

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“EFECTO DEL PELADO SEMIAUTOMATIZADO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y
SENSORIALES DE PULPA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* M.)”**

Presentada por:

LUCERO FARFÁN RODRÍGUEZ

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

Lima-Perú
2018

“La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual de la UNALM)”

DEDICATORIA

En memoria a mi abuelita María Rosario Vela Silva (mami Charo)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por darme la fortaleza para sobrellevar las dificultades y retos que me da la vida.

A mi familia, mis padres y hermanos, por el apoyo en mi educación y formación personal.

Al Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología (FINCYT) que financió mi participación como tesista en el proyecto de investigación PITEI-1-P-225-068-14.

A la empresa Selva Industrial S.A por facilitarme sus instalaciones y brindarme el entrenamiento de análisis microbiológicos.

Al Lic. Félix Ramos, la Ing. Natalia Vega y la Dra. Carmen López por los valiosos consejos y tiempo dedicado para el desarrollo de esta investigación.

A mis asesores, los doctores Américo Guevara y Marcial Silva, por su confianza y patrocinio en el siguiente trabajo de tesis; grandes maestros y amigos, por sus enseñanzas, consejos y sobre todo el tiempo dedicado.

A las amistades que de una u otra manera me ayudaron en la realización de este trabajo de tesis, y que forman parte de la lista que mantengo en mi mente, en especial a la gran familia de Selva Industrial.

Al personal técnico de la Universidad Agraria La Molina.

A todos los que confiaron en mí, por su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	CHIRIMOYA.....	3
2.1.1.	ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	3
2.1.2.	VARIEDADES.....	5
2.1.3.	PRODUCCIÓN EN EL PERÚ.....	6
2.1.4.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, FÍSICOQUÍMICAS Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.....	8
2.1.5.	CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS.....	11
2.1.6.	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS.....	15
2.2.	SISTEMAS DE PELADO DE FRUTA.....	16
2.2.1.	PELADO MANUAL.....	16
2.2.2.	PELADO TÉRMICO.....	17
2.2.3.	PELADO QUÍMICO.....	18
2.3.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS.....	19
2.4.	CONTROL DE PROCESO.....	20
2.5.	CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS.....	20
2.5.1.	GRUPO DE ALIMENTO.....	20
2.5.2.	PLAN DE MUESTREO.....	21
2.5.3.	LÍMITES MICROBIOLÓGICOS.....	21

2.5.4.	GRUPOS MICROBIOLÓGICOS.....	22
2.6.	MÉTODOS DE ENSAYOS.....	32
2.6.1.	RECuento ESTÁNDAR EN PLACA.....	33
2.6.2.	MÉTODOS RÁPIDOS PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS: SISTEMA PETRIFILM®.....	33
2.7.	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA PULPA DE CHIRIMOYA....	34
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	35
3.2.	MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	35
3.2.1.	ESPECIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	35
3.2.2.	INSUMOS.....	35
3.2.3.	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	35
3.3.	MÉTODOS DE ANÁLISIS	38
3.3.1.	ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS.....	38
3.3.2.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	39
3.3.3.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	43
3.3.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	52
3.4.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	53
3.4.1.	FLUJO DE OPERACIONES PARA OBTENER PULPA DE CHIRIMOYA...53	
3.4.2.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	56
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
4.1.	ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS.....	61
4.1.1.	SÓLIDOS SOLUBLES.....	61

4.1.2. ACIDEZ.....	69
4.1.3. PH.....	75
4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	82
4.2.1. INDICADORES DE HIGIENE.....	82
4.2.2. INDICADORES DE ALTERACIÓN.....	92
4.2.3. MICROORGANISMOS PATÓGENOS.....	126
4.3. ANÁLISIS SENSORIAL.....	128
4.3.1. PRUEBA DE COLOR DE PULPA DE CHIRIMOYA.....	128
4.3.2. PRUEBA DE SABOR DE PULPA DE CHIRIMOYA.....	134
4.3.3. PRUEBA DE AROMA DE PULPA DE CHIRIMOYA.....	139
V. CONCLUSIONES.....	145
VI. RECOMENDACIONES.....	147
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
VIII. ANEXOS.....	157

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1: Principales nombres de los frutos anonáceos.....	3
Cuadro 2: Caracterización física de la chirimoya variedad lisa.....	8
Cuadro 3: Caracterización fisicoquímica de la pulpa de chirimoya.....	10
Cuadro 4: Composición nutricional de la chirimoya.....	11
Cuadro 5: Requisitos microbiológicos para frutas y hortalizas frescas semiprocessadas, refrigeradas y/o congeladas.....	21
Cuadro 6: Parámetros internos de Selva Industrial SA.....	22
Cuadro 7: Bacterias frecuentemente halladas en frutas, hortalizas y zumos.....	27
Cuadro 8: Glosario Sensorial del color, sabor y aroma de la pulpa de chirimoya.....	47
Cuadro 9: Cronograma de actividades para el entrenamiento de jueces.....	51
Cuadro 10: Tratamientos a partir de la combinación de los niveles de factores evaluados en el pelado semi automatizado de chirimoya.....	57
Cuadro 11: Esquema experimental del arreglo factorial 2x2x2.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fruto de la chirimoya.....	4
Figura 2: Tipos de exocarpo en chirimoya (1) Laevis o lisa, (2) Impressa, (3) Umbonata, (4) Tuberculata, (5) Mamillata.....	6
Figura 3: Forma del fruto de chirimoya (1) Redonda, (2) Achatada, (3) Cordiforme, (4) Cordiforme alargado, (5) Oval.....	13
Figura 4: Ficha de evaluación sensorial de color de pulpa de chirimoya.....	44
Figura 5: Ficha de evaluación sensorial de sabor de pulpa de chirimoya.....	45
Figura 6: Ficha de evaluación sensorial de aroma de pulpa de chirimoya.....	46
Figura 7: Ficha de convocatoria de jueces sensoriales para el Proyecto Chirimoya.....	48
Figura 8: Flujo de operaciones para obtener pulpa de chirimoya.....	54
Figura 9: Esquema general del procedimiento experimental.....	60
Figura 10: Comparación del contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.....	61
Figura 11: Efecto del tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.....	63
Figura 12: Efecto de la temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.....	63
Figura 13: Efecto de la concentración de NaOH sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.....	64
Figura 14: Efecto de interacción de concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.....	66
Figura 15: Efecto de interacción de concentración de NaOH-temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.....	67
Figura 16: Efecto de interacción de la temperatura-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.....	68

Figura 17: Comparación del contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.....	69
Figura 18: Efecto del tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya.....	71
Figura 19: Efecto de la temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya.....	71
Figura 20: Efecto del NaOH sobre el contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya.....	72
Figura 21: Efecto de interacción de concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya.....	73
Figura 22: Efecto de interacción de concentración de NaOH-temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de.....	73
Figura 23: Efecto de interacción de la temperatura-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya.....	74
Figura 24: Comparación del contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.....	76
Figura 25: Efecto del tiempo de inmersión sobre el contenido de pH en pulpa de chirimoya.....	77
Figura 26: Efecto de la temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya.....	77
Figura 27: Efecto de la concentración de NaOH sobre el contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya.....	78
Figura 28: Efecto de interacción de concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya.....	79
Figura 29: Efecto de interacción de concentración de NaOH-temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya.....	80

Figura 30: Efecto de interacción de la temperatura-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya.....	81
Figura 31: Comparación del recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.....	82
Figura 31: Comparación del recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.....	82
Figura 32: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya.....	86
Figura 33: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya.....	86
Figura 34: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya.....	88
Figura 35: Efecto de la interacción de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya.....	89
Figura 36: Efecto de la interacción de NaOH-temperatura de inmersión sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de.....	90
Figura 37: Efecto de la interacción del tiempo-temperatura de inmersión sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya.....	90
Figura 38: Comparación del recuento promedio de bacterias aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.....	92
Figura 39: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.....	95
Figura 40: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.....	96
Figura 41: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.....	97

Figura 42: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.....	98
Figura 43: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-temperatura sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.....	98
Figura 44: Efecto de la interacción del tiempo-temperatura de inmersión sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.....	99
Figura 45: Comparación del recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.....	101
Figura 46: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.....	103
Figura 47: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.....	104
Figura 48: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.....	105
Figura 49: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.....	106
Figura 50: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.....	107
Figura 51: Efecto de la interacción de la temperatura y tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.....	107
Figura 52: Comparación del recuento promedio de bacterias aerobias esporuladas en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.....	108
Figura 53: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.....	110
Figura 54: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.....	110

Figura 55: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.....	111
Figura 56: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.....	112
Figura 57: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-temperatura sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.....	113
Figura 58: Efecto de la interacción del tiempo y la temperatura sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.....	113
Figura 59: Comparación del recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya.....	114
Figura 60: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya.....	116
Figura 61: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya.....	116
Figura 62: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya.....	117
Figura 63: Efecto de la interacción del tiempo-concentración de NaOH sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya.....	118
Figura 64: Efecto de la interacción de la temperatura y la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya.....	119
Figura 65: Efecto de la interacción de la temperatura-tiempo sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya.....	119
Figura 66: Comparación del recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.....	121
Figura 67: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya.....	122

Figura 68: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya.....	123
Figura 69: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya.....	123
Figura 70: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya.....	124
Figura 71: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-temperatura sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya.....	125
Figura 72: Efecto de la interacción del tiempo-temperatura sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya.....	125
Figura 73: Comparación de los puntajes promedio de color para pulpa de chirimoya con pelado semiautomatizado.....	128
Figura 74: Efecto del tiempo de inmersión sobre el puntaje de color en pulpa de chirimoya.....	129
Figura 75: Efecto de la temperatura sobre el puntaje de color en pulpa de chirimoya.....	130
Figura 76: Efecto de la temperatura sobre el puntaje de color en pulpa de chirimoya.....	131
Figura 77: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de color en pulpa de chirimoya.....	132
Figura 78: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-temperatura de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de color en pulpa de chirimoya	132
Figura 79: Efecto de la interacción de la temperatura-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de color en pulpa de chirimoya.....	133
Figura 80: Comparación de los puntajes promedio de sabor para pulpa de chirimoya con pelado semiautomatizado.....	134

