EE	-0,71875	1,68067	1,28571

Errores estándar basados en el error total con 7 g.l.

En la Tabla 45 se muestran las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1,28571. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

Para graficar los estimados en orden decreciente de importancia, seleccione diagrama de Pareto de la lista de opciones gráficas. Para probar la significancia estadística de los efectos, seleccione Tabla ANOVA de la lista de opciones tabulares.

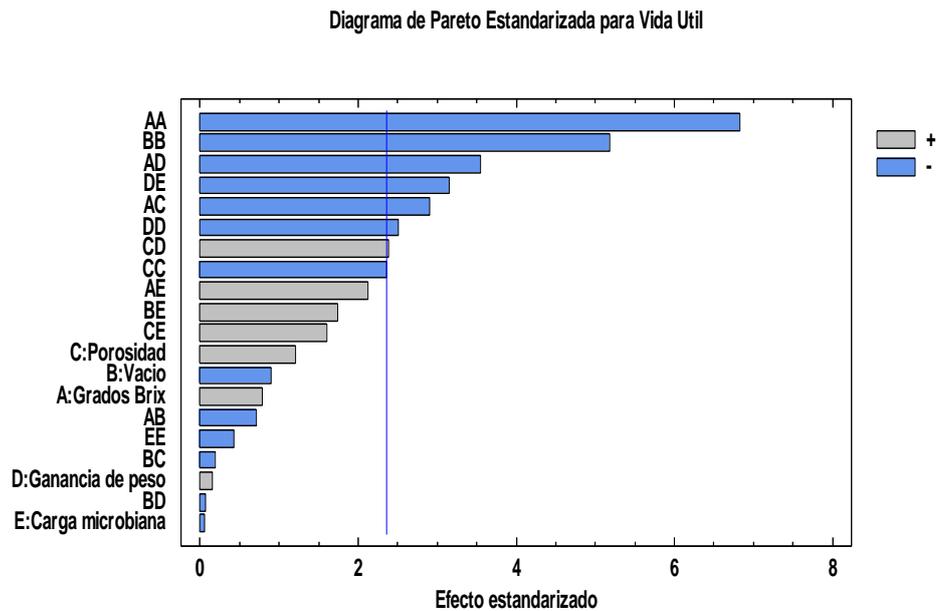


Fig. 38: Diagrama de Pareto para la estandarización de la vida útil.

Tabla 46: Análisis de varianza para la vida útil

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Grados Brix	9,375	1	9,375	0,62	0,4561
B:Vacio	12,0417	1	12,0417	0,80	0,4010
C:Porosidad	22,0417	1	22,0417	1,46	0,2657
D:Ganancia de peso	0,375	1	0,375	0,02	0,8791
E:Carga microbiana	0,0416667	1	0,0416667	0,00	0,9595
AA	701,505	1	701,505	46,57	0,0002
AB	7,5625	1	7,5625	0,50	0,5015
AC	126,563	1	126,563	8,40	0,0230
AD	189,063	1	189,063	12,55	0,0094
AE	68,0625	1	68,0625	4,52	0,0711
BB	405,422	1	405,422	26,91	0,0013
BC	0,5625	1	0,5625	0,04	0,8523
BD	0,0625	1	0,0625	0,00	0,9504
BE	45,5625	1	45,5625	3,02	0,1256
CC	84,0052	1	84,0052	5,58	0,0502
CD	85,5625	1	85,5625	5,68	0,0487
CE	39,0625	1	39,0625	2,59	0,1514
DD	94,9219	1	94,9219	6,30	0,0404
DE	150,063	1	150,063	9,96	0,0160
EE	2,75521	1	2,75521	0,18	0,6817
Error total	105,453	7	15,0647		
Total (corr.)	1827,0	27			

R-cuadrada = 94,2281 por ciento
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 77,7368 por ciento
Error estándar del est. = 3,88133
Error absoluto medio = 1,43229
Estadístico Durbin-Watson = 2,51135 (P=0,9376)
Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,347625

La Tabla 44 presenta el ANOVA que particiona la variabilidad de vida útil en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 7 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

A partir de la Tabla 44 se construyeron los gráficos siguientes

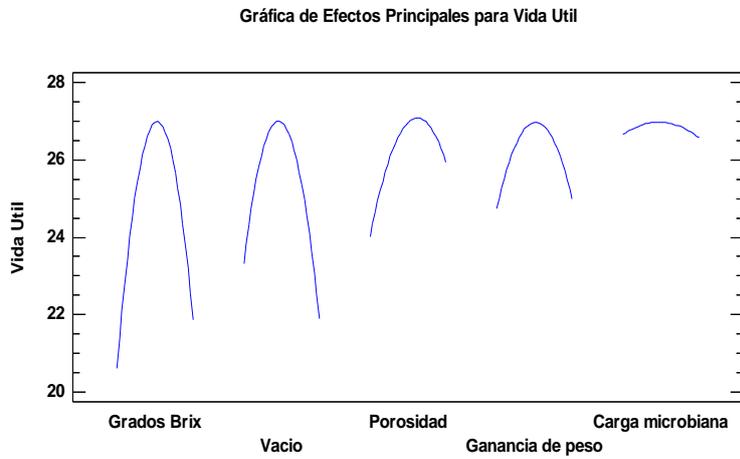


Fig. 39: Efectos principales de los factores para la vida útil.

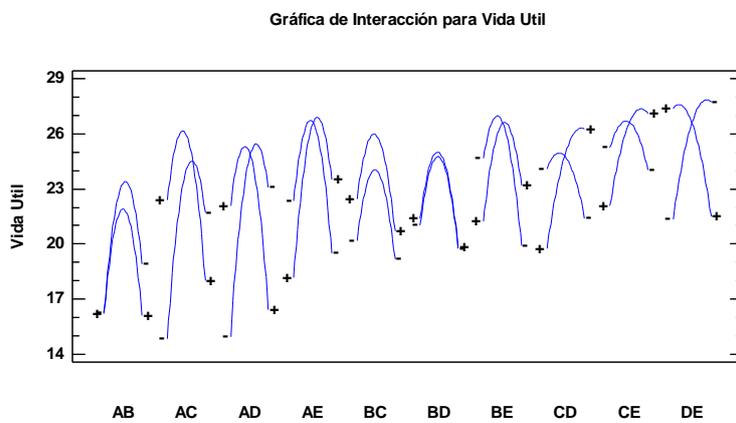


Fig. 40: Grafica de la interacción de los factores para la vida útil.

Se evaluó la matriz de correlación para los efectos estimados en la tabla 46 que permitió construir la Tabla 47 que se indica seguidamente.

Tabla 47: Matriz de correlación para los efectos estimados

(1)	promedio	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
(2)	A:Grados Brix	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,6547	0,0000	0,0000	0,0000	
(3)	B:Vacio	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(4)	C:Porosidad	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(5)	D:Ganancia de peso	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(6)	E:Carga microbiana	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(7)	AA	-0,6547	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(8)	AB	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(9)	AC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	
(10)	AD	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	
(11)	AE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(12)	BB	-0,6547	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	
(13)	BC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(14)	BD	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(15)	BE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(16)	CC	-0,6547	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	
(17)	CD	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(18)	CE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(19)	DD	-0,6547	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	
(20)	DE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
(21)	EE	-0,6547	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	
		(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
(1)		0,0000	-0,6547	0,0000	0,0000	0,0000	-0,6547	0,0000	0,0000	-0,6547	0,0000	-0,6547
(2)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(3)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(4)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(5)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(6)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(7)		0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,3333
(8)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(9)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(10)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(11)		1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(12)		0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,3333
(13)		0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(14)		0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(15)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(16)		0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,3333
(17)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(18)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(19)		0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,3333
(20)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
(21)		0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	1,0000

La Tabla 47 muestra la matriz de correlación donde se indica el grado de confusión entre los efectos. Un diseño perfectamente ortogonal mostrará una matriz diagonal con 1's en la diagonal y 0's fuera de ella. Cualquier término distinto de cero implica que los estimados de los efectos correspondientes a esa fila y columna estarán correlacionados.

En este caso, hay 10 pares de efectos con interacción distinta de cero. No obstante, como ninguna es mayor o igual que 0,5; probablemente será capaz de interpretar los resultados sin mucha dificultad, lo que confirma la ecuación de estimación.

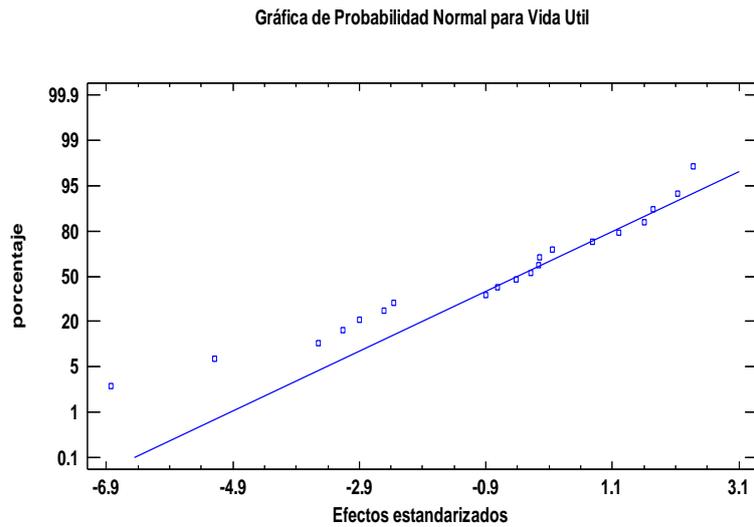


Fig. 41: Gráfica de la probabilidad de la ecuación estimada para la vida útil.

Se estableció el coeficiente de regresión para la vida útil para los tratamientos en la vida útil a partir de ganancia de peso, porosidad, carga microbiana del recuento total (UFC/g), pulsaciones de vacío.

Tabla 48: Cuadro para el coeficiente de regresión para la vida útil

<i>Coefficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	-2215,83
A:Grados Brix	202,131
B:Vacío	-0,0321541
C:Porosidad	103,188
D:Ganancia de peso	17,3745
E:Carga microbiana	-10,0505
AA	-5,73437
AB	-0,00458333
AC	-2,8125
AD	-4,49346
AE	0,445464
BB	-0,00019375
BC	-0,00125
BD	-0,000544662
BE	0,00242981
CC	-1,98437
CD	3,02288
CE	0,337473
DD	-3,60438
DE	-0,864637
EE	-0,0167643

La ecuación para optimización de la vida útil mediante la regresión que se ha ajustado a los datos, genera la ecuación del modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Vida Útil} = & -2215,83 + 202,131*\text{Grados Brix} - 0,0321541*\text{Vacío} + 103,188*\text{Porosidad} \\ & + 17,3745*\text{Ganancia de peso} - 10,0505*\text{Carga microbiana} - 5,73437*\text{Grados Brix}^2 - \\ & 0,00458333*\text{Grados Brix}*\text{Vacío} - 2,8125*\text{Grados Brix}*\text{Porosidad} - 4,49346*\text{Grados} \\ & \text{Brix}*\text{Ganancia de peso} + 0,445464*\text{Grados Brix}*\text{Carga microbiana} - \\ & 0,00019375*\text{Vacío}^2 - 0,00125*\text{Vacío}*\text{Porosidad} - 0,000544662*\text{Vacío}*\text{Ganancia de} \\ & \text{peso} + 0,00242981*\text{Vacío}*\text{Carga microbiana} - 1,98437*\text{Porosidad}^2 + \\ & 3,02288*\text{Porosidad}*\text{Ganancia de peso} + 0,337473*\text{Porosidad}*\text{Carga microbiana} - \\ & 3,60438*\text{Ganancia de peso}^2 - 0,864637*\text{Ganancia de peso}*\text{Carga microbiana} - \\ & 0,0167643*\text{Carga microbiana}^2 \end{aligned}$$

Se graficó la ecuación para la optimización de la vida útil a partir de la ganancia de peso, porosidad, carga microbiana del recuento total (UFC/g), pulsaciones de vacío como se presenta en la figuras 42 y 43.

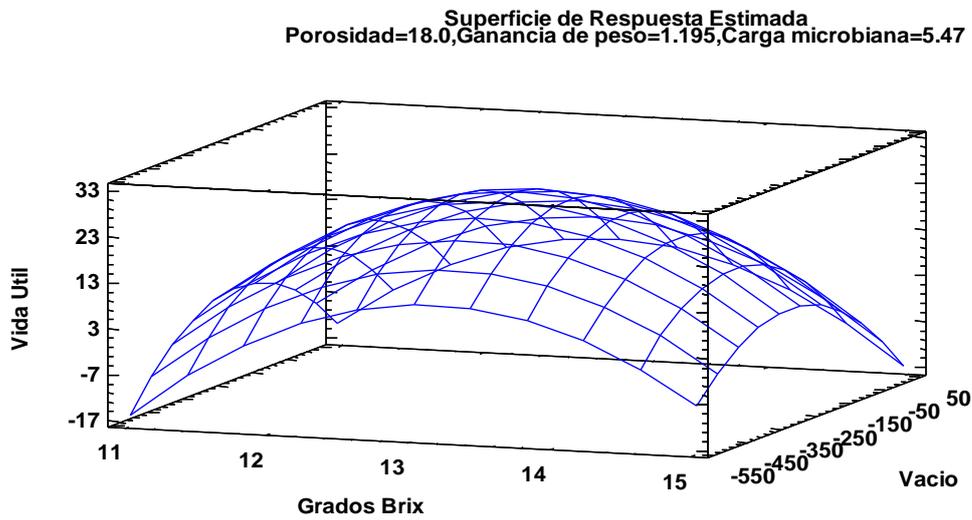


Fig. 42: Grafica de la superficie de respuesta estimada de la ecuación de la estimación de la vida útil.