Figura 81: Efecto del tiempo de inmersión sobre el puntaje de sabor en pulpa de chirimoya.....	135
Figura 82: Efecto de la temperatura sobre el puntaje de sabor en pulpa de chirimoya.....	136
Figura 83: Efecto de la concentración de NaOH sobre el puntaje de sabor en pulpa de chirimoya.....	136
Figura 84: Efecto de la interacción de la temperatura- tiempo de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de color en pulpa de chirimoya.....	137
Figura 85: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH- temperatura de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de sabor en pulpa de chirimoya.....	138
Figura 86: Efecto de la interacción de la temperatura- tiempo de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de sabor en pulpa de chirimoya.....	138
Figura 87: Comparación de los puntajes promedio de aroma para pulpa de chirimoya con pelado semiautomatizado.....	139
Figura 88: Efecto del tiempo sobre el puntaje de aroma en pulpa de chirimoya.....	141
Figura 89: Efecto de la temperatura sobre el puntaje de aroma en pulpa de chirimoya.....	141
Figura 90: Efecto de la concentración de NaOH sobre el puntaje de aroma en pulpa de chirimoya.....	142
Figura 91: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH - tiempo de inmersión sobre el puntaje promedio de aroma en pulpa de chirimoya.....	143
Figura 92: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH y la temperatura sobre el puntaje promedio de aroma en pulpa de chirimoya.....	143
Figura 93: Efecto de la interacción del tiempo- temperatura sobre el puntaje promedio de aroma en pulpa de chirimoya.....	144

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. RESULTADOS DE PULPA DE CHIRIMOYA OBTENIDA CON EL PROCESO DE PELADO MANUAL.....	157
ANEXO 2. MÁQUINA PROTOTIPO DE PELADO QUÍMICO.....	158
ANEXO 3. MÁQUINA PULPEADORA DE LA EMPRESA SELVA INDUSTRIAL SA.....	159
ANEXO 4. FICHA DE EVALUACIÓN DE RECONOCIMIENTO DE SABORES.....	160
ANEXO 5. FICHA DE EVALUACIÓN DE RECONOCIMIENTO DE OLORES BÁSICOS PARA SELECCIÓN DE PANELISTAS.....	161
ANEXO 6. FICHA DE EVALUACIÓN DE SELECCIÓN DE PANELISTAS.....	162
ANEXO 7. RESULTADOS DE RECONOCIMIENTO DE SABORES PARA LA SELECCIÓN DE PANELISTAS.....	163
ANEXO 8. RESULTADOS DE RECONOCIMIENTO DE OLORES PARA LA SELECCIÓN DE PANELISTAS.....	164
ANEXO 9. PUNTAJES ACUMULADOS DE PRUEBA TRIANGULAR PARA SELECCIÓN DE JUECES.....	166
ANEXO 10. RESULTADOS DE PRUEBA DISCRIMINATIVA TRIANGULAR DE SELECCIÓN DE JUECES.....	167
ANEXO 11. FOTOGRAFÍAS DEL ENTRENAMIENTO SENSORIAL DE PULPA DE CHIRIMOYA EN LA EMPRESA SELVA INDUSTRIAL SA.....	168
ANEXO 12. INFORMACIÓN Y REFERENCIA DE LOS JUECES SENSORIALES ENTRENADOS.....	169
ANEXO 13. RESULTADOS DEL ENTRENAMIENTO DE JUECES SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO DE COLOR EN PULPA DE CHIRIMOYA.....	170

ANEXO 14. RESUMEN DEL ANVA DE LOS RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO EN COLOR DE LA PULPA DE CHIRIMOYA.....	172
ANEXO 15. RESULTADOS DEL ENTRENAMIENTO DE JUECES SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO DE SABOR EN PULPA DE CHIRIMOYA.....	173
ANEXO 16. RESUMEN DEL ANVA DE LOS RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO EN SABOR DE LA PULPA DE CHIRIMOYA.....	175
ANEXO 17. RESULTADOS DEL ENTRENAMIENTO DE JUECES SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO DE AROMA EN PULPA DE CHIRIMOYA.....	176
ANEXO 18. RESUMEN DEL ANVA DE LOS RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO EN AROMA DE LA PULPA DE CHIRIMOYA.....	178
ANEXO 19. PRUEBA DE BARLETT (HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS) PARA RESULTADOS DEL PUNTAJE DE COLOR.....	179
ANEXO 20. PRUEBA DE BARLETT (HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS) PARA RESULTADOS DEL PUNTAJE DE SABOR.....	181
ANEXO 21. PRUEBA DE BARLETT (HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS) PARA RESULTADOS DEL PUNTAJE DE AROMA.....	183
ANEXO 22. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA PUNTAJE DE COLOR, SABOR Y AROMA.....	185
ANEXO 23. RESULTADOS DE MEDICIÓN DE FIRMEZA (KG/CM ²) EN LA RECEPCIÓN DE CHIRIMOYA.....	187
ANEXO 24. PRUEBAS PREVIAS EN LA UTILIZACIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO Y ÁCIDO ASCÓRBICO EN SOLUCIÓN ANTIOXIDANTE DURANTE EL PULPEADO DE CHIRIMOYA.....	188

ANEXO 25. FOTOGRAFÍAS DEL PELADO SEMIAUTOMATIZADO DE LA CHIRIMOYA.....	190
ANEXO 26. RESULTADOS DE SÓLIDOS SOLUBLES DE LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS.....	192
ANEXO 27. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE LOS SÓLIDOS SOLUBLES	193
ANEXO 28. RESULTADOS DE ACIDEZ DE LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS.....	195
ANEXO 29. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE LA ACIDEZ.....	196
ANEXO 30. RESULTADOS DEL PH DE LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS.....	198
ANEXO 31. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE EL PH.....	199
ANEXO 32. RESULTADOS DEL RECuento DE ENTEROBACTERIAS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS.....	201
ANEXO 33. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA CÁSCARA DE CHIRIMOYA POR MÉTODO DE ENJUAGUE.....	202
ANEXO 34. PRUEBAS BIOQUÍMICAS PARA RESULTADOS POSITIVOS DE ENTEROBACTERIAS EN PULPA DE CHIRIMOYA.....	202
ANEXO 35. ILUSTRACIONES DE LAS PRUEBAS BIOQUÍMICAS DE ENTEROBACTERIAS EN PULPA DE CHIRIMOYA.....	203
ANEXO 36. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE LAS ENTEROBACTERIAS.....	205
ANEXO 37. RESULTADO DE COLIFORMES TOTALES (UFC/G) EN PULPA DE CHIRIMOYA.....	206
ANEXO 38. RECuento DE E.COLI (UFC/G) EN PULPA DE CHIRIMOYA.....	207

ANEXO 39. RESULTADOS DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS RECuento DE BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA.....	208
ANEXO 40. FICHA TÉCNICA DEL AGENTE DESINFECTANTE P3-OXONIA ACTIVE.....	209
ANEXO 41. FICHA TÉCNICA DEL DETERGENTE ÁCIDO TOPAX 56.....	210
ANEXO 42. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE EQUIPOS Y AMBIENTE EN LA PRODUCCIÓN DE PULPA DE CHIRIMOYA.....	211
ANEXO 43. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE LAS BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS.....	212
ANEXO 44. RESULTADOS DEL RECuento DE MOHOS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA TESTIGO Y CON PELADO SEMIAUTOMATIZADO.....	213
ANEXO 45. RESULTADOS DEL RECuento DE LEVADURAS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS.....	214
ANEXO 46. FOTOGRAFÍAS DE MICROORGANISMOS OBSERVADOS AL MICROSCOPIO.....	215
ANEXO 47. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE LAS LEVADURAS.....	218
ANEXO 48. RESULTADOS DEL RECuento DE BACTERIAS AEROBIAS ESPORULADAS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS.....	220
ANEXO 49. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE LAS BACTERIAS AEROBIAS ESPORULADAS.....	221
ANEXO 50. RESULTADOS DEL RECuento DE BACTERIAS ACIDÚRICAS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA.....	223
ANEXO 51. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE LAS BACTERIAS ACIDÚRICAS.....	224

ANEXO 52. RECUENTO DE ALICYCLOBACILLUS SP. (UFC/G) EN PULPA DE CHIRIMOYA.....	225
ANEXO 53. RESULTADOS DEL RECUENTO DE MOHOS TERMORRESISTENTES EN LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS.....	226
ANEXO 54. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE LOS MOHOS TERMORRESISTENTES.....	227
ANEXO 55. RESULTADOS DE PRUEBA DE DETECCIÓN DE SALMONELLA SP. EN PULPA DE CHIRIMOYA.....	229
ANEXO 56. RECUENTO DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS EN PULPA DE CHIRIMOYA.....	229
ANEXO 57. RESULTADOS SENSORIALES DE LA PRUEBA DE COLOR PARA PANELISTAS ENTRENADOS.....	230
ANEXO 58. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE EL COLOR DE LA PULPA DE CHIRIMOYA.....	232
ANEXO 59. RESULTADOS SENSORIALES DE LA PRUEBA DE SABOR PARA PANELISTAS ENTRENADOS.....	234
ANEXO 60. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE EL SABOR DE LA PULPA DE CHIRIMOYA.....	236
ANEXO 61. RESULTADOS SENSORIALES DE LA PRUEBA DE AROMA PARA PANELISTAS ENTRENADOS.....	238
ANEXO 62. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES SOBRE EL AROMA DE LA PULPA DE CHIRIMOYA.....	241

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del pelado semiautomatizado con la máquina prototipo diseñada y fabricada por el Proyecto de Innovación PITEI-1-P-225-068-14 y la empresa Selva Industrial SA, sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la pulpa de chirimoya. Las chirimoyas maduras procedentes de Chachapoyas (Amazonas) fueron seleccionadas, clasificadas, lavadas, desinfectadas y peladas utilizando dos métodos: térmico y químico. El pelado térmico se realizó con agua blanda a 90 y 100 °C y el pelado químico a una concentración de 6 por ciento de NaOH a 90 y 100 °C, para cada temperatura se tuvo tiempos de inmersión de 2 min 20 s (70 Hz) y 3 min 5s (50 Hz), siendo un total de ocho tratamientos y una muestra control. La cáscara aflojada por la máquina se retiró manualmente al mismo tiempo que fue rociada con ácido cítrico (0,5%) y ácido ascórbico (1,0%), luego se procedió al estandarizado con ácido cítrico (0,1%) y ácido ascórbico (0,21%), pulpeado y envasado de las muestras (200g) en bolsas de polietileno de baja densidad, que fueron analizadas por triplicado. Se realizaron análisis microbiológicos (indicadores de higiene, de alteración y patógenos), fisicoquímicos (sólidos solubles, acidez y pH) y sensoriales (color, sabor y aroma). Se obtuvo una reducción significativa ($p < 0,05$) de bacterias aerobias mesófilas, enterobacterias totales y levaduras con 6 por ciento de NaOH. No se detectaron patógenos (*Salmonella* y *Staphylococcus aureus*) ni *E.coli* en todas las muestras evaluadas, cumpliéndose los criterios microbiológicos establecidos por la norma sanitaria nacional y los de Selva Industrial SA. Se obtuvo una reducción no significativa ($p > 0,05$) de indicadores de alteración: bacterias acidúricas, aerobio esporuladas y mohos termorresistentes, no se detectó *Alicyclobacillus sp.* Los jueces entrenados no encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en color, sabor y aroma entre las muestras.

Palabras claves: seguridad alimentaria, antioxidantes, tecnología de alimentos, congelación.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of semiautomated peeling with the prototype machine designed and manufactured by the PITEI-1-P-225-068-14 Innovation Project and Selva Industrial SA on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of cherimoya pulp. The mature cherimoya from Chachapoyas (Amazonas) were selected, classified, washed, disinfected and peeled using two methods: thermal and chemical. Thermal peeling was performed with soft water at 90 and 100 ° C and chemical peeling at a concentration of 6% NaOH at 90 and 100 ° C, for each temperatura was worked with immersion times of 2 min 20 s (70 Hz) and 3 min 5s (50 Hz), being a total of eight treatments and control sample. The peel separated by the machine was manually removed at the same time as it was sprayed with the antioxidants citric acid (0.5%) and ascorbic acid (1.0%), followed by standardization with citric acid (0.1 %) and ascorbic acid (0.21%), pulping and packaging of the samples (200g) in low density polyethylene bags, these were analyzed in triplicate. The following analyzes were performed: Microbiological (hygiene, alteration indicators and pathogen), physicochemicals (soluble solids, acidity and pH) and sensorial (color, flavor and aroma) were performed. It was obtained a significant reduction ($p < 0.05$) of mesophilic aerobic bacteria, total enterobacteria and yeasts with 6 percent NaOH. No pathogens (*Salmonella* and *Staphylococcus aureus*) and *E. coli* were detected in all samples tested, fulfilling microbiological criteria established by the national health standard and Selva Industrial S.A. It was obtained a non-significant reduction ($p > 0.05$) of alteration indicators: acidic, aerobic sporulated bacteria and thermoresistant molds, *Alicyclobacillus* sp was no detected. The trained judges did not find significant differences ($p > 0.05$) in color, flavor and aroma of the pulps obtained with chemical and thermal peeling treatments.

Key words: food safety, antioxidants, food technology, freezing.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de chirimoya (*Annona cherimola* Mill) en nuestro país se circunscribe en costa, sierra y selva, existiendo áreas de cultivo a escala comercial donde se genera una producción de veinte mil toneladas anuales, de las cuales el cuarenta por ciento de la producción son destinados a la venta nacional y el resto a la exportación en su presentación de fruta entera.

La importancia de su consumo se asocia a sus características organolépticas, propiedades nutricionales y funcionales. Se recomienda en personas con problemas cardíacos, hepáticos o renales, debido a su alto contenido en agua, bajo nivel de grasas y alta digestibilidad. También se ha demostrado la actividad antioxidante de la pulpa por la presencia de compuestos bioactivos como carotenoides y flavonoides, siendo la luteína el carotenoide más abundante; otro componente de interés es el ácido L-ascórbico (Alburquerque *et al.* 2016).

Las pulpas son los productos principales en el aprovechamiento y transformación primaria de frutas tropicales. Su consumo es extendido y su importancia radica en la conservación de las propiedades nutricionales y organolépticas de la fruta fresca, como el caso de la pulpa congelada. La pulpa de chirimoya puede utilizarse para hacer productos con valor agregado, como batidos, mousse de chirimoya en pastelería, pie de chirimoya, helados, licores, mermeladas y yogurt.

Sin embargo, pese a la creciente demanda en la exportación de pulpa de chirimoya, son muy pocas las investigaciones dirigidas a su obtención por proceso industrial que utilice el pelado semiautomatizado; y que consiga iguales o mejores características de calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial que las pulpas obtenidas por el pelado manual convencional.

Los antecedentes encontrados de pelado químico industrial son generalmente para frutas de forma regular o esférica como kiwi, durazno, pepino dulce, etc.; en cambio para frutos de forma irregular, como la chirimoya y guanábana, no se encontraron mayores

investigaciones. Por tal motivo, el Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología (FINCYT), priorizó al proyecto de investigación (PITEI-1-P-225-068-14) que incluyó el diseño de un prototipo de máquina que facilite el pelado del fruto de chirimoya a escala piloto (150 a 200 kg/h). Este prototipo combinó el pelado térmico y químico que permitió remover la cáscara con facilidad y adicionalmente, reducir la carga microbiana e inactivar las enzimas que provocan la oxidación y pardeamiento de la pulpa.

Por lo señalado anteriormente, el objetivo de esta investigación fue comparar el efecto del pelado térmico y químico semiautomatizado realizado por la máquina prototipo y de los factores: tiempo de inmersión, temperatura de inmersión y concentración de NaOH sobre las características fisicoquímicas (sólidos solubles, acidez y pH), microbiológicas (recuento de indicadores de higiene, alteración y patógenos) y sensoriales (color, sabor y aroma) de la pulpa de chirimoya variedad lisa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CHIRIMOYA

2.1.1. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill) es una fruta nativa del Perú, de origen subtropical y cuyo cultivo se ha extendido por diversos países de otros continentes como México, Estados Unidos, España, etc. En Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y Venezuela (Noratto 1990 y Palma *et al.* 1993).

Según Pérez *et al.* (2015) y Palma *et al.* (1993), la chirimoya es una especie de fruta exótica encontrada en diferentes áreas subtropicales alrededor del mundo. Es una de las frutas con mayor aceptación por los consumidores por las características de su pulpa suave, dulce, aromática y de consistencia cremosa.

El nombre en inglés para la chirimoya es *custard apple*, pero este nombre fue primero dado para muchas otras frutas de la familia *Annonaceae*, creando confusión (Palma *et al.* 1993).

En el Cuadro 1 se muestran los nombres de las principales frutas comestibles de la familia *Annonaceae*.

Cuadro 1: Principales nombres de los frutos anonáceos

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Annona cherimola</i> Mill.	chirimoya (<i>cherimoya</i>)
<i>Annona muricata</i> L.	guanábana (<i>soursoup</i>)
<i>Annona reticulata</i>	<i>bullock's heart</i>
<i>Annona squamosa</i> L.	<i>sweetsop, sugar apple, custard apple</i>
<i>Annona atemoya</i> (<i>A. cherimola</i> x <i>A. squamosa</i>)	<i>atemoya, custard apple</i>

FUENTE: Palma *et al.* (1993).

La chirimoya fue utilizada como medicina tradicional, por sus propiedades antibióticas e insecticidas, y usada como un efectivo tratamiento para los desórdenes digestivos y

enfermedades de la piel. Tiene propiedades antioxidantes y de protección celular por la presencia de componentes fenólicos, estos pueden ayudar a prevenir enfermedades asociadas con el estrés oxidativo, como el cáncer, arterioesclerosis y enfermedades neurodegenerativas (Pérez *et al.* 2015).

Según Castañeda (1988), el peso del fruto de la chirimoya oscila entre los 150 y 2000 g, tiene un pericarpio de diferente grosor según la variedad. El color de la cáscara varía de verde claro a verde oscuro, y en algunos casos presenta unos ligeros tintes bronceados o purpúreos. La parte comestible va del color crema al blanco. El sabor es ligeramente ácido y delicado, descrito por algunos como una mezcla de piña y plátano.

El fruto contiene semillas de color negro que varía a marrón, de forma alargada y aplastada. Su cantidad es variable, en la proporción de 1 por cada 10 carpelos en los variedades de buena calidad y de 1 por cada 6 carpelos en las de inferior calidad (Ibar, citado por Castañeda 1988).

En la Figura 1 se presenta la fotografía de una chirimoya variedad lisa ecotipo Cumbe.



Figura 1: Fruto de la chirimoya.

FUENTE: Sierra Exportadora-AREX (2015).

2.1.2. VARIEDADES

Según Mariano (2003), las variedades comerciales más comunes de chirimoya son:

- **Chirimoya Cumbe (ecotipo Cumbe):** está seleccionada y procede de semillas cuyas plantas han sido injertadas en la comunidad de Cumbe, distrito de Otao, provincia de Huarochirí, departamento de Lima.
- **Chirimoya Criolla:** sus frutos son medianos con protuberancias, de forma ovalada, color verde oscuro con ligero tono negruzco en ciertas partes. La planta es susceptible al ataque de la mosca de la fruta.
- **Chirimoya Yampa:** es originaria de Cajamarca, sus frutos son grandes y de color verde oscuro. Apropia para su consumo en fresco, es lisa y resistente al transporte (de la Rocha, citado por Mariano 2003).

«En el mercado las variedades Yampa y Criolla se orientan al consumo interno y el ecotipo Cumbe se destina al mercado internacional como fruta fresca » (Mariano 2003).

Por otro lado los autores Calzada y García, citados por Noratto (1990) y Bejarano (1992), respectivamente, señalan que las principales variedades de acuerdo a la forma de la superficie del fruto o exocarpo son:

- **Lisas o alvis:** apenas se distinguen las líneas de unión de los carpelos, casi sin relieve.
- **Impresas o hendidas:** cuando se distinguen las líneas de unión de los carpelos y el centro ligeramente hundido.
- **Tuberculata:** tienen un apéndice pequeño en la parte inferior de los carpelos, tiene forma de corazón.
- **Mamillata:** el apéndice sobresale marcadamente, llamada chirimoya de tetillas.
- **Umbonata:** el apéndice se prolonga hacia afuera en forma de pico. También llamado chirimoya de púas o anona picuda.

En la Figura 2 se puede observar los distintos tipos de exocarpo de las variedades de chirimoya.