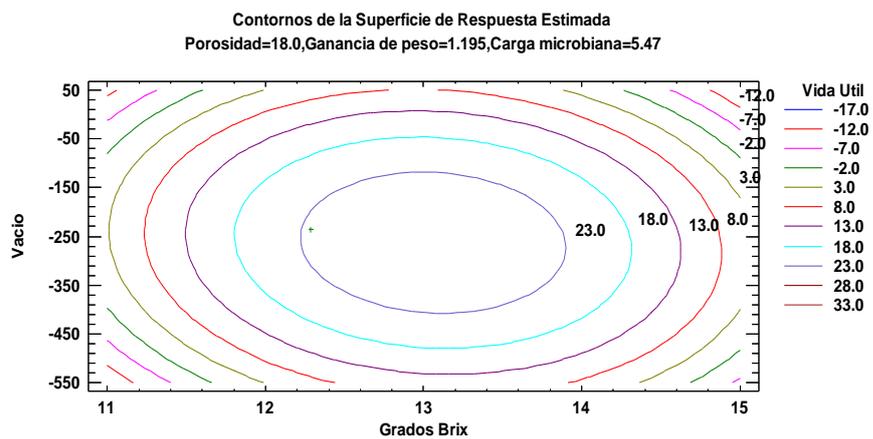


Fig. 43: Grafica de los contornos de la superficie de respuesta estimada de la ecuación de la estimación de la vida útil.

Se evaluó los valores para la optimización del tiempo de vida útil de los gráficos anteriores como se reporta en la tabla 49.

Tabla 49: Valores para optimización del tiempo de vida útil, a partir de ganancia de peso, porosidad, carga microbiana del recuento total (UFC/g), pulsaciones de vacío para los diversas concentraciones según el diseño factorial.

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Grados Brix	11,0	15,0	12,2834
Vacío	-550,0	50,0	-236,39
Porosidad	16,0	20,0	18,9137
Ganancia de peso	-0,335	2,725	2,725
Carga microbiana	-3,79	14,73	-3,79

Optimizar Respuesta

Meta: maximizar Vida Útil

Valor óptimo = 36.2098

Considerando los resultados de los tratamiento factoriales analizados se determina que la solución isotónica de 14 grados Brix, 100 mm Hg y con el desarrollo de una porosidad de 19.69 % sin presentar actividad enzimática con una carga inicial de >2.486 UFC/g, se realizaron las pruebas de almacenamientos

4.4. Resultados del tratamiento óptimo del almacenamiento de la pulpa tratada.

El mejor tratamiento térmico usado para las pruebas de almacenamiento usado fue de solución isotónica de 14 grados Brix y la pulsación de vacío de 100 mm Hg con una porosidad de 19,69 % con una carga inicial de > 2,486 UFC/g de carga aeróbica mesófilas, el mejor tratamiento cumple con las normas legales como lo establece la norma RM N° 615 – SA/DM (2003).

- a. **Resultados de la optimización de la vida útil de almacenamiento del tratamiento óptimo evaluando los factores tasa de respiración, firmeza de la pulpa, acidez titulable, azúcares reductores, y carga aeróbicas mesófilas; manteniendo constante la temperatura la humedad relativa y el pH.**

Tabla 50: Variaciones de los resultados de la optimización de la vida útil de almacenamiento del tratamiento óptimo evaluando los factores tasa de respiración, firmeza de la pulpa, acidez titulable, azúcares reductores, y carga aeróbicas mesófilas; manteniendo constante la temperatura la humedad relativa, el pH y su acidez titulable.

Días de Vida Útil	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Tasa de respiración (mL CO ₂)	Tasa de respiración Kcal/ton/día	Firmeza de la pulpa (Kg/mm de deformación)	Acidez iónica (pH)	Acidez titulable (% Acido Málico)	Azúcares reductores (%)	Carga Aeróbicas Mesófilas (UFC/g) x10 ²
1	5	85	7.68	936.96	12.54	3.5	0.485	3.018	0.62
2	5	85	7.686	937.692	12.59	3.5	0.485	3.018	0.65
3	5	85	7.887	962.214	12.68	3.5	0.485	3.019	0.66
4	5	85	7.902	964.044	12.88	3.5	0.485	3.02	0.68
5	5	85	7.906	964.532	12.91	3.5	0.485	3.022	0.69
6	5	85	7.986	974.292	12.96	3.5	0.485	3.025	0.73
7	5	85	7.988	974.536	13.02	3.5	0.485	3.025	0.75
8	5	85	7.989	974.658	13.08	3.5	0.485	3.026	0.79
9	5	85	8.002	976.244	13.11	3.5	0.485	3.027	0.81
10	5	85	8.025	979.05	13.14	3.5	0.485	3.029	0.85
11	5	85	8.049	981.978	13.18	3.5	0.485	3.029	0.89
12	5	85	8.097	987.834	13.2	3.5	0.485	3.031	0.91
13	5	85	8.107	989.054	13.26	3.5	0.485	3.035	0.94
14	5	85	8.109	989.298	13.29	3.5	0.485	3.036	0.96
15	5	85	8.129	991.738	13.31	3.5	0.485	3.036	0.97
16	5	85	8.235	1004.67	13.35	3.5	0.485	3.038	0.98
17	5	85	8.354	1019.188	13.29	3.5	0.485	3.038	0.99
18	5	85	8.595	1048.59	13.3	3.5	0.485	3.041	1.02
19	5	85	8.89	1084.58	13.35	3.5	0.485	3.042	1.06
20	5	85	8.973	1094.706	13.51	3.5	0.485	3.043	1.08
21	5	85	8.992	1097.024	13.55	3.5	0.485	3.043	1.09
22	5	85	9.012	1099.464	13.57	3.5	0.485	3.045	1.13
23	5	85	9.347	1140.334	13.58	3.5	0.485	3.048	1.16
24	5	85	9.589	1169.858	13.61	3.5	0.485	3.049	1.19
25	5	85	10	1195.6	13.63	3.5	0.485	3.053	1.22
26	5	85	10.001	1220.122	13.67	3.5	0.485	3.053	1.26
27	5	85	10.205	1245.01	13.69	3.5	0.485	3.055	1.31
28	5	85	10.648	1299.056	13.77	3.5	0.485	3.068	1.33
29	5	85	10.895	1329.19	13.79	3.5	0.485	3.07	1.35
30	5	85	10.936	1334.192	13.82	3.5	0.485	3.076	1.55
31	5	85	11.678	1424.716	13.85	3.5	0.485	3.089	1.76
32	5	85	11.688	1425.936	13.89	3.5	0.485	3.162	1.95
33	5	85	11.796	1439.112	13.91	3.5	0.485	3.28	2.03
34	5	85	11.897	1451.434	13.95	3.5	0.485	3.85	2.08
35	5	85	11.937	1456.314	13.97	3.5	0.485	4.89	2.15
36	5	85	11.988	1462.536	13.99	3.5	0.485	5.02	2.98

Se desarrollaron los efectos estimados para los días de vida útil en almacenamiento del tratamiento óptimo como se indica en la Tabla 51.

Tabla 51: Efectos estimados para los días de vida útil en almacenamiento del tratamiento óptimo de la pulpa de durazno con 14 grados Brix, acidez iónica de 3,5, pulsación de vacío de 100 mm Hg y una porosidad 19,69 %.

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd.</i>	<i>V.I.F.</i>
promedio	25,4999	4,9875	
A:Tasa Respiración	-0,249949	2,87952	1,0
B:Textura	1,58336	2,87953	1,0
C:Azucares reductores	2,91664	2,87953	1,0
D:Mesófilos UFC/g x 10 ²	-3,08337	2,87953	1,0
AA	-6,31246	3,37657	1,48076
AB	-3,87497	3,52667	1,0
AC	3,62497	3,52667	1,0
AD	5,37496	3,52667	1,0
BB	-4,81245	3,37655	1,48076
BC	0,375	3,5267	1,0
BD	-4,375	3,5267	1,0
CC	-10,3124	3,37655	1,48076
CD	1,125	3,5267	1,0
DD	-4,56245	3,37655	1,48076

Errores estándar basados en el error total con 11 g.l.

A partir de las tablas 50 y 51 se construyó el gráfico siguiente.

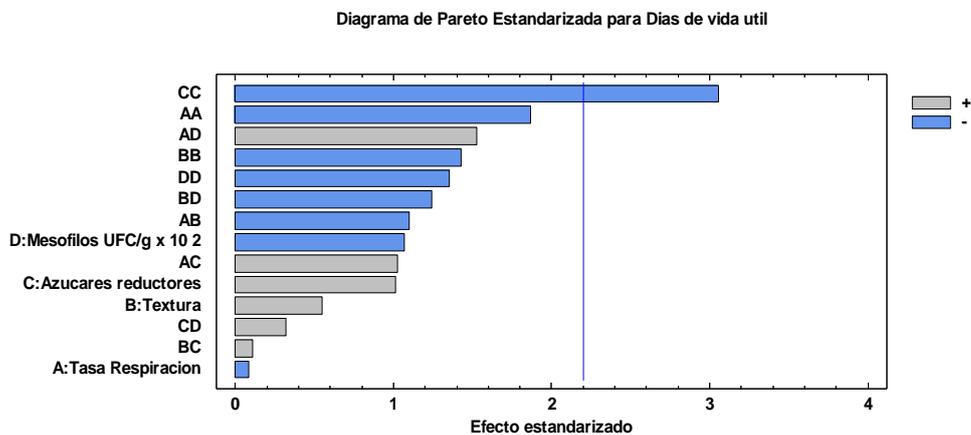


Fig. 44: Diagrama de Pareto estandarizada para los días de vida útil en el almacenamiento.

Se evaluó el análisis de variancia para los días de vida útil en almacenamiento del tratamiento óptimo de la pulpa de durazno, como se reporta en la Tabla 52.

Tabla 52: Análisis de varianza para los días de vida útil en almacenamiento del tratamiento óptimo de la pulpa de durazno con 14 grados Brix, acidez iónica de 3,5; pulsación de vacío de 100 mm Hg y una porosidad 19,69 %.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tasa Respiración	0,374851	1	0,374851	0,01	0,9324
B:Textura	15,0422	1	15,0422	0,30	0,5934
C:Azucares reductores	51,0407	1	51,0407	1,03	0,3329
D:Mesofilos UFC/g x 10 ²	57,0432	1	57,0432	1,15	0,3072
AA	173,877	1	173,877	3,49	0,0884
AB	60,0625	1	60,0625	1,21	0,2953
AC	52,5625	1	52,5625	1,06	0,3261
AD	115,563	1	115,563	2,32	0,1557
BB	101,061	1	101,061	2,03	0,1818
BC	0,5625	1	0,5625	0,01	0,9172
BD	76,5625	1	76,5625	1,54	0,2406
CC	464,059	1	464,059	9,33	0,0110
CD	5,0625	1	5,0625	0,10	0,7557
DD	90,8334	1	90,8334	1,83	0,2038
Error total	547,254	11	49,7503		
Total (corr.)	1462,5	25			

R-cuadrada = 62,581 porciento
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 14,9567 porciento
Error estándar del est. = 7,05339
Error absoluto medio = 3,69553
Estadístico Durbin-Watson = 0,996846 (P=0,0031)
Auto correlación residual de Lag 1 = 0,50051

La Tabla 52 presenta el ANOVA particiona la variabilidad de días de vida útil en almacenamiento en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen una valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 62,581% de la variabilidad en días de vida útil.

El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 14,9567%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 7,05339. El error medio absoluto (MAE) de 3,69553 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación

significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-P es menor que 5,0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5,0%; que permiten graficar estos valores que se indican en graficas encontradas reportadas seguidamente.

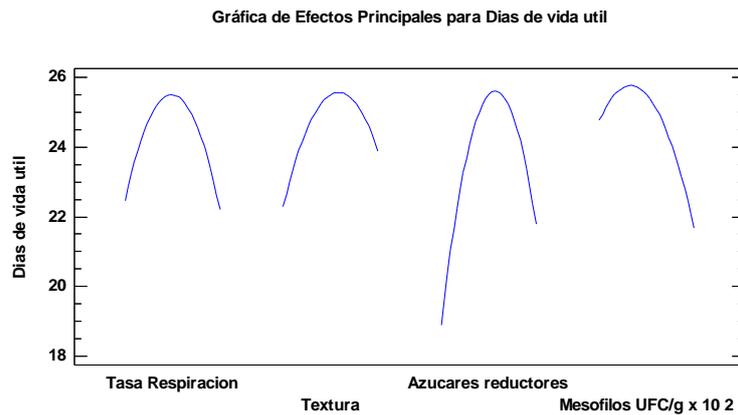


Fig. 45: Efectos de la tasa de respiración, textura, azucares reductores y la carga microbiana mesófila sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento.

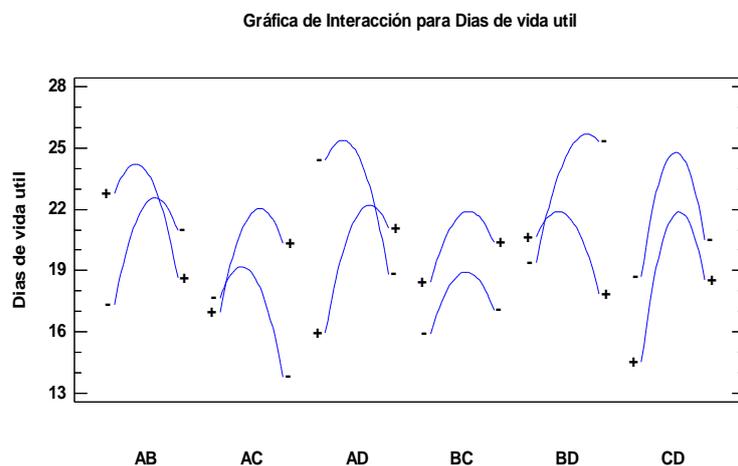


Fig. 46: Interrelación de los efectos de la tasa de respiración, textura, azucares reductores y la carga microbiana mesófila sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento.

Se desarrolló la matriz de correlación para los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento como se presenta en la Tabla 53.