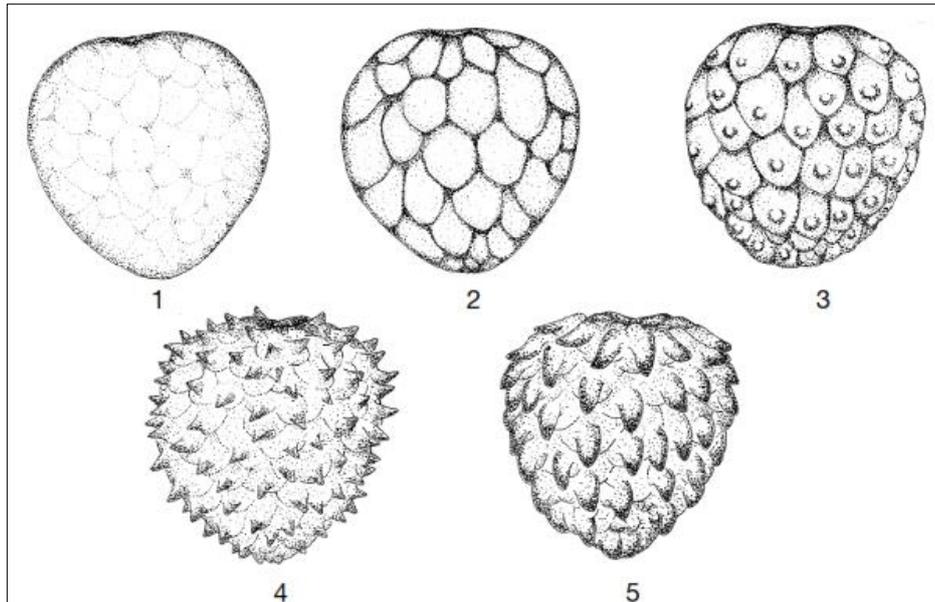


Figura 2: Tipos de exocarpo en chirimoya (1) *Laevis* o lisa, (2) *Impressa*, (3) *Umbonata*, (4) *Tuberculata*, (5) *Mamillata*.

FUENTE: Bioversity International (2008).

Las dos principales variedades a nivel comercial son la lisa y la criolla. Uno de los lugares que ha destacado en calidad en el cultivo de estas variedades, sobretodo de la lisa es Cumbe ubicado en la provincia de Huarochirí, Lima. También se cultiva en otros lugares del Perú, como Huánuco, Ayacucho, Cajamarca, La Libertad y Amazonas (Noratto 1990).

2.1.3. PRODUCCIÓN EN EL PERÚ

Según Torres (2013), en la entrevista realizada al líder de frutales del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y miembro de la asociación de productores de chirimoya de Cumbe (Huarochirí-Lima), resalta la importancia de la existencia de asociaciones de productores a nivel nacional que de forma organizada no sólo abastezcan al mercado local, sino también a un mercado exportador competitivo. Indica que uno de los países que consume el 20 por ciento de la producción de chirimoyo del Perú, es Ecuador. Esta producción proviene principalmente de Lima, Cajamarca, Ayacucho y Chachapoyas (Amazonas).

Torres (2013) indica que «en el banco de germoplasma del INIA existen más de 300 líneas de chirimoya. Sin embargo, en el Perú se cultiva principalmente la variedad lisa ecotipo Cumbe, la cual destaca por tener un fenotipo más liso, forma de corazón y mediano tamaño. Estas tres son las características que más demanda el mercado. Existen más de 300 productores de chirimoyo en el país y alrededor de 3 mil hectáreas instaladas de la fruta».

Según Díaz *et al.* (2015), el chirimoyo es un frutal nativo del valle de Huaura, al igual que la guanábana, lúcuma, granadilla, paca, guayaba y tuna. Además señala, «que tanto la chirimoya como la granadilla son especies que mantienen su productividad durante todo el año. Y que de éstas, la chirimoya es el fruto de mayor rendimiento de toneladas por hectárea y de mayor ingreso económico por año». El rendimiento de t/ha de la chirimoya en el valle de Huaura es de 17,8, cantidad superior al reportado por el INIA para la chirimoya lisa ecotipo Cumbe en la provincia de Huarochirí que fue de 14 t/ ha. Sin embargo la chirimoya proveniente de Cumbe, es una de las más elogiadas por su calidad y tamaño.

La producción nacional de chirimoya es de 20 000 toneladas anuales, de las cuales Lima produce el 50 por ciento (11 300 toneladas), en tanto Huarochirí produce 8 500 toneladas. Otras provincias de Lima que producen este fruto son Huaral, Canta y Oyón, así como las regiones de Cajamarca, Apurímac y Junín. Los principales mercados de exportación son Costa Rica y Canadá (Lira 2014).

La producción de chirimoya es estacional, por lo que se limita su disponibilidad en estado fresco y obliga al productor a transformarla de forma tal que aún conserve sus características de sabor, aroma y color. Sin embargo la pulpa de chirimoya se deteriora fácilmente y su tiempo de vida útil se ve muy limitado por la contaminación superficial que tiene durante su procesamiento, cuya etapa crítica es la del pelado.

Según Bioversity International (2008), «en los países andinos, el potencial de la diversidad de la planta de chirimoya está infravalorado por el reducido tiempo de vida útil (catorce días aproximadamente), las pérdidas en el rendimiento del cultivo provocadas por plagas, alta sensibilidad a magulladuras, producción en áreas poco accesibles, infraestructura limitada de transporte, riego y almacenamiento».

Por otro lado, Sierra Exportadora-AREX (2015) señala que las presentaciones comerciales que existen de la chirimoya peruana son: pulpa congelada con azúcar, pulpa congelada sin azúcar, esencia, puré, manjar, relleno de chocotejas, galeras y pasteles (King Kong), entre otros.

2.1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, FISICOQUÍMICAS Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

a. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Según Brito y Rodríguez (2008), es importante realizar una caracterización inicial del fruto, a fin de conocer el grado de madurez y la calidad de la fruta con la que se realiza la investigación.

En el Cuadro 2 se presenta la caracterización física del fruto de la chirimoya variedad lisa mejorada proveniente de una investigación ecuatoriana y la variedad lisa ecotipo Cumbe de Perú.

Cuadro 2: Caracterización física de la chirimoya variedad lisa

CHIRIMOYA	PESO (g)	LARGO (cm)	DIÁMETRO (cm)	RELACIÓN L/D*	FIRMEZA (kg-f)
Lisa Mejorada	238,17 ± 97,36	8,37 ± 1,46	8,16 ± 1,04	1,03 ± 0,17	2,47 ± 0,80
Ecotipo Cumbe	250 a 800	10 a 25	15	0,6 a 1,6	-----

*L: Largo, D: Diámetro

FUENTE: Brito y Rodríguez (2008) y De la Cruz (2015).

b. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

Los parámetros de calidad fisicoquímica utilizados para evaluar la aceptación o rechazo de la pulpa de chirimoya en la empresa Selva Industrial SA son los siguientes:

– SÓLIDOS SOLUBLES

Según Paltrinieri *et al.* (1993), la medición del contenido de sólidos solubles es un método muy utilizado en el procesamiento de frutas y hortalizas para determinar la concentración de sacarosa. Este valor se determina con el índice de refracción y se expresa en grados Brix a una temperatura de 20 °C. Es decir, si a 20 °C una solución tiene 60°Brix, significa que la solución tiene 60 por ciento de sacarosa.

Según Palma *et al.* (1993), los sólidos solubles aumentan conforme se incrementa la respiración de la fruta. La tasa de respiración se ve influenciada a su vez por la temperatura, las bajas temperaturas ralentizan la respiración y reduce la acumulación de sólidos solubles, lo contrario sucede en ambientes cálidos. El incremento de sólidos

solubles coincide con el máximo *flavor* y las mejores condiciones sensoriales, es decir se denota una correlación entre el contenido de los sólidos solubles totales y el sabor de la fruta. Hay diferencias de este contenido según la variedad de chirimoya, pero generalmente va de 18 a 24 °Brix.

– ACIDEZ

De acuerdo a Domene y Segura (2014), la acidez determina la concentración total de ácidos contenidos en un alimento. Se determina mediante una volumetría ácido-base (determina los ácidos solubles como cítrico, málico, láctico, etc). Los ácidos tienen influencia en el sabor, color, estabilidad microbiana y calidad de conservación de los alimentos.

«La valoración ácido-base consiste en la determinación de la concentración de un ácido o una base, mediante la adición de un volumen exactamente medido de base o de ácido de concentración conocida (agente valorante). El punto de equivalencia de una valoración se define teóricamente como el punto en el cual la cantidad de valorante agregado es estequiométricamente equivalente a la sustancia objeto de la determinación. En este punto, el número de equivalentes de la sustancia a valorar será igual al número de equivalentes de sustancia valorante» (Domene y Segura 2014).

Por otro lado, existe evidencia que la acidez de la chirimoya se incrementa durante la maduración, así como de otras *annonas* como *A. muricata* (guanábana) y *A. atemoya*. La acidez titulable se incrementa hasta el segundo pico climatérico, coincidiendo con la óptima condición comestible y luego decrece. Los ácidos orgánicos que intervienen son posiblemente ácido málico, encontrado en *A. atemoya*. En la *A. muricata* y *A. atemoya* los principales ácidos orgánicos son el málico y el cítrico. También se observó el incremento del ácido ascórbico en *A. squamosa* pero se señala que este componente no contribuye a la acidez titulable porque se encuentra generalmente como sal (Palma *et al.* 1993).

– pH

De acuerdo a Domene y Segura (2014), el potencial de hidrógeno es la medida potenciométrica más importante utilizada en la industria agroalimentaria y sirve para cuantificar la concentración del ión hidronio (H_3O^+) existente en el zumo obtenido del licuado del fruto, y se puede considerar la acidez activa. Se puede relacionar con el

contenido de ácidos presentes, la capacidad de proliferación microbiana en conservación (valores bajos permitirán una vida de anaquel más amplia) ya que actuará a nivel fisiológico en el fruto como barrera fisiológica natural frente a la acción microbiana.

La variedad lisa mejorada estudiada por Brito y Rodríguez (2008) presenta un sabor muy dulce, esto por su alto contenido de sólidos solubles (21°Brix), siendo su sabor ligeramente ácido con un pH de 4,64.

En el Cuadro 3 se presentan las características fisicoquímicas de la pulpa de dos diferentes variedades de chirimoya.

Cuadro 3: Caracterización fisicoquímica de la pulpa de chirimoya

ANÁLISIS	BRITO Y RODRÍGUEZ* (2008)	GUEVARA** (1990)
pH	4,64	4,1 a 4,5
Acidez titulable (% ácido cítrico)	0,33	0,63
Sólidos solubles (°Brix)	21,06	22 a 25

*Variedad lisa mejorada (Ecuador)

** Ecotipo Cumbe (Perú)

FUENTE: Brito y Rodríguez (2008); Guevara (1990).

c. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

De acuerdo a Guevara (1990), la chirimoya constituye una buena fuente de vitamina C, glucosa, fósforo, hierro, calcio e hidratos de carbono. Su alto valor nutritivo se explica por el elevado contenido de azúcares (glucosa y fructosa) y el de proteínas, superior al de muchas otras frutas. En el cuadro 4 se presentan los valores del contenido calórico, de vitaminas y minerales, entre otros.

Según Bioersivity International (2008), la chirimoya es una buena fuente de vitaminas B₁, B₂, B₃, hierro, calcio y fósforo; además su fruto es considerado entre los más sabrosos y las semillas trituradas se pueden emplear como bioinsecticidas (las acetogeninas presentes poseen propiedades farmacológicas).

Cuadro 4: Composición nutricional de la chirimoya

COMPONENTE	COLLAZOS (1996)	CASTAÑEDA (1988)	GUEVARA (1990)	BRITO Y RODRÍGUEZ (2008)
Calorías	87 (kcal)	---	---	---
Agua	75,1 (g)	79 (g)	75,54 (g)	77,51(g)
Proteína	1,2 (g)	1,52 (g)	2,22 (g)	---
Grasa	0,2 (g)	0,14 (g)	0,06 (g)	---
Carbohidratos	22,6 (g)	16,99 (g)	19,93 (g)	---
Ceniza	0,9 (g)	0,83 (g)	0,75 (g)	0,87(g)
Fibra	1,5 (g)	1,52 (g)	1,50 (g)	---
Calcio	20 (mg)	---	---	---
Fósforo	63 (mg)	---	---	---
Hierro	0,7 (mg)	---	---	---
Tiamina	0,09 (mg)	---	---	---
Riboflavina	0,16 (mg)	---	---	---
Niacina	1,62 (mg)	---	---	---
Vitamina C	3,3 (mg)	12,00 (g)	11,5 (g)	61,48(g)
Pectina	---	1,19 (g)	1,2 (g)	---
Azúcares reductores	---	10,25 (g)	6,68 (g)	16,89(g)

FUENTE: Collazos *et al.* (1996); Guevara (1990); Castañeda (1988); Brito y Rodríguez (2008).

2.1.5. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

Respecto a su procesamiento para la obtención de pulpa, Noratto (1990) indica que la chirimoya es un fruto sensible a tratamientos térmicos y se consume preferentemente en estado fresco; indica también que es preciso considerar las alteraciones y desórdenes en la maduración que se produce durante el almacenamiento.

a. MADUREZ Y FIRMEZA DEL FRUTO

Palma *et al.* (1993) indica que el índice de madurez para la cosecha de chirimoya aún no ha sido establecido en base a parámetros. Tradicionalmente se cosechan cuando sus cáscaras se vuelven de color verde amarillento, también se observaron los cambios en el color de los

tricomas, pero no se encontró correlación con los cambios fisicoquímicos. No se encontró una relación de que la firmeza sea un factor predictivo de la madurez y en cuanto a sólidos solubles, estos reflejan un sabor más aceptable en la fruta madura. Se observó además una alta correlación entre los sólidos solubles y el diámetro del fruto durante su crecimiento. Otro índice de madurez estudiado es el desprendimiento de las semillas dentro de la fruta, sin embargo este cambio de adherencia de la semilla ocurre muy tarde en la maduración para un manejo adecuado de post cosecha, e incluso a veces ni se da.

Según Van Damme, citado por De la Cruz (2015), señala que cuando la chirimoya alcanza la madurez se torna de un color verde pálido o cremoso y se considera que está demasiado madura cuando la piel adquiere un tono marrón oscuro o negro. La piel, delgada o gruesa puede ser suave, con marcas que se parecen a huellas dactilares, o estar cubierta de protuberancias de forma cónica o redondeada que quedan de las flores.

Según Bioversity International (2008), el color del exocarpo (cáscara) se basa en los códigos del *Royal Horticultural Society*, los cuales son: verde claro, verde, verde oscuro, verde amarillento, amarillo, verde amarronado y marrón. Respecto al grosor de la cáscara, es medida en mm. La resistencia al penetrómetro (N/cm^2) sirve para determinar la madurez del fruto, se registra en cuatro puntos del ecuador y en el ápice. La resistencia a la abrasión es medida por el frotamiento con el pulgar y se clasifica en suave, intermedia y fuerte.

Noratto (1990) utilizó la chirimoya variedad impresa, de nombre comercial Huayco, proveniente de Huaral, por contener menor cantidad de pepas. Su estado de madurez de consumo se basó en el índice de firmeza, que consistió en presionar con los dedos las muestras de frutas. El autor afirma que cuando la penetración promedio es de 102,38 mm/kg, la chirimoya está madura. Los valores de penetración se tomaron después de aplicar la fuerza por cinco segundos.

Por otro lado, Guevara (1990) determinó que la chirimoya variedad Cumbe ofrece las mejores condiciones de procesamiento cuando alcanza 3,6 lb de penetración, medidos con el penetrómetro Force Gauge.

Velezmoro (1988) señala que el índice de madurez para la chirimoya variedad Cumbe se determinó por los valores de penetración en mm/kg que fueron tomados en un lapso de seis segundos para muestras de chirimoyas maduras. Con un nivel de confianza de 99% afirma

que los frutos del chirimoyo están maduros cuando presentaban una penetración en mm/kg dentro de los límites 140,94 mm/kg y 166,2 mm/kg.

De acuerdo a las observaciones preliminares en Selva Industrial SA (datos no publicados), la maduración e incluso la variedad de la chirimoya son factores más determinantes en el contenido de sólidos solubles y el pH. La maduración también está relacionada con la temperatura de almacenamiento, las chirimoyas no pueden almacenarse a cinco grados centígrados porque son susceptibles al daño por frío, la piel se oscurece y endurece.

Al respecto, Fuster y Prestamo, citado por Noratto (1990), señalan que las mejores condiciones de almacenaje son 10 °C y 85 por ciento de humedad relativa para un tiempo de almacenamiento de 15 a 21 días.

b. FORMA Y TAMAÑO DEL FRUTO

El fruto de la chirimoya es un sincarpo, ya que varios frutos individuales están insertados en una disposición es espiral alrededor de un receptáculo central cónico, dándole una forma global irregular. Este fruto está formado por el crecimiento conjunto de los carpelos y el receptáculo en una estructura carnosa, cada carpelo posee una semilla oscura. La cual se separa fácilmente de la pulpa (Schroeder; Biale y Barcus, citado por Palma *et al.*1993).

Las frutas pueden ser en forma de corazón o cónicas y pueden pesar de 200 g hasta 2 kg. La forma y el peso están más relacionados con los patrones de polinización que las diferencias varietales (Gardiazabal y Rosenberg, citado por Palma *et al.*1993).

En la Figura 3 se presentan las diferentes formas de la chirimoya.

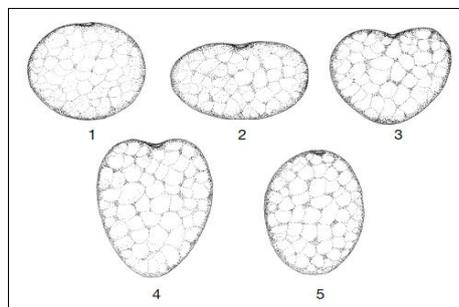


Figura 3: Forma del fruto de chirimoya (1) Redonda, (2) Achatada, (3) Cordiforme, (4) Cordiforme alargado, (5) Oval

FUENTE: Bioersivity International (2008).

c. **ACTIVIDAD ENZIMÁTICA POLIFENOLOXIDASA (PPO)**

Como un antecedente se tiene el caso de la *Annona squamosa*, un fruto de la familia de las anonas muy similar a la chirimoya (*Annona cherimola*), siendo incluso muchas veces confundida. Ésta presenta problemas en el proceso de enlatado ya que desarrolla un sabor amargo y pardeamiento con el calentamiento mayor a 55 °C. La pulpa, expuesta al aire sufre decoloración debido a la actividad de la polifenoloxidasa (PPO), la decoloración ocurre durante el almacenamiento en congelado y en la descongelación, causando pérdida de calidad y valor. También se ha observado que la pulpa de *Annona squamosa* congelada sin aditivos presenta decoloración a dos horas de exponerlo a temperatura ambiente (Shashirekhaa *et al.* 2008).

De acuerdo a las evaluaciones realizadas por Palma *et al.* (1993), el pardeamiento en frutas es observado cuando es cortada y pelada, debido a la actividad oxidativa de las enzimas fenoloxidasas. El oscurecimiento en chirimoya ocurre en la pulpa, y en pulpa suspendida en jugo si este se deja en contacto con el oxígeno.

Según lo indicado por Palma *et al.* (1993), el pH y temperatura óptima para el desarrollo de PPO en chirimoya es de 5,0 a 5,5 y 25-30 °C respectivamente, por lo que indican que un tratamiento térmico de cinco minutos a 80°C es suficiente para inactivar enzimas.

Noratto (1990) también señala que es posible obtener pulpa de chirimoya congelada con las variables o no de pasteurización a 75 °C por 10 minutos y adición de ácido cítrico (0,2 por ciento), ácido ascórbico (0,15 por ciento) y Etileno Diamina Tetra Acetato (EDTA) (0,02 por ciento). La pasteurización mejora considerablemente la calidad microbiológica y reduce el oscurecimiento enzimático, pero desmerece la calidad sensorial.

Otro control del pardeamiento enzimático oxidativo, causado por las polifenoloxidasas en la chirimoya, es por inhibición química (Mariano 2003). Sin embargo, la demanda actual exige un producto completamente natural, sin presencia de aditivos químicos. Es por eso, el interés en obtener una pulpa estable y que conserve sus características organolépticas de la fruta fresca. Un método de conservación que cumple con estos requerimientos es el de congelación.

El congelado aparece como una excelente alternativa para mantener las características físicas, químicas, nutritivas y organolépticas de la pulpa de chirimoya, y a la vez permite prolongar su periodo de consumo (Gardiazabal y Rossemberg, citados por Mariano 2003).

d. DETERIORO DE SABOR

Según Velezmoro (1988), la pulpa de chirimoya posee componentes sensibles al calor y al ser sometida a tratamientos térmicos de pasteurización tales como 60 °C por 15 minutos o 90 °C por 3 minutos, estos componentes reaccionan originando un cambio de sabor indeseable o amargor en la pulpa. La autora indica que esto puede deberse a la formación de anillos lactónicos durante el calentamiento. En su investigación determinó las constantes cinéticas para la aparición del amargor y estimó que el tratamiento térmico adecuado que permita reducir la carga microbiológica y obtener el sabor adecuado es de 123 °C durante 0,025 segundos.