Tabla 53: Matriz de correlación para los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) Promedio	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,7385	0,0000	0,0000	0,0000
(2) A:Tasa Respiración	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(3) B:Textura	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(4) C:Azúcares reductores	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(5) D:Mesofilos UFC/g x 10 ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(6) AA	-0,7385	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(7) AB	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
(8) AC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
(9) AD	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
(10) BB	-0,7385	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4545	0,0000	0,0000	0,0000
(11) BC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(12) BD	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(13) CC	-0,7385	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4545	0,0000	0,0000	0,0000
(14) CD	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(15) DD	-0,7385	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4545	0,0000	0,0000	0,0000

	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
(1)	-0,7385	0,0000	0,0000	-0,7385	0,0000	-0,7385
(2)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(3)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(4)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(5)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(6)	0,4545	0,0000	0,0000	0,4545	0,0000	0,4545
(7)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(8)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(9)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(10)	1,0000	0,0000	0,0000	0,4545	0,0000	0,4545
(11)	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(12)	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
(13)	0,4545	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,4545
(14)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
(15)	0,4545	0,0000	0,0000	0,4545	0,0000	1,0000

La Tabla anterior presenta la matriz de correlación que muestra el grado de confusión entre los efectos. Un diseño perfectamente ortogonal mostrará una matriz diagonal con 1's en la diagonal y 0's fuera de ella. Cualquier término distinto de cero implica que los estimados de los efectos correspondientes a esa fila y columna estarán correlacionados. En este caso, hay 6 pares de efectos con interacción distinta de cero. No obstante, como

ninguna es mayor o igual que 0,5; probablemente será capaz de interpretar los resultados sin mucha dificultad, y permite confirmar la estimación de la ecuación de optimización de la vida útil en almacenamiento confirmada con la gráfica de la probabilidad que seguidamente se reporta.

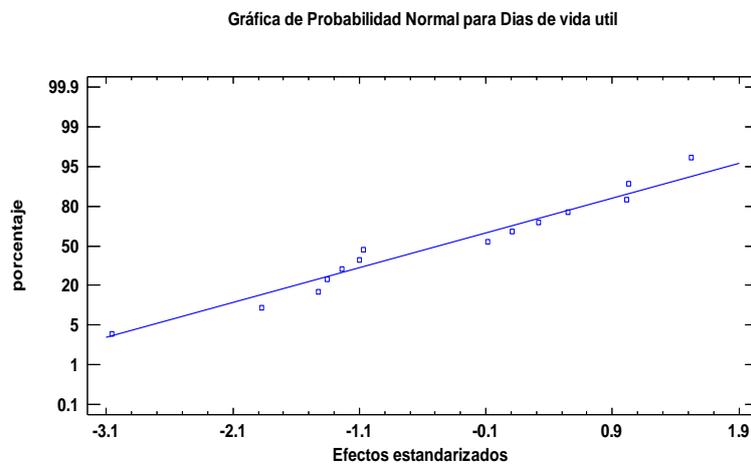


Fig. 47: Grafica de la probabilidad Normal para los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento.

Se determinó el coeficiente de regresión para el cálculo de los días de vida útil en los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento.

Tabla 54: Coeficiente de regresión para el cálculo de los días de vida útil en los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento.

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
Constante	-1105,39
A:Tasa Respiración	0,200797
B:Textura	138,307
C:Azúcares reductores	30,2689
D:Mesófilos UFC/g x 10 ²	26,198
AA	-0,0000457044
AB	-0,0101694
AC	0,00689025
AD	0,00866678
BB	-4,57783
BC	0,258362
BD	-2,55698
CC	-5,14593
CD	0,476219
DD	-1,63834

Esta Tabla muestra la ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos para los días de vida útil en los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento

$$\begin{aligned} \text{Días de vida útil de almacenamiento} = & -1105,39 + 0,200797 * \text{Tasa Respiración} + \\ & 138,307 * \text{Textura} + 30,2689 * \text{Azúcares reductores} + 26,198 * \text{Mesófilos UFC/g x } 10^2 - \\ & 0,0000457044 * \text{Tasa Respiración}^2 - 0,0101694 * \text{Tasa Respiración} * \text{Textura} + \\ & 0,00689025 * \text{Tasa Respiración} * \text{Azúcares reductores} + 0,00866678 * \text{Tasa} \\ & \text{Respiración} * \text{Mesófilos UFC/g x } 10^2 - 4,57783 * \text{Textura}^2 + \\ & 0,258362 * \text{Textura} * \text{Azúcares reductores} - 2,55698 * \text{Textura} * \text{Mesófilos UFC/g x } 10^2 - \\ & 5,14593 * \text{Azúcares reductores}^2 + 0,476219 * \text{Azúcares reductores} * \text{Mesófilos UFC/g x } \\ & 10^2 - 1,63834 * \text{Mesófilos UFC/g x } 10^2 \end{aligned}$$

Se graficó la ecuación para la optimización de la vida útil a partir de los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento como se reporta en las figuras 48 y 49.

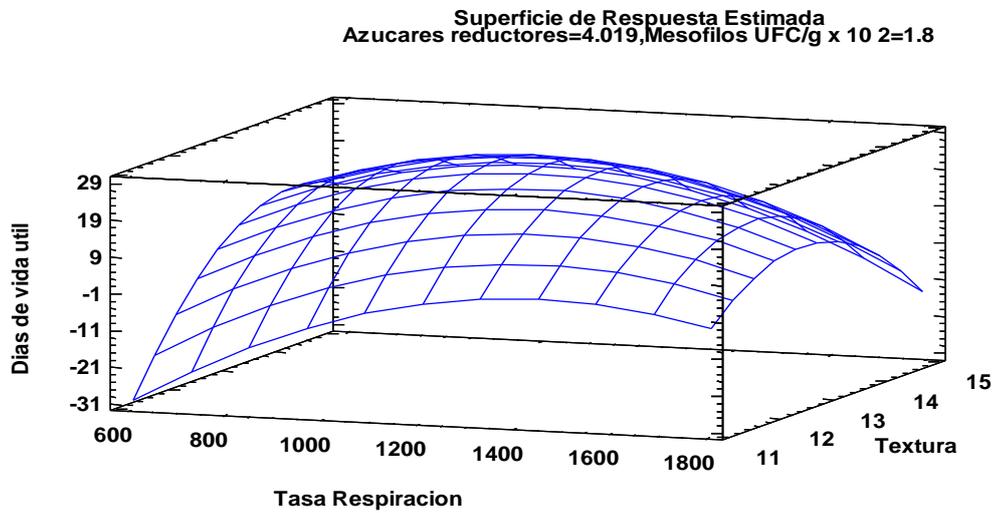


Fig. 48: Grafica de la superficie de respuesta estimada para los días de vida útil en los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófila en la pulpa de durazno en almacenamiento

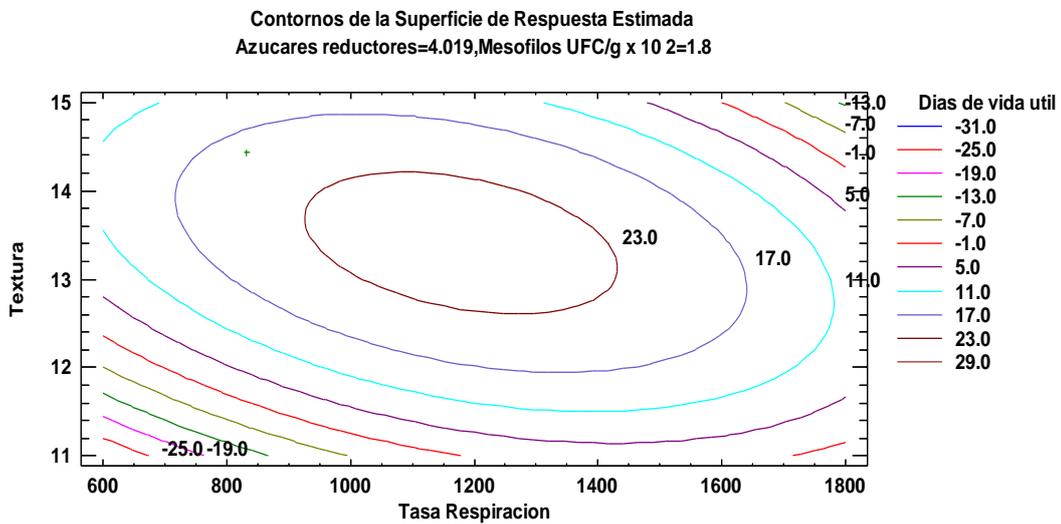


Fig. 49: Contornos de la superficie de respuesta estimada para los días de vida útil en los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófila en la pulpa de durazno en almacenamiento

Se evaluó los valores para la optimización del tiempo de vida útil de los gráficos anteriores como se reporta en la tabla 55.

Tabla 55: Valores para optimización del tiempo de vida útil, en los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas en la pulpa de durazno en almacenamiento

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Tasa Respiración	674,172	1725,32	832,167
Textura	11,815	14,715	14,4318
Azúcares reductores	2,017	6,021	3,83696
Mesófilos UFC/g x 10 ²	-0,56	4,16	-0,508062

Meta: maximizar Días de vida útil
 Valor óptimo = 27.6

4.5. Resultados de la Evaluación sensorial.

Se utilizó la ficha para la prueba de aceptación del Tabla 6 cuyos resultados de 20 panelistas entrenados se muestran en el cuadro siguiente.

Tabla 56: Resultado de la comparación pareada simple de 20 panelistas entrenados

	JUEZ																			
Opción del panelista	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Hay diferencia	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1
No hay diferencia	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2

a. Planteamiento de la Hipótesis.

Hp: No hay diferencia entre las muestras

Ha: Si existen diferencias entre las muestras.

b. Nivel de significación: $\alpha = 0,05$

c. Desarrollo de la prueba de Hipótesis “T”

d. Suposiciones:

- Los datos siguen una distribución normal.
- Las muestras son elegidas aleatoriamente.

e. Criterios de decisión:

Se acepta Hp si $T_{tab} \leq 1,671$

Se rechaza Hp si $T_{tab} > 1,671$ se obtiene de la distribución de T con los niveles de significación 0,05 y con los grados de libertad 60.

f. Desarrollo de la prueba estadística:

- Número de respuestas acertadas (que hay diferencias) : 24
- Número de observaciones totales es de $3 \times 20 = 60$
- Cálculo del valor de la media
 $M = 60 \times 0,5 = 30$
- Cálculo de la desviación estándar.
 $S = 60 \times 0,5 \times 0,5 = 15$
- Cálculo del valor de T_{cal}

$$T_{cal} = 24 - 30 / 15 = - 0,4$$

De los resultados se indica que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la Hp, debido a que T_{cal} es menor que T_{tab} , o sea que el valor de T_{cal} se encuentra dentro de la zona de aceptación, se concluye entonces que no existe diferencia significativa entre los

tratamientos a un nivel de 0.05 luego se acepta el durazno sometido a soluciones isotónicas tratada.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.

5.1. Discusión de la caracterización del durazno.

a. Discusión de las medidas biométricas del durazno.

Los frutos se caracterizaron en sus medidas biométricas, reportadas en la Tabla 8; por un amplio rango de pesos promedios que varió de 56,4 a 126,4 g como se muestra en la figura siguiente; y que analizados por la distribución de frecuencias, previa normalidad de los datos, permitió predecir las siguientes cinco categorías de calidad de interés comercial: (extra: > 126,4 g), I (126,4-106,4 g), II (106,4-86,4 g), III (86,4 -66,4 g) y IV (< 66,4 g), esta última categoría, designada como “pequeños”, es la menos comercial y los productores la utilizan para preparar dulces artesanales ; y coinciden por lo manifestado por García (2006).

b. Discusión de los resultados del peso.

Las Figuras, 3, 4 y 5 coinciden por lo manifestado por García (2006), para su clasificación internacional en las categorías ya indicadas, estas consideraciones indican que el durazno del Callejón de Huaylas tiene la aptitud para su comercialización como frutas frescas y procesadas.

c. Discusión de los resultados del diámetro ecuatorial.

Las Figuras 6, 7, y 8 coinciden por lo manifestado por García (2006), para su clasificación internacional en las categorías ya indicadas, estas consideraciones indican que el durazno del Callejón de Huaylas tiene la aptitud para su comercialización como fruta fresca y procesada.

d. Discusión de los resultados de las áreas del durazno.

Las Figuras 9,10, y 11 coinciden por lo manifestado por García (2006), para su clasificación internacional en las categorías ya indicadas, estas consideraciones indican que el durazno del Callejón de Huaylas tiene la aptitud para su comercialización como frutas frescas y procesadas.

e. Discusión de los resultados del volumen del durazno.

Las Figuras 12, 13, y 14 coinciden por lo manifestado por García (2006), para su clasificación internacional en las categorías ya indicadas, estas consideraciones indican que el durazno del Callejón de Huaylas tiene la aptitud para su comercialización como frutas frescas y procesadas. También se complementaron con reportado en la Tabla 09 ya que los reportes del cuadro coinciden por lo manifestado por García (2006), para su clasificación internacional en las categorías ya indicadas, estas consideraciones indican que el durazno del Callejón de Huaylas tiene la aptitud para su comercialización como fruta fresca y procesadas estas consideraciones facilitaron los tratamientos posteriores. Los datos biométricos obtenidos permiten tomar decisiones del modelo físico para el modelo físico que se debe emplear en el proceso de conservación mínimamente procesada la Figura 15 reporta parte de la muestra de los duraznos analizados.

5.2. Discusión de los componentes de las partes del durazno

Se complementó los datos biométricos evaluando el peso de los duraznos en gramos frente al espesor en centímetros, para una muestra de 12 unidades tomadas a azar de una población de 50 unidades evaluadas anteriormente como se indicaron en las Tablas 10 y 11 y las Figuras 16 y 17; que muestran los estadísticos de resumen para Espesor de pulpa (cm). Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar cualquier prueba estadística con referencia a la desviación estándar, como lo indica García, (2006.), en este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal, que se reportó en la Figura 17.