Por otra parte, Velezmoro (1988) determinó las constantes cinéticas de aparición del amargor, para lo cual evaluó sensorialmente muestras de pulpa de chirimoya sometidas a diferentes temperaturas de procesamiento: 50, 60 y 70°C, para diferentes tiempos de permanencia a cada temperatura: 0, 5, 10, 15, 20 y 30 minutos. Una vez las muestras alcanzaron la temperatura deseada, se procedió a mantenerla constante por el tiempo indicado y se evaluó el sabor mediante la calificación de la aparición de sabor amargo, 1= Muy amargo, 2= Amargo, 3=Ligeramente amargo, 4=No amargo. Así se encontró que a la temperatura de 60 °C por un tratamiento de 15 minutos se detecta sabor amargo, de la misma forma un tratamiento de 70°C durante aproximadamente 8 minutos.

2.1.6. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

a. ANTECEDENTES

Existe muy poca información respecto a la flora microbiológica de la pulpa de chirimoya, más son los estudios de sus características tecnológicas. Sin embargo es relevante considerar la carga microbiológica de esta fruta subtropical, más aun teniendo en cuenta que no será tratada térmicamente para la destrucción microbiana. Otro aspecto a considerar es la variedad y origen de la fruta.

Pérez *et al.* (2015) comparó el efecto de un tratamiento de alta presión hidrostática (HHP, *High Hydrostatic Pressure*, por sus siglas en inglés) versus la adición de una enterocina bactericida (AS-48) sobre la microbiota natural de la pulpa de chirimoya. El HHP, tuvo de parámetros 600 MPa por ocho minutos, la pulpa fue almacenada a cinco grados centígrados por 30 días. El tratamiento con la enterocina no mostró significancia ($p < 0,05$) en el retardo del crecimiento microbiano, en cambio el tratamiento de HHP redujo cinco

ciclos logarítmicos, pero no impidió el crecimiento de los microorganismos sobrevivientes al día siete. La combinación de ambos tratamientos (AS-48 más HHP) fue la más efectiva, manteniendo un recuento $\leq 1,5$ Log UFC/g (unidad formadora de colonia por gramo) por más de 15 días.

También se hizo un análisis de pirosecuenciación genética RNA ribosomal 16S con amplicones provenientes del crecimiento de bacterias en el medio TSA (medio genérico para el crecimiento de un amplio grupo de microorganismos). Las placas de TSA fueron sembradas (hasta la décima dilución) con suspensiones de pulpa de chirimoya e incubadas a 22 °C por 24 horas. A estas condiciones de crecimiento, se evidenció que las unidades taxonómicas operativas (OTU por sus siglas en inglés) detectadas en mayor cantidad de biomasa bacteriana producida a partir de muestras control durante los primeros 7 días de almacenamiento, fueron las del género *Pantoea* (*Pantoea agglomerans*, *Pantoea vagans*), seguidas por *Enterococcus gallinarum* y *Leuconostoc mesenteroides* durante el almacenamiento tardío (Pérez *et al.* 2015).

Según Pérez *et al.* (2015), el tratamiento sólo con HHP redujo significativamente la relativa abundancia de OTUS pertenecientes a *Pantoea* e incrementó sustancialmente los formadores de endosporas (principalmente *Bacillus firmus* y *Bacillus stratosphericus*). Las muestras tratadas con la enterocina AS-48 mostraron una fuerte inhibición de *Enterococcus gallinarum*, así como una pronta disminución de *Pantoea* y el incremento de OTUS pertenecientes a especies gramnegativas (principalmente *Serratia* y *Pseudomona*). En el caso de la combinación de ambos tratamientos, se obtuvo una fuerte inactivación microbiana que llevó a reducir células viables por debajo de niveles detectables a los días cero y uno, los sobrevivientes recuperados al día siete en TSA fueron casi en su totalidad *Bacillus firmus*.

2.2. SISTEMAS DE PELADO DE FRUTA

2.2.1. PELADO MANUAL

Gómez-López *et al.* (2014) afirman que el método ideal de pelado, es el pelado manual con un cuchillo afilado, aunque cada método tiene ventajas y limitaciones, se prefieren los métodos mecánicos porque las porciones comestibles de los productos siguen siendo frescos y libres de daños.

El pelado manual es realizado en muchos procesos industriales de alimentos, sin embargo presenta serias desventajas como la pérdida de peso, reducido rendimiento y alto costo de mano de obra.

Según Selva Industrial SA con pelado manual de la chirimoya se tiene una productividad promedio de 30 kg de fruta por hora/hombre (kg/H-h) y altos recuentos de microorganismos indicadores de alteración y de higiene. Esto se puede observar en el Anexo 1.

2.2.2. PELADO TÉRMICO

Gómez-López *et al.* (2014) mencionan que el pelado térmico (inmersión en agua a 100 °C aproximadamente o vapor) requiere un control preciso del tiempo y temperatura para minimizar la pérdida de rendimiento en el pelado.

La alta temperatura del vapor resulta en el derretimiento y reorganización (fase de transición) de la cera cuticular de la superficie de la fruta. La transferencia de calor incrementa la temperatura dentro de la fruta, que a su vez causa la vaporización de los fluidos celulares, incrementa la presión interna, aparición de varias reacciones bioquímicas (hidrólisis de carbohidratos y descomposición de pectina) y finalmente ruptura de pared celular y separación de la piel; el pelado térmico concluirá luego de retirar la piel aflojada en la superficie de la fruta con ayuda de agua a presión. Se toma en cuenta también el rápido enfriamiento de los frutos a 20 °C por medio de un chorro de agua fría, para evitar la sobre cocción (Gómez-López *et al.* 2014).

Los cambios que ocurren en la superficie de las frutas, producto del pelado térmico es explicado por Floros y Chinnan (1988) mediante la histoquímica, precisamente mediante la estructura y composición química de la cutícula de las plantas. Ellos explican que cuando la fruta es expuesta a vapor de alta temperatura, ocurre el cambio de estado de la cutícula, es decir de sólido cambia a líquido, esto se sustenta en los reportes de fase de transición en la cutícula de plantas, la cual toma lugar a temperaturas de 40 °C a 100 °C. Al volverse líquida la cera de la superficie, ésta pierde su estructura estable y como resultado forma un *film* de grosor uniforme (debido a la tensión superficial), la expansión de la célula por la alta temperatura mejora aún más este efecto.

Adicionalmente Floros y Chinnan (1988) mencionan también cambios en las células de frutas que han sido sometidos a pelado térmico, con respecto a las que no. Observaron que

la forma de las células de frutas donde no se hicieron proceso térmico es bien definida, y su pared celular se muestra intacta sin degradación, sin ruptura o disolución. En cambio las frutas tratadas si muestran la coagulación del citoplasma, pared celular colapsada, la liquidación de la media lamela y la total fractura mecánica de las células. También comentan un cambio micro estructural. En las frutas que no llevan el proceso de pelado térmico no es posible distinguir entre el citoplasma, la pared celular, y la media lamela como tres componentes, siendo muy juntos, incluso definidas como unificadas estructuralmente, mientras que en el caso de las frutas tratadas lo primero que se observó fueron cambios en el citoplasma, la alta temperatura causó desnaturalización de enzimas y otras proteínas, hidrólisis de carbohidratos y cambios en la configuración de macromoléculas presentes en el citoplasma, resultando en la contracción u separación del citoplasma de la pared celular.

2.2.3. PELADO QUÍMICO

Existen antecedentes sobre el importante uso del pelado químico a escala industrial para procesar frutas convencionales de forma regular, como el durazno, cuyos volúmenes de exportación al mundo entero son considerables.

El pelado químico se basa en la desintegración y desprendimiento del tejido de contacto (cáscara), por la acción que ocurre con el ataque químico combinado con un choque térmico. Esta acción es permitida por una dosis adecuada, en general, de soda cáustica (NaOH), posteriormente removida en un enjuague adecuado. A este nivel, es importante definir la dosis, el tiempo y la temperatura, ya que cualquier desequilibrio en este proceso va a atentar en daños a la pulpa y en consecuencia está tendrá trazos de soda, lo que afectará en su calidad e inocuidad. El pelado químico es un proceso complejo que implica transferencia simultánea de calor y masa durante una reacción química.

«El éxito del pelado químico dependerá de la concentración, la temperatura, la duración de inmersión, la madurez de la fruta, etc.» El método más simple de pelado químico es sumergir las frutas o las verduras en una solución de hidróxido de sodio (NaOH) que se calienta durante un período predefinido y luego se lava con agua (Gómez-López *et al.* 2014).

A medida que el proceso de pelado gobierna algunas reacciones químicas, se dan los efectos en la calidad. El efecto que tiene la solución de hidróxido de sodio (NaOH) al

entrar en contacto con la superficie de la fruta o verdura, es disolver las ceras epicuticulares, penetrar en la epidermis y difundirse a través de la piel en el fruto, así el NaOH reacciona con macromoléculas y los ácidos orgánicos en el citoplasma, lamela media y pared celular y como resultado se lleva a cabo la separación de la piel (Kaleog Lu *et al.* 2004).

Según lo indicado por Floros y Chinnan (1990), el NaOH penetra la piel y se transfiere a la fruta vía difusión. Dentro de la cáscara el NaOH reacciona con una variedad de sustancias y macromoléculas (ácido poligalaturónico, otros ácidos orgánicos, polisacáridos hemicelulósicos, proteínas, etc.). Estas reacciones se ralentizan hacia dentro de la fruta, por lo tanto se observa que la difusión y concentración de NaOH va disminuyendo, sin embargo cuando la concentración de NaOH es suficientemente alta las reacciones químicas se dan a rápida velocidad, siendo incluso consideradas instantáneas.

Las concentraciones de NaOH y temperaturas de proceso encontradas típicamente en la industria van de 2M a 6M de NaOH (8 a 25 por ciento de NaOH), y de 60°C a 100°C, respectivamente. Dependiendo de los productos básicos, variedad, maduración y otros factores (Floros y Chinnan 1990).

Según lo indicado por Floros y Chinnan (1990), es muy importante tener en cuenta la temperatura del proceso de pelado químico, ya que la difusión de NaOH no ocurre a 30 °C. Esto debido a que las ceras epicuticulares presentes en la superficie de la fruta y vegetales tienen una fase de temperatura de transición mayor que 45 °C; siempre que las ceras se encuentren en estado sólido no permitirán que el NaOH entre a la fruta. A una alta temperatura ($T > 50^{\circ}\text{C}$), la cera se encuentra en estado líquido y el NaOH puede difundirse dentro de la cáscara.

2.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

Según Alonso y Poveda (2008), el análisis microbiológico en la industria de alimentos constituye en una herramienta básica para el control de materias primas, procesos, productos y manipuladores, ya que permite establecer el grado de contaminación biológica de estos.

De acuerdo al ICMSF (2002), el análisis microbiológico se utiliza para diversos fines. Por eso es muy importante considerar los *objetivos* del análisis, pues estos determinaran el *tipo de análisis* a tomar, si se trata de un microorganismo indicador o patógeno.

2.4. CONTROL DE PROCESO

Los sistemas de control de alimentos necesitan medios de comprobación, para estos se hace empleo de criterios que cumplan un objetivo de seguridad alimentaria. Para la validación, seguimiento y evaluación del control de un proceso puede ser necesario un control estadístico (ICMSF 2002).

2.5. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS

La definición de *criterio microbiológico*: es aquel que determina la aceptabilidad de un producto o de un lote de alimento basándose en la ausencia o presencia de un determinado número de microorganismos, parásitos y una cantidad específica de toxinas (metabolitos) por unidad de masa, volumen, área o lote (ICMSF 2002).

El producto alimenticio tendrá aptitud microbiológica para el consumo humano cuando cumpla en toda su extensión con los criterios microbiológicos establecidos por la norma sanitaria para el grupo de alimentos al cual pertenece (MINSA 2008). Los criterios microbiológicos se comprenden en:

2.5.1. GRUPO DE ALIMENTO

a. NORMATIVA MICROBIOLÓGICA DE PULPAS DE FRUTAS

Según Matthews (2006), la carga microbiológica en pulpa y concentrados de fruta tiene las siguientes características:

- Después de su extracción física tiene una carga microbiológica elevada.
- Producto altamente perecible por microorganismos (elevada actividad de agua, Aw)
- Las vitaminas y minerales hacen que el producto sea una fuente de nutrientes para el desarrollo de los microorganismos.

La reducción de carga microbiana se realiza a partir de tratamientos térmicos, y para reducir el desarrollo de la carga microbiana con el tiempo se recurre al uso de conservante. Sin embargo existen frutas, como es el caso de la chirimoya, donde el tratamiento térmico tiene influencia negativa sobre características sensoriales, siendo un inconveniente realizarlo. Este inconveniente genera la necesidad de la ejecución de

procesos térmicos alternativos que apoyen a la reducción de carga microbiana, como puede ser el escaldado.

2.5.2. PLAN DE MUESTREO

Considera los riesgos asociados a un determinado peligro. Deberá tener en cuenta: la importancia de los resultados de las pruebas en relación con el tipo y gravedad de la enfermedad, un indicador de peligro microbiológico y las condiciones de manejo y consumo de los alimentos esperables después del muestreo (ICMSF 2002).

2.5.3. LÍMITES MICROBIOLÓGICOS

Según la normativa peruana MINSA (2008): «Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano», los requisitos microbiológicos con los que se deben cumplir para frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas) refrigeradas y/o congeladas son los que se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5: Requisitos microbiológicos para frutas y hortalizas frescas semiprocesadas, refrigeradas y/o congeladas

XIV. FRUTAS, HORTALIZAS, FRUTOS SECOS Y OTROS						
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 ⁶
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	-
<i>Listeria monocytogenes</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25g	-

(*) Sólo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas)

FUENTE: MINSA (2008).

Sin embargo la empresa Selva Industrial SA, considera pertinente tener una especificación más estricta, siendo los recuentos microbiológicos a alcanzar los que se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6: Parámetros internos de Selva Industrial SA

AGENTE MICROBIANO	LÍMITE POR g
Aerobios mesófilos (UFC/g)	10 ⁴
Mohos (UFC/g)	<100
Levaduras (UFC/g)	<100
Coliformes Totales (UFC/g)	<10

FUENTE: Selva Industrial SA (2016).

2.5.4. GRUPOS MICROBIOLÓGICOS

a. MICROORGANISMOS INDICADORES DE HIGIENE

Pertencen a las categorías cuatro, cinco y seis de la norma sanitaria. Son los microorganismos no patógenos pero que están asociados a ellos, como los coliformes totales, *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceas* y anaerobio sulfito reductores (MINSA 2008).

Se utilizan cuando se valora la eficacia de las operaciones de limpieza y desinfección en muestreos investigativos. Una cantidad significativa de enterobacterias o coliformes en alimentos que se han pasteurizado en buenas condiciones indica que el producto se ha recontaminado después del tratamiento térmico. Por ejemplo: la presencia de *Escherichia coli* en agua sugiere una contaminación reciente de origen fecal (ICMSF 2002).

– COLIFORMES

Según Ray y Bhunia (2010), los coliformes son bastoncillos Gram negativos, no formadores de esporas, muchos son móviles, facultativos anaeróbicos, resistentes a numerosos agentes activos de superficie. En 48 horas fermentan lactosa para producir ácido y gas a 32-35 °C. Otros a temperaturas más altas (44,5 °C) y otros a bajas (4-5 °C). Prosperan a un pH menor o igual a 4 y a una actividad de agua de 0,92. Todos son sensibles al tratamiento térmico y mueren con la pasteurización.

Según Yousef y Carlstrom (2003), se debe tener presente que los coliformes que se encuentran en los alimentos pueden tener un origen fecal o no. Además, la presencia de números elevados de coliformes en un alimento puede deberse al crecimiento de un pequeño inóculo de origen no fecal. En consecuencia, el recuento de coliformes debe

interpretarse con mucha cautela. Señala además que hay tres niveles para el análisis de coliformes en el agua y alimentos:

i. Prueba presuntiva

Estima el recuento presuntivo de coliformes porque se enumeran todas las colonias sospechosas de ser coliformes. Si el recuento es bajo, el analista puede considerar que el producto es aceptable en relación con esta prueba y puede decidir *no* hacer análisis adicionales. Caso contrario puede optar por pasar al segundo nivel: el de la confirmación (Yousef y Carlstrom 2003).

ii. Prueba confirmatoria

Se realiza para confirmar el recuento obtenido en el test presuntivo y cuando se somete a los coliformes presuntivos a otras pruebas y los resultados son positivos. Si la prueba se basó en la detección de gas, la prueba confirmatoria implicaría la detección de la formación de ácido en condiciones más selectivas. Se pasa al tercer nivel: prueba concluyente (Yousef y Carlstrom 2003).

iii. Prueba concluyente

Es necesario analizar como mínimo diez por ciento de los tubos que se confirmaron positivos. Las intenciones de la prueba concluyente puede estar destinada a comprobar si los coliformes encontrados son o no de origen fecal o para comprobar que hay *E. coli* (Yousef y Carlstrom 2003).

– **ENTEROBACTERIAS**

De acuerdo a Olivas y Alarcón (2001) los miembros de la familia *Enterobacteriaceae* son bacilos Gram negativos, anaerobios facultativos que fermentan la glucosa en anaerobiosis. Además son citocromo oxidasa negativos, reducen los nitratos a nitritos. Cuando son móviles son flagelados peritricos.

Son llamadas enterobacterias porque con frecuencia residen en el aparato digestivo de animales y humanos, pero algunas especies también viven en la tierra y en el agua. Incluye los géneros: *Escherichia*, *Shigella*, *Edwardsiella*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Morganella*, *Proteus*, *Providencia*, *Yersinia*, *Erwinia* y *Pantoea*. La mayoría forma parte de la flora normal o son

bacterias ambientales, a excepción de los géneros *Salmonella*, *Shigella* y *Yersinia*, quienes son causantes de infecciones gastrointestinales (Olivas y Alarcón 2001).

– ***Escherichia coli***

Según Dos Santos (2007), la *Escherichia coli* puede actuar como índice o como indicador, incluso en un mismo alimento. Por ejemplo, su presencia en cantidad significativa en productos hidrobiológicos precocidos o congelados pone de manifiesto o un tratamiento de inocuidad inadecuado (función indicadora) o la posible presencia de microorganismos patógenos de procedencia entérica (función de índice).

Como indicador de contaminación fecal, presenta lo siguiente (Dos Santos 2007):

- Es la más específica de todas las bacterias de origen fecal, ya que proviene exclusivamente del intestino humano o animal.
- Es abundante en las enterobacterias.
- Las técnicas que se utilizan para detectarlas son rápidas y fiables.

En un estudio citado por Parish *et al.* (2003), se utiliza agua caliente como tratamiento para reducir o eliminar la carga de microorganismos patógenos en frutas como: manzana, cereza, uva, limón, mango, melón, papaya, pera y tomate. Generalmente son efectivos tratamientos sanitizantes pero algunas veces tienen efectos adversos en color, textura y sabor. Uno de estos métodos (70 °C por 2 min, 80 °C por 1 min) consiguió reducir *E. coli* en las superficies de naranjas en 5 Log₁₀UFC/cm².

b. MICROORGANISMOS INDICADORES DE ALTERACIÓN

De acuerdo a lo estipulado por el MINSA (2008), en la norma sanitaria peruana pertenecen a las categorías uno, dos y tres. Están asociados a la vida útil y alteración del alimento, como los microorganismos aerobios mesófilos, los aerobios mesófilos esporulados, mohos, levaduras, bacterias acidolácticas y microorganismos lipolíticos.

Según Martín (2010), se considera que la principal causa de alteración de los alimentos se debe a la proliferación de bacterias, levaduras y mohos. La alteración generalmente se manifiesta por la aparición de olores y sabores anómalos, defectos en el color, apariencia y textura, y otras características que hacen que el alimento sea inaceptable para su consumo.

Se estima que más del 25 por ciento de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden debido a la acción alterativa de los microorganismos. Este hecho conlleva graves implicaciones económicas para el sector, ya que las mermas que ocasiona el deterioro de materias primas y productos elaborados obliga a decomisar y, en ocasiones, a retirar del mercado grandes partidas de productos (Martín 2010).

Según Gómez-Sánchez (2007), los microorganismos causantes de daño en alimentos enlatados o que han tenido un tratamiento térmico son clasificados como mesófilos y termófilos. Los mesófilos a su vez se clasifican en: putrefactivos anaerobios, butíricos anaerobios, acidúricos de *flat sour*, lactobacilos, levaduras y mohos. Los microorganismos termófilos se clasifican en: esporulados de *flat sour*, termófilos anaerobios productores de sulfuro y termófilos anaerobios no productores de sulfuro.

Cabe señalar que en alimentos ácidos como jugos de fruta, la presencia de esporas de *C.botulinum*, son de poca significancia, ya que no crece a pH inferiores a 4,6. Por esa razón y la relativa baja termorresistencia de las principales bacterias alterantes en alimentos ácidos, hacen factible utilizar tratamientos térmicos menos drásticos. Estos procesos se basan en la inactivación de microorganismos vegetativos y sus esporas, los cuales pueden proliferar en el producto final (Gómez -Sánchez 2007).