Estas consideraciones permiten orientar la eliminación de la cascara del durazno mediante un pelado químico por la forma del fruto y por los rendimientos como lo indica García (2006).

a. Discusión de las Características Físicoquímicas.

Las principales características físicoquímicas de una muestra de 12 duraznos se reportaron en la Tabla 12; los valores establecidos en la Tabla 12 se encuentran dentro de los márgenes estándares como lo indica por Gutierrez *et al.*, (2008) que se refuerzan con sus descriptores estadísticos que se indicaron en los resúmenes estadísticos de la Tabla 13, y la Figura 18, cuyos valores máximos y mínimos del contenido del agua así como su promedio y mediana, estos valores son importante para establecer las concentraciones de las soluciones isotónicas y sus porcentajes a usar ya que el agua representa el agua libre disponible en la fruta que van a favorecer los factores de

deterioro y los procesos de transferencia de masa como lo indica Gutierrez & Auris, (2008).

La Tabla 14 y la Figura 19 reportaron los valores máximos y mínimos del contenido de materia seca así como su promedio y mediana, estos valores son importante para establecer las concentraciones de soluciones isotónicas y sus porcentajes a usar ya que van a dificultar los procesos de transferencia de masa como lo indica Giraldo (2004).

La Tabla 15 y la Figura 20 reportaron los valores máximos y mínimos del contenido de sólidos solubles así como su promedio y mediana, estos valores son importante para establecer las concentraciones de las soluciones isotónicas y sus porcentajes a usar ya que van incidir en el función de los sólidos solubles de la pulpa de la fruta, como lo indica Giraldo (2004), y así poder reforzar estos valores es conveniente establecer el análisis de esta variable con su prueba de hipótesis para reforzar la normalidad de los datos establecido en la tabla 14 ya que es importante por los valores de las soluciones isotónicas que se van a realizar.

La Tabla 16 reportaron las frecuencias muestran el número de datos en cada intervalo, mientras que las frecuencias relativas muestran las proporciones en cada intervalo. Intervalos de confianza para sólidos solubles (%); intervalos de confianza del 95,0% para la media: $11,4617 \pm 0,572987$ [10,8887, 12,0347] intervalos de confianza del 95,0% para la desviación estándar: [0,638841, 1,53117], como también lo reporta Giraldo (2004). Se reportan los intervalos de confianza del 95,0% para la media y la desviación estándar de sólidos solubles (%), la interpretación clásica de estos intervalos es que, en muestreos repetidos, estos intervalos contendrán la media verdadera o la desviación estándar verdadera de la población de la que fueron extraídas las muestras, el 95,0% de las veces; en términos prácticos, puede establecerse con 95,0% de confianza, que la media verdadera de sólidos solubles (%) se encuentra en algún lugar entre 10,8887 y 12,0347, en tanto que la desviación estándar verdadera está en algún lugar entre 0,638841 y 1,53117; ambos intervalos asumen que la población de la cual proviene la muestra puede representarse por la distribución normal, mientras que el intervalo de confianza para la media es bastante robusto y no muy sensible a violaciones

de este supuesto, los intervalos de confianza para la desviación estándar son muy sensibles que se puede establecer en las pruebas de hipótesis como lo indica Giraldo (2004).

b. Discusión de la prueba de hipótesis para sólidos solubles (%)

Los valores reportados en la prueba de hipótesis para los sólidos solubles muestran los resultados de las pruebas relativas a la población de la cual procede la muestra de sólidos solubles (%). La prueba-t evalúa la hipótesis de que la media de sólidos solubles (%) es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la media de sólidos solubles (%) es no igual a 0,0. Debido a que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con un 95,0% de confianza, como lo indica García (2006)

La prueba de los signos evalúa la hipótesis de que la mediana de sólidos solubles (%) es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la mediana sólidos solubles (%) es no igual a 0,0. Se basa en contar el número de valores arriba y abajo de la mediana hipotética. Debido a que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con un 95,0% de confianza. La prueba de rangos con signo evaluó la hipótesis nula de que la mediana de sólidos solubles (%) es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la mediana sólidos solubles (%) es no igual a 0,0. Se basa en comparar los rankeos promedio de los valores arriba y abajo de la mediana hipotética. Debido a que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con un 95,0% de confianza. La prueba del signo y la del signo con rango son menos sensibles a la presencia de valores aberrantes pero son un tanto menos potentes que la prueba-t si todos los datos provienen de la misma distribución normal, como lo reporta Pérez (2008).

Esta distribución normal reafirma los intervalos de confianza del 95,0% para la media y la desviación estándar de sólidos solubles (%), la interpretación clásica de estos intervalos es que, en muestreos repetidos, estos intervalos contendrán la media verdadera o la desviación estándar verdadera de la población de la que fueron extraídas las muestras, el 95,0% de las veces, en términos prácticos, puede establecerse con 95,0% de confianza, que la media verdadera de sólidos solubles (%) se encuentra en

algún lugar entre 10,8887 y 12,0347, en tanto que la desviación estándar verdadera está en algún lugar entre 0,638841 y 1,53117, como lo reporta Pérez (2008).

La Tabla 17 y la Figura 22 reportaron los valores máximos y mínimos del contenido de acidez titulable expresado en ácido málico así como su promedio y mediana, estos valores son importante para establecer las concentraciones de soluciones isotónicas y sus porcentajes a usar ya que van incidir en el uso de las soluciones en función de los sólidos solubles de la pulpa de la fruta, como lo reporta Pérez (2008).

Esta gráfica reportada en la figura 22 despliega un gráfico de caja y bigotes para Acidez (% ácido málico), los puntos alejados son aquellos que se encuentran a más de 1,5 veces el rango intercuartílico por arriba o por debajo de la caja y se muestran como pequeños cuadrados, los puntos muy alejados se encuentran a más de 3.0 veces el rango intercuartílico por arriba o por abajo de la caja y se muestran como pequeños cuadrados con un signo más dentro de ellos, en este caso, no hay puntos alejados ni puntos muy alejados, como lo reporta Pérez (2008).

La Tabla 18 y la Figura 23 se reportaron los valores máximos y mínimos del contenido de acidez iónica (pH) así como su promedio y mediana, estos valores son importantes para establecer las concentraciones y la acidez iónica de las soluciones isotónicas sus porcentajes a usar ya que van incidir en el uso de las soluciones isotónicas en función de los sólidos solubles de la pulpa de la fruta, para poder reforzar estos valores es conveniente establecer el análisis de esta variable con su prueba de hipótesis para reforzar la normalidad de los datos establecido en el cuadro 10 ya que es importante por los valores de las soluciones isotónicas que se van a realizar, como lo indica Pérez, (2008).

La tabulación de frecuencias presentada en la Tabla 19 reporta el dividiendo el rango de Acidez iónica (pH) en intervalos del mismo ancho, y contando el número de datos en cada intervalo, las frecuencias muestran el número de datos en cada intervalo, mientras que las frecuencias relativas muestran las proporciones en cada intervalo, como lo reporta Ríos, (2007)

➤ **Discusión de los intervalos de confianza para acidez iónica (pH)**

Intervalos de confianza del 95,0% para la media: $3,93333 \pm 0,257496$ [3,67584; 4,19083]. Intervalos de confianza del 95,0% para la desviación estándar: [0,28709; 0,688096]. Se mostraron los intervalos de confianza del 95,0% para la media y la desviación estándar de Acidez iónica (pH), la interpretación clásica de estos intervalos es que, en muestreos repetidos, estos intervalos contendrán la media verdadera ó la desviación estándar verdadera de la población de la que fueron extraídas las muestras, el 95.0% de las veces; en términos prácticos, puede establecerse con 95,0% de confianza, que la media verdadera de Acidez iónica(pH) se encuentra en algún lugar entre 3,67584 y 4,19083, en tanto que la desviación estándar verdadera está en algún lugar entre 0,28709 y 0,688096, coincidente con lo reportado por Ríos, (2007).

Ambos intervalos asumen que la población de la cual proviene la muestra puede representarse por la distribución normal. Mientras que el intervalo de confianza para la media es bastante robusto y no muy sensible a violaciones de este supuesto, los intervalos de confianza para la desviación estándar son muy sensibles.

c. Discusión de la prueba de hipótesis para acidez iónica (pH)

La Hipótesis Nula: mediana = 0; para la alternativa: no igual; número de valores menores a la mediana hipotética: 0; número de valores mayores a la mediana hipotética: 12; el estadístico para grandes muestras = 3,17543 (aplicada la corrección por continuidad); cuyo Valor-P = 0,00149629; permitió rechazar la hipótesis nula para alfa = 0,05.

Los resultados de las pruebas relativas a la población de la cual procede la muestra de Acidez iónica (pH). La prueba-t evalúa la hipótesis de que la media de Acidez iónica (pH) es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la media de Acidez iónica (pH) es no igual a 0,0. Debido a que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con un 95,0% de confianza, como lo reporta Muñoz, (2012).

La prueba de los signos evalúa la hipótesis de que la mediana de Acidez iónica (pH) es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la mediana Acidez iónica (pH) es no igual a 0,0. Se basa en contar el número de valores arriba y abajo de la mediana hipotética. Debido a que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con un 95,0% de confianza, como lo reporta Muñoz, (2012).

La prueba de rangos con signo evalúa la hipótesis nula de que la mediana de Acidez iónica (pH) es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la mediana Acidez iónica (pH) es no igual a 0,0. Se basa en comparar los rankeos promedio de los valores arriba y abajo de la mediana hipotética. Debido a que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con un 95,0% de confianza. La prueba del signo y la del signo con rango son menos sensibles a la presencia de valores aberrantes pero son un tanto menos potentes que la prueba-t si todos los datos provienen de la misma distribución normal, como lo reporta Muñoz, (2012).

La Tabla 18 y la Figura 25 reportaron los valores máximos y mínimos del índice de madurez así como su promedio y mediana, estos valores son importante para

establecer las concentraciones de las soluciones isotónicas y sus porcentajes a usar ya que van incidir en el de los sólidos solubles de la pulpa de la fruta y permiten establecer los valores de la pulpa y sus condiciones fisiológicas para el procesamiento del fruto como lo indican Barbosa *et al*, (2000).

5.3. Discusión de los resultados del acondicionamiento del durazno.

a. Discusión de los resultados del pelado químico del durazno.

El pelado químico se realizó con una concentración de 0,5 % de soda caustica a 85 °C en tres minutos como se mostraron en las figura 26 del pelado químico se realizaron las evaluaciones que se reportaron en la tabla 21 donde se encontró que la porosidad en frutos de durazno fue de 18,6 % los cambios en los tejidos de frutas y verduras, alteran fuertemente la compartimentación celular, la pared de la matriz y permeabilidad de la membrana, influyendo en las propiedades de transporte de ciertas soluciones, principalmente porque en la etapa de post cosecha, las pectinas son degradadas; esta degradación produce un debilitamiento en la estructura de las paredes celulares y en la unión celular, produciendo el ablandamiento de los fruto; además la resistencia eléctrica de las paredes disminuye en el transcurso de la maduración por los cambios en la composición y en la hidratación de las membranas celulares, que se tornan filtrantes como lo indica Giovannoni (2001), por lo que la pulpa presentó una textura firme, esta textura permitió el uso de las pulsaciones de vacío.

Se observó también que no existió actividad enzimática de la peroxidasa por la neutralización que se realizó en solución de agua acidulada a pH 3,9 respetando el promedio de las propiedades de la pulpa, como lo indica Valencia (2007).

c. Discusión de los resultados de las pulsaciones de vacío.

Las pulpas fueron sometidas a las pulsaciones de vacío con a fin de expulsar el aire contenido dentro de las pulpas para luego ser sumergidas en las soluciones isotónicas generándose los tratamientos como se reportan en las tablas 22, 23 y 24 mostraron las variables respuestas de los tratamientos al primer día del envasado notándose que los valores de los gérmenes viables en el recuento de su carga total fue la misma para todos los tratamiento de menos de 10 UFC/g que está por debajo establecido por como lo indica la norma nacional y Escalante y Montalvo (2011), indica que las consideraciones establecidas del mínimo procesamiento de las pulpas antes de ser sometidas a las pulsaciones fueron las correctas.

5.4. Discusión de los resultados del de las pulpas tratadas.

a. Discusión de los resultados de la ganancia de peso para los diversas concentraciones según el diseño factorial.

Los resultados fueron analizados en la tabla 25 usando el análisis de varianza para el plan experimental usado, obtenida después del análisis de varianza, da los niveles de ganancia de peso como una función de las diferentes variables: concentración de azúcar, pulsaciones de vacío.

- Discusión del análisis de varianza de la respuesta para la ganancia de peso.

La Tabla 26 mostró el ANOVA descompone la variabilidad de Ganancia de peso (%) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05; este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Ganancia de peso (%) con un 95,0% de nivel de confianza; que se muestra en la figura siguiente, donde se rechaza la Hipótesis Nula; la figuras 27 y 28 así como la tabla 27 mostraron la media de Ganancia de peso (%) para cada uno de los niveles de los factores. También mostraron los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos

columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada una de las medias, que pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionado como lo indica Blandón, (2012). La tabla 28 que reporto las pruebas de múltiples rangos para la ganancia de peso (%) por grados brix aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza, que reafirma el rechazo de la hipótesis nula. Se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, como lo indica Blandón, (2012). El método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0; como lo indica Blandón, (2012)

La Tabla 29 mostró el resumen estadístico para cada una de las variables seleccionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma; de particular interés aquí es el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden usarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal, como lo indica Blandón (2012). Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, las cuales tenderían a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos que se aplican habitualmente a estos datos, en este caso, las siguientes variables muestran valores de sesgo estandarizado y de curtosis estandarizada fuera del rango esperado, es decir ninguna, como lo indica Blandón (2012).

Las variables mostraron curtosis estandarizada fuera del rango esperado, es decir ninguna, se pueden visualizar en la figura 29 y se determinó que se rechaza la hipótesis nula del incremento de peso por lo que hubo un incremento de peso para 14 Grados Brix, de 1,699 % con 100 mm Hg de pulsaciones de vacío.

b. Discusión de los resultados de la porosidad para los diversas concentraciones según el diseño factorial.

Los resultados de la Tabla 30 fueron analizados usando el análisis de varianza para el plan experimental usado, obtenida después del análisis de varianza, da los niveles de los porcentajes de porosidad como una función de las diferentes variables: concentración de azúcar, pulsaciones de vacío, como se mostraron en el análisis de varianza.

- Discusión del análisis de varianza de la respuesta para el porcentaje de porosidad.

La Tabla 31 presento la ANOVA descompone la variabilidad de Porosidad (%) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores- P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Porosidad (%) con un 95,0% de nivel de confianza, de nivel de confianza, que se muestra en la figura siguiente, donde se rechaza la Hipótesis Nula.

La Figura 30, 31 y la Tabla 32 mostraron la media de Porosidad (%) para cada uno de los niveles de los factores. También mostraron los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada una de las medias. Pueden desplegarse estas medias e intervalos; como lo indica Blandón (2012).

La Tabla 33 reportó la aplicación de los procedimientos de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0, reportado de forma similar por Blandón (2012). El análisis multivariado reportado en la tabla 34 mostró el resumen estadístico para cada una de las variables seleccionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. De particular interés aquí es el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden usarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal, como lo indica Blandón, (2012). Los valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, las cuales tenderían a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos que se aplican habitualmente a estos datos, en este caso, las siguientes variables muestran valores de sesgo estandarizado y de curtosis estandarizada fuera del rango esperado, es decir ninguna, como lo indica Blandón (2012).

Las variables de la Figura 32 mostraron curtosis estandarizada fuera del rango esperado; finalmente se determina que se rechaza la hipótesis nula de la porosidad tiene una relación inversa a los valores de las pulsaciones de vacío y de los grados brix encontrándose que el mayor porcentaje de porosidad de 19,52 %, se mostró cuando el sistema en estudio estuvo a 12 Brix, 400 mm Hg de pulsaciones de vacío.

c. Discusión de los resultados de la actividad enzimática para los diversas concentraciones según el diseño factorial.

La Tabla 35 reportó la actividad enzimática de la pulpa de durazno para las diversas concentraciones según el diseño factorial, al no presentar actividad enzimática y como es una variable que permanece constante ya que es una variable nominal dicotómica (Positivo o Negativo) y permanecer constante en diseño factorial es que depende de los tres factores y al parecer influye mucho más la actividad de las consideraciones de la solución isotónica por el contenido de resveratrol, que es coincidente con los reportes de Quiñones & Alexandre (2012).

d. Discusión de los resultados de la carga microbiana del recuento total de aeróbicos mesófilos (UFC/g).

La Tabla 36 reportó que la carga microbiana es mucho menos de lo establecido 10 UFC/g como lo indica la norma nacional y Escalante & Montalvo (2011), lo indica que las consideraciones establecidas para de las pulpas antes de ser sometidas a las pulsaciones fueron las correctas; los resultados fueron analizados usando el análisis de varianza para el plan experimental usado, obtenida después del análisis de varianza, da los niveles de las cargas microbianas totales (UFC/g) como una función de las diferentes variables: concentración de azúcar, y pulsaciones de vacío.

- Discusión del análisis de varianza de la respuesta para la carga microbiana total (UFC/g)

La Tabla 37 reportó ANOVA que descompone la variabilidad de Carga Microbiana (UFC/g) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05; este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Carga Microbiana (UFC/g) con un 95,0% de nivel de confianza; donde se rechaza la Hipótesis Nula, lo que indica que la carga microbiana es mucho menos de lo establecido 10 UFC/g como lo establece la norma

nacional y Escalante & Montalvo (2011), lo indica que las consideraciones establecidas para de las pulpas antes de ser sometidas a las pulsaciones fueron las correctas graficadas en la Figuras 33 y 34.

La Tabla 38 reportó la media de Carga Microbiana (UFC/g) para cada uno de los niveles de los factores. También mostro los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada una de las medias. Pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionado; ratificando la tendencia de los mites de control para la variable carga microbiana que indica que la carga microbiana es mucho menos de lo establecido 10 UFC/g como lo establece la norma nacional y Escalante & Montalvo (2011).

La Tabla 39 indico el resumen estadístico para cada una de las variables seleccionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. De particular interés aquí es el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden usarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, las cuales tenderían a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos que se aplican habitualmente a estos datos, en este caso, las siguientes variables muestran valores de sesgo estandarizado y de curtosis estandarizada fuera del rango esperado, es decir ninguna; ya que las siguientes variables mostraron curtosis estandarizada fuera del rango esperado que es ninguna lo que ratifica el rechazo de la hipótesis nula como se reportó en las Figura 35.

La Tabla 40 aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se

han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0, como lo indicado por MINSA – DIGESA (2003). Finalmente se determina que se rechaza la hipótesis nula de la Carga Microbiana total por lo que hay una disminución para 16 Grados Brix, de > 2, 4864 UFC/g. de Carga Microbiana total con 13 grados brix, a 200 mm Hg de pulsaciones de vacío.

e. Discusión de los resultados de la ganancia de peso, porosidad, carga microbiana del recuento total (UFC/g) para los diversas concentraciones según el diseño factorial.

La tabla 41 mostró los resultados que fueron analizados usando el análisis de varianza para el plan experimental usado, obtenida después del análisis de varianza, da los niveles de ganancia de peso como una función de las diferentes variables: concentración de azúcar, pulsaciones de vacío.

- Discusión del análisis de varianza de la respuestas de las variables dependientes Ganancia de peso, Porosidad, y Carga microbiana en función de las variables independientes Grados Brix, y pulsaciones de vacío del diseño factorial.

La Tabla 42 reportó la tabla ANOVA que descompone la variabilidad de Carga microbiana total (UFC/g) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores, con las covariancia de ganancia de peso y porosidad, puesto que 4 valores-P son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Carga microbiana total (UFC/g) con un 95,0% de nivel de confianza, que se muestra en la Figura siguiente, donde se rechaza la Hipótesis

Nula; que se reafirmaron en la figuras 36 y 37 que confirmaron los resultados del ANOVA.

La Tabla 43 reportó la media de Carga microbiana total (UFC/g) para cada uno de los niveles de los factores. También mostro los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada una de las medias, pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionado con sus respectivas covariancias en el marco establecido por MINSA – DIGESA (2003).

La Tabla 44 reportó un procedimiento de comparación múltiple que determino cuáles medias son significativamente diferentes de otras, la mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias, el asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas, no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0; en el marco establecido por MINSA – DIGESA (2003).

f. Discusión de los resultados de la optimización para la obtener la vida útil a partir de ganancia de peso, porosidad, carga microbiana del recuento total (UFC/g), pulsaciones de vacío para los diversas concentraciones según el diseño factorial.

Esta Tabla 45 reportó las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1.28571. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos, se graficaron los estimados en orden decreciente de importancia, seleccione Diagrama de Pareto de la lista de Opciones Gráficas. Para probar la significancia estadística de los efectos, seleccione Tabla ANOVA de la lista de Opciones Tabulares que se observa en la figura 38.

La Tabla 44 presentó el ANOVA que particiona la variabilidad de Vida Útil en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 7 efectos tienen una valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 94,2281% de la variabilidad en Vida Útil. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 77,7368%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 3,88133. El error medio absoluto (MAE) de 1,43229 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de auto correlación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0% , que se

encuentra dentro de los límites establecido por MINSA – DIGESA (2003), como lo demuestra las figuras 39 y 40.

La Tabla 47 mostró la matriz de correlación donde se indica el grado de confusión entre los efectos. Un diseño perfectamente ortogonal mostrará una matriz diagonal con 1's en la diagonal y 0's fuera de ella. Cualquier término distinto de cero implica que los estimados de los efectos correspondientes a esa fila y columna estarán correlacionados. En este caso, hay 10 pares de efectos con interacción distinta de cero. No obstante, como ninguna es mayor o igual que 0.5, probablemente será capaz de interpretar los resultados sin mucha dificultad, lo que confirma la ecuación de estimación, como se reportó en la Figura 41.

Tabla 48 reportó el cuadro para el coeficiente de regresión para la vida útil que permitió obtener la ecuación para optimización de la vida útil mediante la regresión que se ha ajustado a los datos, genera la ecuación del modelo ajustado en la siguiente expresión

$$\begin{aligned} \text{Vida Útil} = & -2215,83 + 202,131 * \text{Grados Brix} - 0,0321541 * \text{Vacío} + 103,188 * \text{Porosidad} \\ & + 17,3745 * \text{Ganancia de peso} - 10,0505 * \text{Carga microbiana} - 5,73437 * \text{Grados Brix}^2 - \\ & 0,00458333 * \text{Grados Brix} * \text{Vacío} - 2,8125 * \text{Grados Brix} * \text{Porosidad} - 4,49346 * \text{Grados} \\ & \text{Brix} * \text{Ganancia de peso} + 0,445464 * \text{Grados Brix} * \text{Carga microbiana} - \\ & 0,00019375 * \text{Vacío}^2 - 0,00125 * \text{Vacío} * \text{Porosidad} - 0,000544662 * \text{Vacío} * \text{Ganancia de} \\ & \text{peso} + 0,00242981 * \text{Vacío} * \text{Carga microbiana} - 1,98437 * \text{Porosidad}^2 + \\ & 3,02288 * \text{Porosidad} * \text{Ganancia de peso} + 0,337473 * \text{Porosidad} * \text{Carga microbiana} - \\ & 3,60438 * \text{Ganancia de peso}^2 - 0,864637 * \text{Ganancia de peso} * \text{Carga microbiana} - \\ & 0,0167643 * \text{Carga microbiana}^2 \end{aligned}$$

Cuyos gráficos reportados en las figuras 42 y 43 complementados con la tabla 49 determinaron que el valor óptimo para la vida útil fue de 36 días; cumpliendo los valores establecidos por MINSA – DIGESA (2003).

Considerando los resultados de los tratamientos factoriales analizados se determina que la solución isotónica de 14 grados Brix, 100 mm Hg y con el desarrollo de una porosidad de 19,69 % sin presentar actividad enzimática con una carga inicial de >2,486

UFC/g, cumpliendo ampliamente los valores establecidos por MINSA – DIGESA (2003).

5.5. Discusión de los resultados del tratamiento óptimo del almacenamiento de la pulpa tratada.

Se trabajó con el mejor tratamiento térmico usado para las pruebas de almacenamiento usado fue de solución isotónica de 14 grados brix y la pulsación de vacío de 100 mm Hg con una porosidad de 19,69 % con una carga inicial de > 2,486 UFC/g de carga aeróbica mesófilas, el mejor tratamiento cumple con las normas legales como lo establece la norma RM N° 615 – SA/DM (2003) que permitió realizar las discusiones que seguidamente se reporta.

a. Discusión de los resultados de la optimización de la vida útil de almacenamiento del tratamiento óptimo evaluando los factores tasa de respiración, firmeza de la pulpa, acidez titulable, azúcares reductores, y carga aeróbica mesófilas; manteniendo constante la temperatura la humedad relativa y el pH.

La Tabla 50 presentó los resultados al que fueron sometido el mejor tratamiento del estudio para su evaluación en el almacenamiento, manteniendo constante su temperatura de almacenamiento, la humedad relativa y en su evaluación se reportó constante el valores de la acidez iónica (pH), y la acidez titulable; las variables respuestas como la tasa de respiración su textura mediante la firmeza de la pulpa, la variación de los azúcares reductores y la carga aeróbica mesófilo, estas variaciones que son mínimas permitieron inferir en el tiempo de vida útil del mejor tratamiento se comprueba para un periodo de 36 días en esta condiciones, es decir que los mecanismos homeostáticos de las células del mesocarpio de la pulpa de durazno se mantienen estable como lo indican los autores Castaño & Bilbao (1996); Losada *et al* (1998).

Los valores constantes encontrados en la evaluación de los tratamientos como la acidez iónica (pH), y la acidez titulable se manifiesta por los mecanismos homeostáticos que presenta la membrana celular de las células de la pulpa del durazno como lo indica Losada *et al* (1998).

La solución isotónica, la temperatura de refrigeración y la humedad relativa permitieron que se disminuya significativa mente la tasa de respiración evidenciando los mecanismos homeostáticos que la pulpa de durazno presenta en el almacenamiento como lo indican los autores Lorenzano (2010), Avello & Suwalswky (2006).

La disminución de la tasa de respiración es frenada por las condiciones homeostáticas de las soluciones después de corte y esta se vio facilitada por el ingreso de esta hacia dentro de la pulpa por la pulsación de vacío 100 mm Hg ya que en el ingreso de esta solución ya que se genera un mecanismo de flujo pistón originando una difusión extra fickiana como lo indica Dávila (1999), esta difusión asociada a los valores de sólidos solubles de 14 grados brix y la acidez iónica obtenida por la solución estándar de ácido ascórbico facilitan la disminución de la tasa de respiración y sobre el control de los azúcares reductores como lo indican Fuertes & Perez (2008), Kader (1992).

Con respecto a al control de los azúcares reductores se encontró que las condiciones de la solución isotónica y su ingreso hacia los tejidos permiten que los mecanismos homeostáticos se estabilicen y la no presencia de oxígeno hacen que los valores de los azúcares reductores no superen los límites de la norma como lo indica Úbeda (2012), la estabilidad interna de las células por el medio de la solución isotónica frenan su deterioro y retardan su deterioro alargando su estabilidad y su conservación sin el empleo de altas temperaturas manteniendo sus características micro estructurales y organolépticas como lo indican Rangel & López (2012), Gonzales & Mendoza (2008)

La interacción de las variables permitió estimar el tiempo de vida óptimo del durazno tratado con soluciones isotónicas y pulsación de vacío que se discuten seguidamente.

Discusión de los efectos estimados para los días de vida útil en almacenamiento del tratamiento óptimo de la pulpa de durazno con 14 grados brix, acidez iónica de 3,5; pulsación de vacío de 100 mm Hg y una porosidad 19,69 %. La Tabla 51 mostro las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1,48076. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos, estos valores en la generación de la estimación de la vida útil permitieron general su regresión como se mostró en las figura 44; coincidentes con lo manifestado por Avello & Suwalswky (2006).

La Tabla 52 presentó el ANOVA particiona la variabilidad de días de vida útil en almacenamiento en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen una valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 62,581% de la variabilidad en días de vida útil. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 14,9567%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 7,05339. El error medio absoluto (MAE) de 3,69553 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-P es menor que 5,0%; hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5,0%; que permitieron graficar estos valores en las figuras 45 y 46.

La Tabla 53 permitió evaluar la matriz de correlación que mostro el grado de confusión entre los efectos; estableciendo un diseño perfectamente ortogonal para mostrar una

matriz diagonal con 1's en la diagonal y 0's fuera de ella. Cualquier término distinto de cero implica que los estimados de los efectos correspondientes a esa fila y columna estarán correlacionados. En este caso, hay 6 pares de efectos con interacción distinta de cero. No obstante, como ninguna es mayor o igual que 0,5; probablemente será capaz de interpretar los resultados sin mucha dificultad, y permite confirmar la estimación de la ecuación de optimización de la vida útil en almacenamiento confirmada con la gráfica de la probabilidad que seguidamente se reportó en la Figura 47 que confirmo la normalidad.

La Tabla 54 permitió obtener el coeficiente de regresión para el cálculo de los días de vida útil en los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento; que permitió obtener la ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos para los días de vida útil en los efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas sobre los días útiles de la pulpa de durazno en almacenamiento que se discute seguidamente.

$$\begin{aligned} \text{Días de vida útil de almacenamiento} = & -1105,39 + 0,200797*\text{Tasa Respiración} + \\ & 138,307*\text{Textura} + 30.2689*\text{Azúcares reductores} + 26,198*\text{Mesófilos UFC/g x } 10^2 - \\ & 0,0000457044*\text{Tasa Respiración}^2 - 0,0101694*\text{Tasa Respiración}*\text{Textura} + \\ & 0,00689025*\text{Tasa Respiración}*\text{Azúcares reductores} + 0,00866678*\text{Tasa} \\ & \text{Respiración}*\text{Mesófilos UFC/g x } 10^2 - 4,57783*\text{Textura}^2 + \\ & 0,258362*\text{Textura}*\text{Azúcares reductores} - 2,55698*\text{Textura}*\text{Mesófilos UFC/g x } 10^2 - \\ & 5,14593*\text{Azúcares reductores}^2 + 0,476219*\text{Azúcares reductores}*\text{Mesófilos UFC/g x } \\ & 10^2 - 1,63834*\text{Mesófilos UFC/g x } 10^2 \end{aligned}$$

Esta ecuación se confirmó en las Figuras 48 , 49 y en la tabla 55 que reporto la combinación de los niveles de los factores, que maximiza Vida Útil sobre la región indicada; y estableció el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor; de 27.6 días; por efectos de la tasa de respiración, textura, azúcares reductores y la carga microbiana mesófilas en la pulpa de durazno en almacenamiento cumpliendo los valores establecidos por MINSAs - DIGESA (2003).

5.6. Discusión de los resultados de la evaluación sensorial.

De los resultados reportados en la Tabla 56 se indicó que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la H_0 , se acepta el durazno sometido a soluciones isotónicas tratada que fue comparado las muestras relacionadas siendo el número de observaciones iguales y en pares al comparar sus medias donde se compararon con el valor correspondiente al grado de libertad y al nivel de significación a fin de rechazar la hipótesis alterna como lo indica Pedrero & Pangborn (2008); que permitió aceptar el tratamiento de las pruebas de almacenamiento de solución isotónica de 14 grados Brix y la pulsación de vacío de 100 mm Hg con una porosidad de 19,69 % con una carga inicial de $> 2,486$ UFC/g de carga aeróbica mesófilas.

V: CONCLUSIONES.

La estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada se logra por 27 días, mostrando acciones homeostáticas cuando se trata con una solución isotónica de azúcar y ácido ascórbico de 14 grados Brix, con acidez iónica de pH 3,5; pulsación de vacío de 100 mm Hg y una porosidad de 19,69 %, almacenadas a 5°C y una humedad relativa de 85 %

Se evaluó las características biométricas y parámetros fisicoquímicos para los duraznos con un peso promedio de $95,05 \times 10^{-3}$ kilogramos, con un diámetro medio ecuatorial de $6,628 \times 10^{-2}$ m con una desviación estándar de 0,8733; área media de $140,4 \times 10^{-2}$ m² con desviación estándar de 35,87 y volumen medio de $160,2 \times 10^{-3}$ m³ con desviación estándar 59,25.

Las características fisicoquímica que se obtuvieron: humedad 85,58 % y una desviación estándar de 2,314; materia seca 14,5 % con una desviación estándar de 2,314; sólidos solubles 11,46 °Brix, con una desviación estándar de 0.901; Acidez titulable 0,45 % de ácido málico, con una desviación estándar de 0.021; una acidez iónica 3,8 pH, con una desviación estándar de 0,405; presentando un índice de madurez 26,17.

Las características de la pulpa mínimamente procesada del durazno azúcares reductores 2,47 %, densidad aparente 1,06 gr/cm³, textura de 13,30 kg-f/ mm de deformación, porosidad de la pulpa 18,60%.

Se determinó la solución isotónica de 14 grados Brix y ácido ascórbico para una acidez iónica de pH 3,5; 100 mm Hg en la pulsación de vacío, que permite un

incremento de peso de 1,96 %, una porosidad de 19,69 %, sin actividad enzimática para una carga microbiana de > 2,486 UFC/g de aeróbicos mesófilos.

Los cambios micro estructurales celulares de la pulpa de durazno mínimamente procesados en almacenamiento a 5°C y 85 % de humedad relativa se mantuvieron constantes evidenciando una estabilidad homeostática al variar mínimamente los azúcares reductores con un valor máximo de 5,02 %; manteniendo constante la acidez iónica con un pH de 3,5 y una acidez titulable de 0,485 % de ácido málico y una carga microbiana de $2,98 \times 10^2$ UFC/g de aerobios mesófilos.

El efecto de la solución isotónica de azúcar y ácido ascórbico en envase de PET, con los factores de procesamiento que tienen efecto significativo sobre la conservación es de 14 grados Brix, y 100 mm Hg para un periodo de almacenamiento de 36 días con una carga microbiana > 2,486 UFC/g. aerobios mesófilos sin almacenamiento establecieron su optimización mediante la superficie de respuesta de:

$$\begin{aligned} \text{Vida Útil} = & -2215,83 + 202,131 * \text{Grados Brix} - 0,0321541 * \text{Vacío} + 103,188 * \text{Porosidad} + \\ & 17,3745 * \text{Ganancia de peso} - 10,0505 * \text{Carga microbiana} - 5,73437 * \text{Grados Brix}^2 - \\ & 0,00458333 * \text{Grados Brix} * \text{Vacío} - 2,8125 * \text{Grados Brix} * \text{Porosidad} - 4,49346 * \text{Grados Brix} * \text{Ganancia} \\ & \text{de peso} + 0,445464 * \text{Grados Brix} * \text{Carga microbiana} - 0,00019375 * \text{Vacío}^2 - \\ & 0,00125 * \text{Vacío} * \text{Porosidad} - 0,000544662 * \text{Vacío} * \text{Ganancia de peso} + 0,00242981 * \text{Vacío} * \text{Carga} \\ & \text{microbiana} - 1,98437 * \text{Porosidad}^2 + 3,02288 * \text{Porosidad} * \text{Ganancia de peso} + \\ & 0,337473 * \text{Porosidad} * \text{Carga microbiana} - 3,60438 * \text{Ganancia de peso}^2 - 0,864637 * \text{Ganancia de} \\ & \text{peso} * \text{Carga microbiana} - 0,0167643 * \text{Carga microbiana}^2 \end{aligned}$$

El efecto de la solución isotónica de azúcar y ácido ascórbico en envase de PET, en almacenamiento a 5°C y 85 % de humedad relativa; con los factores de procesamiento que tienen efecto significativo sobre la conservación es de 14 grados Brix, y 100 mm Hg para un periodo de almacenamiento de 27 días con una carga microbiana > 2,98 UFC/g. aerobios mesófilos sin almacenamiento establecieron su optimización mediante la superficie de respuesta de:

$$\begin{aligned} \text{Días de vida útil en almacenamiento} = & -1105,39 + 0,200797 * \text{Tasa Respiración} + 138,307 * \text{Textura} + \\ & 30,2689 * \text{Azucres reductores} + 26,198 * \text{Mesófilos UFC/g x } 10^{-2} - 0,0000457044 * \text{Tasa Respiración}^2 \\ & - 0,0101694 * \text{Tasa Respiración} * \text{Textura} + 0,00689025 * \text{Tasa Respiración} * \text{Azucres reductores} + \\ & 0,00866678 * \text{Tasa Respiración} * \text{Mesófilos UFC/g x } 10^{-2} - 4,57783 * \text{Textura}^2 + \\ & 0,258362 * \text{Textura} * \text{Azucres reductores} - 2,55698 * \text{Textura} * \text{Mesófilos UFC/g x } 10^{-2} - \\ & 5,14593 * \text{Azucres reductores}^2 + 0,476219 * \text{Azucres reductores} * \text{Mesófilos UFC/g x } 10^{-2} - \\ & 1,63834 * \text{Mesófilos UFC/g x } 10^{-2} \end{aligned}$$

En la evaluación sensorial se concluye que no existe diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de 0,05 por lo que se acepta el durazno sometido a soluciones isotónicas tratada.

VI: RECOMENDACIONES.

Realizar estudios de empleo de soluciones isotónicas con pulsaciones de vacío para otros tipos de pulpas de frutas mínimamente procesada.

Emplear esta técnica de conservación no térmica para otros tipos de productos como néctar y concentrados.

Evaluar la respiración de los productos sometidos a las soluciones isotónicas con el uso de componentes funcionales obtenidos de materias primas

Realizar el análisis microbiológico después de los 40 días de almacenamiento con la finalidad de ver qué tipo de microorganismo tiende a desarrollarse y como aumenta la carga microbiana después de estos días de almacenamiento.

Usar las soluciones isotónicas en las formulaciones de los postres y pasteles envasados al vacío como un retardante del crecimiento microbiano.

VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Agar, I. T.; Massantini, R.; Hess-Pierce, B.; Kader, A. A. (1999) *Postharvest CO₂ and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices*. Journal of Food Science, 64(3): 433-440.

Alvarez, Coria Irma, Flores, Rosas Eduardo, Garduñas, Ambris Cecilia, Gómez Ramírez Esperanza, Ortega Rangel Victoria. (2010) *Guía de estudio para biología vegetal*. Editorial Universidad nacional Autónoma de México. Colegio de ciencias y humanidades. México.

Alzamora SM, Fito P, López-Malo A, Tapia S, Parada-Arias (2000). *Minimally processed fruits and vegetables, fundamental aspects and applications*. E, editores Gaithersburg: Aspen 2000; 17:293-312."En" <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300009&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>. "Leído el" 18 Enero 2 016.

A.O.A.C. (2012) *Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis*. Washington 1999. "En" <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300012&pid=S0121-40042006000200003&lng=en> "Leído el" 05 Enero 2 016.

A.O.A.C. (2012) *Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis*. 96623. C. Washington 1999. "En" <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300012&pid=S0121-40042006000200003&lng=en> "Leído el" 05 Enero 2 016.

A.O.A.C. (2012) *Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis*. 991.14. Washington 1999. "En" <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300012&pid=S0121-40042006000200003&lng=en> "Leído el" 10 Enero 2 016.

Suslow TV. (2015) *Recommendation for maintaining mostharvest quality*. California: Department of Vegetable Crops, University of California; 2000

"En" <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/Produce-Facts/Fruit/watermelon.html> "Leído el" 15 Enero 2 016

Artés, F.; Castañer, M.; Gil, M. I. (1998) *Enzymatic browning in minimally processed fruit and vegetables*. Food Science and Technology International, 4(6): 377-389.

Bray, Alberts B., Lewis J., D., Raff, M., Roberts K., y Watson, J. D. (1980) *Molecular Biology of the Cell* (Second Edition) Edit. Garland Publishing. New York. London.

Artés, F. y Artés – Dez, F. (2000) *Innovaciones industriales en el procesado mínimo de frutas y hortalizas* CTC. Rev. Agroalimentación en Industrias Afines. 7: 29 – 33.

Asturias Ruiz, Carlos Edmundo. (2011) *Estudios de Post cosecha y procesamiento mínimo de frutas*. Consejo nacional de ciencia y tecnología. 2011. Guatemala.

Avello, Marcia y Suwalswky, Maria. (2006) *Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección*. Editorial Atenea. Mexico.

Baldwin E, Nisperos-Carriedo M, Baker R. (1995) *Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables*. Hort Science 1995; 30(1):35- 3 "En" : <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300017&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>
"Leído el" 22 Enero 2 016.

Barbosa G, Usha P, Palau E, Swanson B. (2000). *Conservación no térmica de alimentos*. Zaragoza: Acribia.

Beaudry R. (2014) *Response of horticultural commodities to low oxygen: limits to the expanded use of MAP*. Hortechology 2000; 10:491-9. "En" <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300007&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>
"Leído el" 16 Diciembre 2 016.

Belén López M., (2010) *Técnicas para el procesamiento de frutas*, Editorial CESSA, 2010. México.

Castaño, L, y Bilbao J.R. (1996). *Introducción a la biología molecular conceptos básicos* Editorial Cecs. México.

Cisneros-Zevallos L, Saltveit M, Krochta J. (1997) *Hygroscopic coatings control surface white discoloration of peeled (minimally processed) carrots during storage*. Journal of Food Science ;(62):363-3. "En" <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300016&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>
"Leído el" 06 Enero 2 016.

Córdova Z.M. (2009). *Estadística descriptiva e inferencial*. Editorial Moshera S.R.L. Lima Perú.

Crisosto C, Mitcham E, Kader A. (2015) *Recommendation for maintaining postharvest quality*. California: Department of Vegetable Crops, University of California 2000. "En"

<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300014&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>
"Leído el" 05 Enero 2 016.

Cheftel, J. C. & Cheftel, H. (1976) *Pardeamiento enzimático y Tratamientos físicos en Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos* (1) 309-318 (2) 175-202 Editorial Acribia, España.

Dávila Solar, Luis (1999). *Cinética de la deshidratación Osmótica a Vacío y Atmosférica de la Piña (Ananas comosus L. Merr)* Universidad Agraria La Molina Lima, Perú.

Dávila Solar, Luis & López Ráez, Luz, (2005) *Transferencia de masa en la deshidratación osmótica a vacío de rodajas de Ananas Comosus L. Merr "piña"* UNMSM 2005, Revista de la facultad de ingeniería Industrial, Lima, Perú.

Daeschel, M. A. (1989) *Optimización del envasado de frutas peladas de cuarta gama*. Ediciones Mundi-Prensa. México.

Fonseca SC, Oliveira FRA, Brecht JK.(2002) *Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages*. A review. Journal of Food Engineering 2002 ;(52):99-20. "En"

<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300008&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>
"Leído el" 16 Diciembre 2 016.

Fito, P, Andres A. & Chiralt Pardo P. (1996) *Effect of osmotic solution concentration temperature and vacuum impregnation pre-treatment on osmotic dehydration kinetics of apple slices*. Food science and technology international 1 996; 5(7):451-6.

"En"<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300001&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>.

"Leído el" 10 Diciembre 2 016.

Fito, P, Andrés, A. , Chiralt A, y Pardo P. (1996) *Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation-relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food liquid systems*. Journal of Food Engineering 1996; 27:229-240."En"

<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300005&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>
“Leído el” el 16 Diciembre 2 016.

Fuertes, Miguel Angel, y Pérez Manuel Martin. (2008). *La biología molecular y la biología teórica*. Editorial Severo. Universidad Autónoma de Madrid. España.

Gil, M. I.; Gorny, J. R.; Kader, A. A. (1998) *Responses of Fuji apple slices to ascorbic acid treatments and low oxygen atmospheres*. Hort Science, 33(2): 305-309

Giraldo G. A. (2004). *Equilibrio osmótico del mango (Mangifera indica) en la deshidratación*. Upper Saddler River; NJ: Prentice - Hall

Giraldo G, Duque A, Mejía C. (2005) *La deshidratación osmótica como pre tratamiento en la conservación de mora (Rubus glaucus) y uchuva (Physalis peruviana l.)*. Vitae 2005; 12(1):15-7. “En”
<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300006&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>
“Leído el” 20 Diciembre 2 016.

Giraldo G, Talens P. (2004) *Conservación de frutas por un método combinado*. Revista de Investigaciones 2004; 1(14):121-8. “En”
<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300003&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>.

“Leído el” el 14 Diciembre 2 016.

Gonzales, P., & Mendoza Daniel. (2008). *Mecanismo de tolerancia a elementos potencialmente tóxicas en plantas superiores*. Editorial Instituto de ciencias agrícolas. Universidad Autónoma de baja California. México.

Hulse, Robertso, G.L. (2012). *Food Packagain. Principles and Practice*. Marcel Dekker, Inc. New York. USA.

Hulse, J.H (1992): *Food Science and nutrition: The Gulf Between Rich and Poor*. Science 216: 1291 – 1294.

INDECOPI. 1986. *Norma N.T.P. 203.105*, Lima, Perú.

Karder, Adel. A (1992). *Biología y tecnología de post cosecha*. Editorial Postharvest. Technology of horticultural Crops. Universidad California. USA.

Olías, J.M. (2006). *Tecnología post cosecha en el sector frutícola*. Departamento de Fisiología y tecnología de productos vegetales. Instituto de la Grasa C.S.I.C. Sevilla. España.

Lozada, M., Vargas M.A. De la Rosa, M.A. y Florencio, F. I. *Los elementos y moléculas de la vida*. Editorial Rueda, Madrid. España.

Lorenzano, Cesar (2010). *Estructuras y mecanismo en la fisiología vegetal*. Edit. Sciente Studia. Sau Pablo, Brasil.

Lullmann, H., Mohr, K, & Zlegler, A. (1995). *Atlas de farmacología* Primera edición Salvat. México.

Mitcham E, J, Crisosto, CH. & Kader, AA. (2000) *Recommendation for maintaining postharvest quality*. California: Department of Vegetable Crops, University of California 2000.”En”

<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300015&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>
“Leído el” el 06 Enero 2 016.

Monsalve -Gonzalez, A.; Barbosa-Canovas G. V.; Cavalieri R. P.; Mc Evily, A. J.; Iyengar, R. (1993) *Control of browning during storage of apple slices preseved by combined methods. 4- Hexylresolcinol as anti-browning agent*. Journal of Food Science, 58: 797-800,826.

Morales Iribas D. Fermin (2012). *Estudio de la hemostasis de Zn y Cd en plantas superiores*. Editorial, Consejo superior de Investigación científica (CSTC). Zaragoza, España.

Muriana, Patricia (1992) *Tecnologías de barreras nuevas tecnologías de conservación de frutas*. Edit. Mundi – Prensa. México.

Navarro, P.; Corzo, O. (2000) *Osmotic dehydration vacuum optimization for minimally processed pineapple*. En: Proceedings of the Eighth International Congress on Engineering and Food - ICEF 8- (Welty-Chanes J., Barbosa-Cánovas G.V., Aguilera J.M. eds.), Lancaster: Technomic Publishing Co., Inc., 1264-1269.

Pedrero L. Daniel & Pangborn (2008) *Evaluación sensorial de los alimentos – Métodos analíticos*. Editorial Alhambra Mexicana.

Pérez Cabrera Laura E., (2003) *Aplicación de métodos combinados para el control del desarrollo del pardeamiento enzimático en pera (variedad blanquilla) mínimamente*

procesada. Universidad Politécnica de Valencia departamento de tecnología de alimentos, 2003. España.

Rangel M. Marron y A. López Malo (2012) *Cambios en frutas tropicales frescas, cortadas y empacadas en atmosferas modificadas y soluciones isotónicas, durante su almacenamiento en refrigeración*. Universidad de las Américas Puebla. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y ambiental. Puebla C.P. 72810. México.

RM N° 615 – SA/DM (2003). *Norma de calidad microbiológica para frutas desinfectadas y peladas*. Ministerio de agricultura. Lima. Perú.

Robertson, G.L. (2011). *Food Packaging Principles and Practice* Inc. New York USA.

Schroeder Julian L. (1994). *Heterologous expression of higher plant ion transporters I Xenopus Oocytes*. Methods: A companion to Methods in Enzymology.

Salvador M., Jaime, P. y Oria, R.(2002) *Modelling of O₂ and CO₂ exchange dynamics in modified atmosphere packaging of Burlat cherries*. Journal of Food Science 2002;62(1):231-4.”En”

<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300010&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>
“Leído el” 16 Diciembre 2016.

Tovar, B.; Garcia, & H.; Mata, M. (2001) *Physiology of pre-cut mango. I. ACC and ACC oxidase activity of slices subjected to osmotic dehydration*. Food Research International, 34(2/3): 207- 215.

Toledo Ricardo (2009). *“Prueba de Normalidad”*. Editorial UNASAM Huaraz- Perú.

Tryyer, S.L. (1995). *Bioquímica de la fisiología vegetal*. Editorial Reverte, Barcelona. España.

Úbeda Gallego. 2012. *Análisis del perfil de azúcares en las pulpas de frutas*. Universidad Politécnica de Cartagena. Colombia.

Watkins CB. (2000) *Response of horticultural commodities to high carbon dioxide as related to modified atmosphere packaging*. Hortotechnology 2000; 10(3):501-5. “En”

<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300011&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>
“Leído el” el 12 Diciembre 2016.

Wills RH, Lee TH, Mc Glasson WB, Hall EG, Graham D. (1984) *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas. Post recolección* Zaragoza: Acribia 1984.”En”:

<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0121-4004200600020000300002&pid=S0121-40042006000200003&lng=en>.

“Leído el” 11 Diciembre 2 016.

VIII: ANEXOS.

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: ESTABILIZACIÓN DE PULPA DE DURAZNO (<i>Prunus persica</i>) PARA SU CONSERVACIÓN MÍNIMAMENTE PROCESADA				
MAESTRISTA: Ing. Angel Noe Quispe Talla				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTO
<p>PROBLEMA GENERAL ¿La estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada puede realizarse por el uso de soluciones isotónicas de sacarosa ácido ascórbico con el empleo de pulsaciones de vacío para su conservación?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS ¿Cómo están los parámetros fisicoquímicos de la pulpa de durazno mínimamente procesada para el proceso de conservación mediante soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico mediante las pulsaciones de vacío?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la solución isotónica de sacarosa, ácido ascórbico adecuada y la pulsación de vacío que permita estabilizar la pulpa de durazno mínimamente procesada sin el uso de altas temperaturas?</p> <p>¿Cómo es el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa de respiración, peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azúcares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa?</p> <p>¿Cómo son los cambios micro estructurales de la pulpa de durazno mínimamente procesada durante el almacenamiento provocada por el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la aplicación de las soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico y pulsaciones de vacío sobre los parámetros de calidad sensorial: color, aroma, sabor de la pulpa de durazno mínimamente procesada almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar la estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada con el uso de soluciones isotónicas de sacarosa ácido ascórbico con el empleo de pulsaciones de vacío para su conservación.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS Evaluar los parámetros fisicoquímicos de la pulpa de durazno mínimamente procesada para el proceso de conservación mediante soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico mediante las pulsaciones de vacío. Seleccionar y determinar la solución isotónica de sacarosa, ácido ascórbico adecuada y la pulsación de vacío que permita estabilizar la pulpa de durazno mínimamente procesada sin el uso de altas temperaturas. Determinar los cambios micro estructural de la pulpa de durazno mínimamente procesada durante el almacenamiento provocado por el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5 ° C y 85 % de humedad relativa. Evaluar el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa de respiración, peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azúcares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa. Evaluar el efecto de la aplicación de las soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico y pulsaciones de vacío sobre los parámetros de calidad sensorial: color, aroma, sabor de la pulpa de durazno mínimamente procesada almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL H₁: La estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada con el uso de soluciones isotónicas de sacarosa ácido ascórbico con el empleo de pulsaciones de vacío permite la conservación y prolongación de su tiempo de vida útil. H₂: La estabilización de la pulpa de durazno mínimamente procesada con el uso de soluciones isotónicas de sacarosa ácido ascórbico con el empleo de pulsaciones de vacío no permite la conservación y prolongación de su tiempo de vida útil.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICAS H₁: El efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío sobre las características fisicoquímicas: tasa de respiración, peso, firmeza de la pulpa, pH, °Brix, acidez, azúcares reductores de la pulpa de durazno almacenadas en envases de PET y conservadas en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa, facilitan el proceso de conservación y prolongación de su tiempo de vida útil. H₂: La solución isotónica de sacarosa, ácido ascórbico adecuada y la pulsación de vacío permiten estabilizar y prolongar la vida útil de la pulpa de durazno mínimamente procesada sin el uso de altas temperaturas. H₃: Los cambios micro estructural de la pulpa de durazno mínimamente procesada durante el almacenamiento provocado por el efecto de la solución isotónica de azúcar, ácido ascórbico mediante pulsaciones de vacío almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5 ° C y 85 % de humedad relativa son iguales a la pulpa de durazno fresco. H₄: El efecto de la aplicación de las soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico y pulsaciones de vacío sobre los parámetros de calidad sensorial: color, aroma, sabor de la pulpa de durazno mínimamente procesada almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa, son iguales a la pulpa de durazno fresco. H₅: El efecto de la aplicación de las soluciones isotónicas de sacarosa, ácido ascórbico y pulsaciones de vacío sobre los parámetros de calidad sensorial: color, aroma, sabor de la pulpa de durazno mínimamente procesada almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a 5°C y 85 % de humedad relativa, no son iguales a la pulpa de durazno fresco.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE •Soluciones Isotónicas: 12, 13, 14 grados Brix. •Pulsos de vacío: 400, 200, 100 mm Hg. •Temperatura de almacenamiento: 5 grados Celsius. •Humedad relativa 85 %</p> <p>INDICADORES Grados Brix Presión de vacío Temperatura Higrómetro</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE •Pérdida de peso de la pulpa de durazno. •Tasa de respiración. •Firmeza de la pulpa. •pH •Acidez titulable. •Azúcares reductores. •Carga Microbiana •Color •Sabor •Aroma •Carga microbiana</p> <p>INDICADORES Kg meq/kg x h Kgf % SS % Acido % Azúcares Prueba de preferencias pareadas UFC/g</p>	<p>METODO El método experimental deductivo</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION Experimental</p>

ANEXO 02. Esquema del respirometro

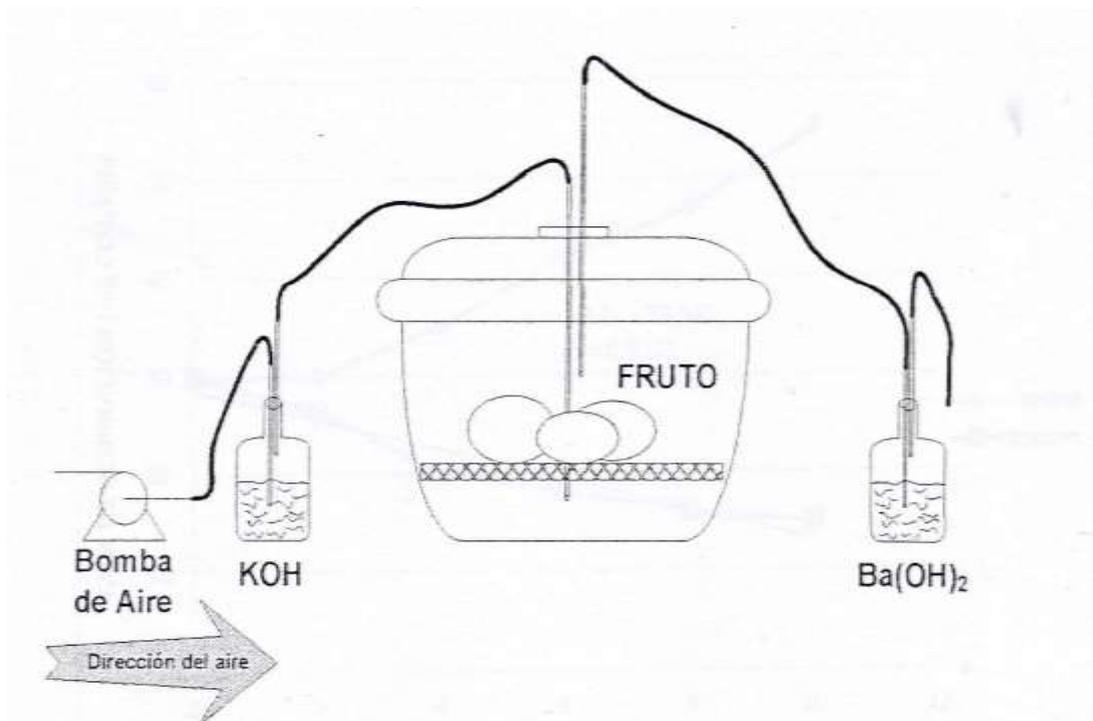


Fig. 50: Respirometro para pulpa de durazno

Anexo 03: Validación de instrumentos

Los instrumentos usados en la investigación experimental están validados por la calibración y certificación de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo, sin embargo los resultados serán sometidos a los coeficientes de variabilidad por las pruebas estadísticas del análisis factorial y de la T de Student.

Anexo 04 Confiabilidad de los Instrumentos.

Los instrumentos usados en la investigación experimental están validados y son confiables por el mantenimiento que periódicamente realiza la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo, sin embargo los resultados serán sometidos a los coeficientes de variabilidad por las pruebas estadísticas del análisis factorial y de la T de Student y del programa de superficie de respuesta con el uso del programa del programa STATGRAPHICS Centurión XVI; este software fue desarrollado por instructores del programa de análisis estadísticos de la Universidad Estatal de Pennsylvania (Pennsylvania State University).

Anexo 05 Glosario de términos.

Ácido ascórbico: es un ácido de azúcar con propiedades antioxidantes, su aspecto es de polvo o cristales de color blanco-amarillento; soluble en agua; el enantiómero L- del ácido ascórbico se conoce popularmente como vitamina C.

Acidez titulable: Es la concentración de moléculas, que se unen a los H^+ y definen el contenido de ácidos orgánicos de las frutas y vegetales.

Azúcares reductores: son aquellos azúcares que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar como reductores con otras moléculas.

Homeostasis: Conjunto de fenómenos de autorregulación, conducentes al mantenimiento de una relativa constancia en la composición y las propiedades del medio interno de un organismo.

Presiones de Vacío: El término se refiere a cierto espacio lleno con gases a una presión total menor que la presión atmosférica.

Soluciones Isotónicas: Las disoluciones isotónicas son aquellas donde la concentración del soluto es los mismos ambos lados de la membrana de la célula, por lo tanto, la presión osmótica en la misma disolución isotónica es la misma que en los líquidos del cuerpo y no altera el volumen de las células.

Tasa de respiración: es aquella que indica la rapidez con la cual se producen los cambios en la composición de un producto y se determina por la tasa de producción de dióxido de carbono, el cual se reporta como peso de CO_2 producido por unidad de peso y tiempo ($mlCO_2/kg\ h$).

Anexo 06. FUNDAMENTO DEL MÉTODO AOAC PARA LA DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

Los métodos de secado son los más comunes para valorar el contenido de humedad en los alimentos; se calcula el porcentaje en agua por la pérdida en peso debida a su eliminación por calentamiento bajo condiciones normalizadas.

Aunque estos métodos dan buenos resultados que pueden interpretarse sobre bases de comparación, es preciso tener presente que:

- a) Algunas veces es difícil eliminar por secado toda la humedad presente,
- b) A cierta temperatura el alimento es susceptible de descomponerse, con lo que se volatilizan otras sustancias además de agua,
- c) también pueden perderse otras materias volátiles aparte de agua.

El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa con o sin utilización complementaria de vacío, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra. No obstante, antes de utilizar este procedimiento deben estimarse las posibilidades de error y tener en cuenta una serie de precauciones:

1. Los productos con un elevado contenido en azúcares y las carnes con un contenido alto de grasa deben deshidratarse en estufa de vacío a temperaturas que no excedan de 70°C.
2. Los métodos de deshidratación en estufa son inadecuados para productos, como las especias, ricas en sustancias volátiles distintas del agua.
3. La eliminación del agua de una muestra requiere que la presión parcial de agua en la fase de vapor sea inferior a la que alcanza en la muestra; de ahí que sea necesario

cierto movimiento del aire; en una estufa de aire se logra abriendo parcialmente la ventilación y en las estufas de vacío dando entrada a una lenta corriente de aire seco.

4. Muchos productos son, tras su deshidratación, bastante higroscópicos; es preciso por ello colocar la tapa de pesa sustancias o de la cápsula que contiene la muestra inmediatamente después de abrir la estufa e introducirla en un desecador. Es necesario también pesar tan pronto como la muestra alcance la temperatura ambiente.

5. La reacción de pardeamiento que se produce por interacción entre los aminoácidos y los azúcares reductores (reacción de Maillard) libera agua durante la deshidratación y se acelera a temperaturas elevadas. Los alimentos ricos en proteínas y azúcares reductores deben, por ello, desecarse con precaución, de preferencia en una estufa de vacío a 60°C.

Anexo 07. FUNDAMENTO DEL MÉTODO AOAC PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES

Las respectivas

Cuando la radiación electromagnética pasa de un medio a otro, cambia de dirección, se dobla o se refracta. La relación entre el ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción se llama índice de refracción (RI). El RI varía con la naturaleza del compuesto, la temperatura, la longitud de onda de la luz y la concentración del compuesto. Si las tres primeras variables se hacen constantes la concentración del compuesto se puede determinar midiendo el RI, de tal forma que el RI se utiliza para determinar sólidos totales en disolución. El uso del RI para determinar concentraciones es preciso solamente para sacarosa pura u otras disoluciones puras, también se utiliza para obtener concentraciones aproximadas de azúcares para productos líquidos en cuyo caso la solución debe ser clara. Los refractómetros pueden leer directamente en unidades de sacarosa.

Anexo 08. FUNDAMENTO DEL MÉTODO AOAC PARA LA DETERMINACIÓN DEL pH

El pH o la actividad del ion hidrógeno indican a una temperatura dada, la intensidad de las características ácidas o básicas del agua.

El pH se define como el logaritmo de la inversa de la actividad de los iones hidrógeno,

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

$[\text{H}^+]$ = actividad de los iones hidrógeno en mol/l.

El electrodo de vidrio generalmente no está sujeto a interferencias como color, turbidez, materia coloidal, oxidantes, reductores o alta salinidad, excepto para un «error de sodio», que se da a pH mayores de 10. Este error se puede reducir usando un electrodo especial de bajo error de sodio.

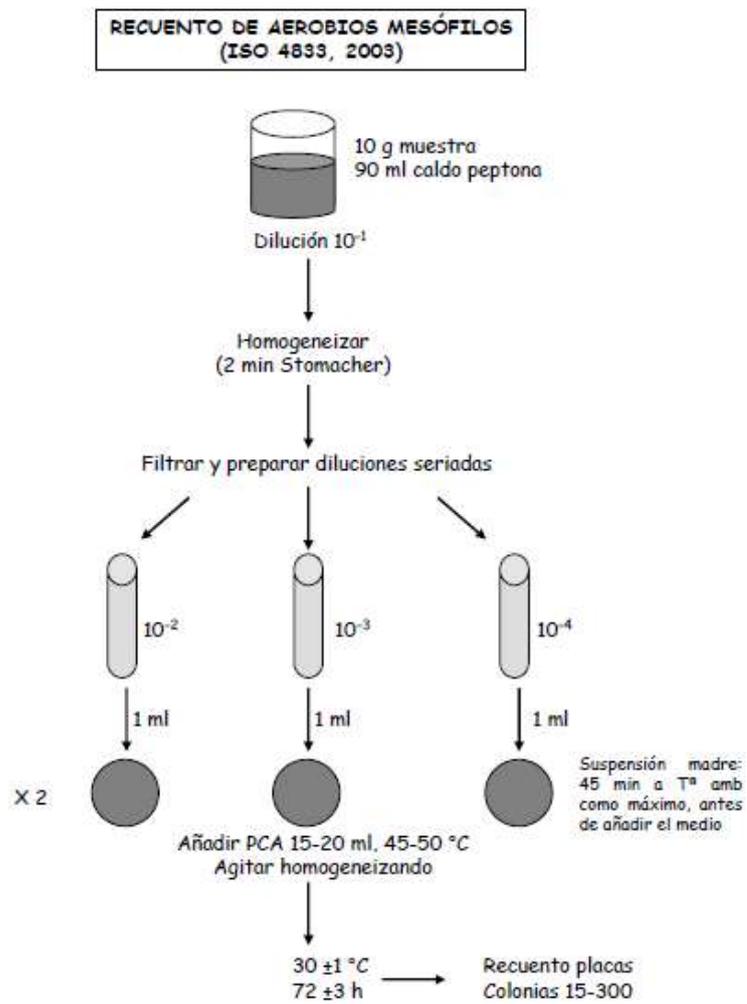
Recubrimientos de material graso o partículas pueden dificultar la respuesta del electrodo. Estos recubrimientos pueden ser removidos con una frotación muy suave o utilizando detergentes, seguido de un enjuague con agua destilada. Un tratamiento adicional es utilizar ácido clorhídrico (1+9) para remover cualquier película restante. Las medidas de pH son afectadas por la temperatura en dos formas: por efectos mecánicos causados por cambios en las propiedades de los electrodos y por efectos químicos causados por cambio de equilibrios. En el primer caso las interferencias pueden ser controladas utilizando instrumentos que posean compensación de temperatura o calibrando el sistema electrodo-instrumento a la temperatura de las muestras. La segunda fuente de error depende de las muestras y no puede ser controlada, por lo cual se debe reportar la temperatura con cada medida de pH realizada.

Anexo 09. FUNDAMENTO DEL MÉTODO AOAC PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE

En el procedimiento usual para determinar la concentración total de ácidos, una alícuota de la solución que contiene el ácido se titula con una solución estándar de álcali hasta el punto en el cual una cantidad equivalente de la base ha sido añadida. Este punto final puede detectarse mediante indicadores (cambio de color), electrométricamente (pH metro).

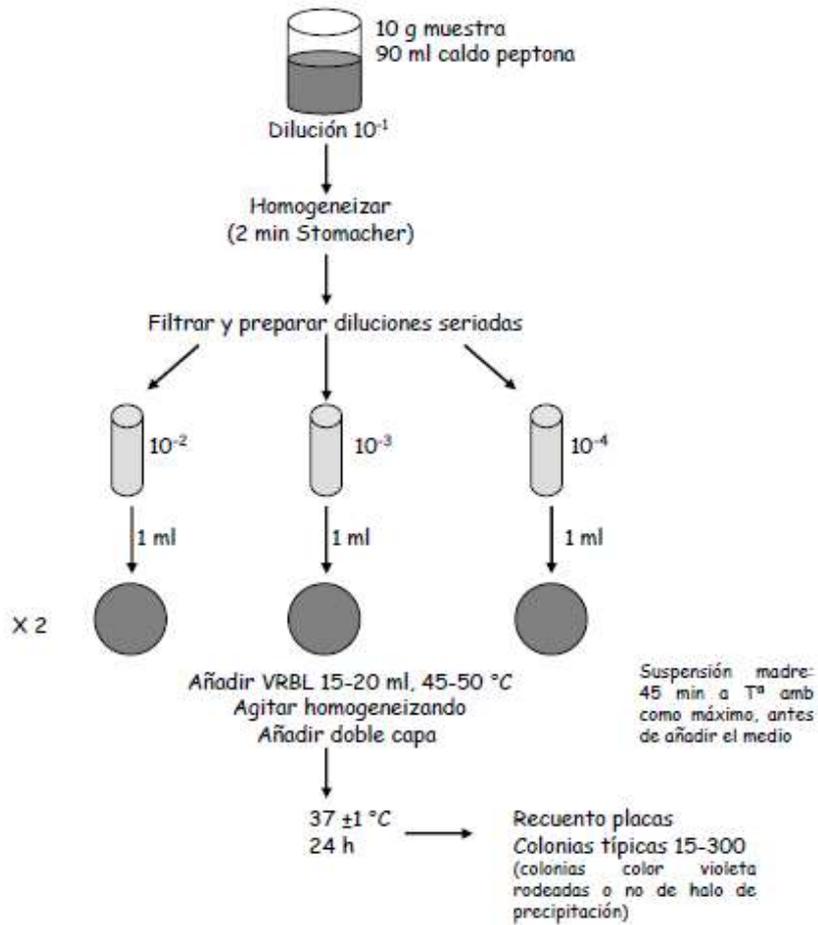
El método se basa en determinar el volumen de NaOH estándar necesario para neutralizar el ácido contenido en la alícuota que se titula, determinando el punto final por medio del cambio de color que se produce por la presencia del indicador ácido-base empleado.

Anexo 10. FUNDAMENTO DEL MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE MESOFILOS AEROBIOS SEGÚN ISO 4832



Anexo 11. FUNDAMENTO DEL MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES SEGÚN ISO 4832

RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES EN PLACA (NF ISO 4832, 1991)



Anexo 12. FUNDAMENTO DEL MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE HONGOS Y LEVADURAS SEGÚN ISO 4832