En pruebas preliminares de Selva Industrial SA en pulpa de chirimoya (datos no publicados), se observaron cambios en las características sensoriales durante el almacenamiento. Esto hizo necesario un análisis más minucioso del recuento de microorganismos alterantes.

– **BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS**

Según el MINSA (2008), están incluidas dentro de los microorganismos indicadores de alteración de un alimento.

La presencia de un número elevado de bacterias aerobias mesófilas que crecen bien a temperatura corporal o próxima a ella, significa que puede haberse dado condiciones favorables a la multiplicación de los microorganismos patógenos de origen humano o animal. Algunas cepas, por lo general no consideradas como agentes de enfermedades transmitidas por alimentos (por ejemplo, *Proteus sp*, enterococos y pseudomonas

mesófilas) han sido señaladas como causa de enfermedad cuando existía un número elevado de células viables en los alimentos (ICMSF 2000).

Cuando la descomposición puede ser detectada por el olor, el gusto o el aspecto, la mayoría de los alimentos contienen más de 10^6 microorganismos por gramo (ICMSF 2000).

– **BACTERIAS ESPORULADAS MESÓFILAS**

En conservas poco ácidas su elevado número indica que el tratamiento térmico ha sido insuficiente, o cuando no se sabe a ciencia cierta que el envase mantiene su hermetismo (ICMSF 2002).

Según Macedo y Vola (2007), estos microorganismos conforman un amplio grupo de bacterias capaces de esporular y que son caracterizadas por su morfología a través de pruebas de tinción. La endospora, también llamada espora o esporo, es la estructura con vida más resistente, capaz de soportar medios hostiles, como los provocados por agentes fisicoquímicos, de esterilización y de desinfección. En condiciones favorables, puede germinar y dar lugar a la célula. Los mismos autores señalan que es preciso diferenciar las esporas bacterianas de las esporas provenientes de hongos. Las primeras constituyen una forma de resistencia y no tienen función reproductora, mientras que las segundas sí.

De acuerdo a su comportamiento frente al oxígeno los bacilos gram positivos se dividen en: (a) aerobios: *Bacillus* spp, *Listeria* spp, *Corynebacterium* spp, *Erysipelothrix* spp, etc. (b) anaerobios: *Clostridium* spp, *Eubacterium* spp, *Propionibacterium* spp, *Lactobacillus* spp, *Bifidobacterium* spp, *Mobiluncus* spp, etc. Los aerobios pueden ser clasificados según su morfología en (a) esporulados: *Bacillus* spp (b) no esporulados: regulares como la *Listeria* spp y *Erysipelothrix* spp; irregulares como *Corynebacterium* spp y *Nocardia* spp (Macedo y Vola 2007).

En el Cuadro 7 se presentan los grupos de bacterias más frecuentes encontradas en frutas, derivados y hortalizas.

Cuadro 7: Bacterias frecuentemente halladas en frutas, hortalizas y zumos

ALIMENTOS	MICROORGANISMOS
Frutas y Hortalizas	<i>Bacillus, Corynebacterium, Clostridium. Paenibacillus, Pantoea, Pectobacterium. Pseudomonas, Streptomyces.</i>
Zumos de frutas y hortalizas	<i>Acetobacter, Lactobacillus. Pediococcus. Streptococcus</i>

FUENTE: UNSA (2007).

– BACTERIAS ACIDÚRICAS

Según UNAM (2007), los microorganismos acidúricos pertenecen al grupo de microorganismos viables que provocan alteración en jugos de frutas, sobre todo a los que no han tenido tratamiento térmico. La técnica que se utiliza para su recuento es el conteo en placa en agar suero de naranja, incubado durante 48 horas a 30°C. La información de la lectura o conteo proporciona una estimación de la cantidad real y viable de estos microorganismos en el alimento y la vida de anaquel esperada.

Dentro del género *Bacillus*, tenemos especies que pueden sobrevivir en condiciones ácidas como *Bacillus bataviensis*, la cual tiene rango de pH de crecimiento de 4,0 a 6,0, es anaerobia facultativa, gram positiva y mesófila, generalmente se encuentra en el suelo y alrededores (Logan y De Vos 2009).

Las bacterias acidúricas o acidófilas proliferan con relativa rapidez en alimentos con pH igual o menor de 4,6. Se asocian a la descomposición de jugos de frutas, pulpas, salsas, aderezos, etc. Se han relacionado también con bacterias ácido láctico heterofermentadoras como *Lactobacillus fructivorans*, *Lactobacillus fermentum* y *Leuconostoc mesenteroides* y con bacterias acidolácticas homofermentadoras como *Lactobacillus plantarum* y *Pediococcus acidilactici* (Saá 2014).

– *Alicyclobacillus acidoterrestris* (ATT)

Según Silva *et al.* (1999), la *Alicyclobacillus acidoterrestris* (ATT) es una bacteria termoacidofílica, no patogénica y formadora de esporas que fue detectada en varios casos de deterioro de jugos de frutas. Sus esporas son resistentes a las condiciones

normales de pasteurización que se aplican a los productos ácidos de frutas, pudiendo germinar y crecer causando deterioro.

Generalmente los productos a base de frutas como jugos, néctares, concentrados o purés, son ácidos ($\text{pH} < 4,6$) y por eso, el tratamiento de pasteurización tiene un rango de temperatura entre 85 a 95 °C, y debe ser adecuado para su estabilización a temperatura ambiente. Tal proceso inactiva todos los microorganismos no formadores de esporas que son capaces de estropear el producto y, por lo general, sobreviven esporas bacterianas que no germinaran ni serán capaces de crecer bajo estas condiciones ácidas (Blocher y Busta, citados por Silva *et al.* 1999).

McKnight *et al.* (2010) señala que la ATT produce un sabor fenólico asociado con la presencia de guayacol, 2,6 dibromofenol y 2,6 diclorofenol. Además se registra una alta incidencia en jugos de manzana, naranja, bebidas ácidas, jugo de mango y concentrado de pera. La detección visual del deterioro ocasionado por la ATT es muy difícil porque esta no produce gas durante su crecimiento, ni genera aromas extraños que sean percibidos fuera del envase. Por lo que no hay cambios que se hagan notar cuando el producto está en almacén.

– **MOHOS**

De acuerdo a Granados (1997), los hongos oportunistas o mohos corresponden a ciertas especies de hongos saprófitos muy difundidos en la naturaleza. Estos podrían causar graves infecciones a personas susceptibles o inmunodeprimidas. En los alimentos se usan como indicadores de un inadecuado tratamiento, manipuleo y conservación.

Santos da Silva *et al.* (2013) indica que el deterioro de alimentos por presencia de hongos es un asunto importante tanto en términos económicos como por cuestiones de seguridad alimentaria. El bajo pH de muchas frutas favorece su desarrollo. Uno de los hongos esporulados más estudiados es el *Byssochlamys fulva* justamente por la alta resistencia de sus esporas al calor.

Según Noratto (1990), la *Byssochlamys fulva* forma esporas que sobreviven 30 minutos de calentamiento a 87 y 88 °C. Los efectos de deterioro son: descomposición de la pectina, abombamiento (producción de CO_2). Su temperatura óptima de crecimiento es de 30 a 37 °C. Su toxina es el ácido bisoclámico. En condiciones

anaeróbicas estrictas no crece. En una concentración de 30 ° Brix no se ha presentado su crecimiento, pero si a 15 °Brix.

– LEVADURAS

Las frutas son importantes micro hábitats de una variedad de levaduras, las cuales son capaces de crecer en altas concentraciones de azúcares simples y bajo pH. En estos sustratos, el desarrollo de las levaduras involucra varios procesos bioquímicos y ecológicos que incluyen el deterioro de la fruta; existen especies carcinogénicas, proteolíticas y pectinolíticas (Trindade *et al.* 2002).

Un estudio de la presencia de levaduras en pulpas de frutas tropicales brasileñas (pitanga, magaba, umbu y acerola) obtuvo un total de 480 colonias que fueron aisladas y agrupadas en 405 diferentes cepas, correspondiendo a 42 especies de ascomicetos y 28 de basidiomicetos. Las especies más frecuentes fueron *Candidas* sp, *Pseudozimas* sp, *Kloeckeras* sp, *Rhodotorulas* sp, *Kluyveromycess* sp, *Cryptococcuss* sp y *Metchnikowias* sp (Trindade *et al.* 2002).

Las levaduras son potenciales deteriorantes de jugos simples y concentrados. Su crecimiento deteriora jugos produciendo dióxido de carbono y alcohol, aumentando la turbidez, causa floculación y separación de fases por acción de enzimas microbianas en la pectina (Jay y Anderson, citados por Tribst *et al.* 2009).

Según Noratto (1990), las levaduras presentes en pulpas de fruta son del género *Sacharomyces* spp, *Harsenula* spp y *Pichia* spp. Estas producen fermentaciones en el almacenamiento y durante la manipulación.

Los géneros *Candida*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Torulopsis*, *Saccharomyces*, *Zysoosaccharomyces*, *Hansenula* y *Trichosporon* están asociados con el deterioro de jugos (Renard, citado por Tribst *et al.* 2009).

También cabe resaltar que la contaminación de las pulpas y jugos de fruta por levaduras, es generalmente un indicador de alta contaminación por materiales crudos, fallas en la pasteurización (si hubiese), fallas en las prácticas de sanitización o por la presencia de levaduras resistentes a los conservantes.

c. MICROORGANISMOS PATÓGENOS

Se ubican en las categorías siete al quince. En las categorías siete, ocho y nueve se ubican *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringes*, la peligrosidad de estos microorganismos en provocar una enfermedad alimentaria depende de la cantidad que exista en el alimento. A partir de la categoría diez, se consideran patógenos como *Salmonella sp*, *Listeria monocytogenes* (aplica en frutas y hortalizas de tierra), *Escherichia coli* O157:H7 y *Vibrio cholerae*. Para estos microorganismos su sola presencia condiciona el peligro para la salud del consumidor (MINSA 2008).

Las bacterias patógenas pueden ser endopatógenas, es decir, que deben ser consumidas con el alimento para producir la enfermedad, exopatógenas o que producen intoxicaciones, es decir, la bacteria produce una exotoxina, la cual por si sola causa un problema al ser consumida con un alimento. El primer caso, es el del bacilo del cólera, o el de la fiebre tifoidea, el segundo serían las comunes intoxicaciones alimentarias causadas por *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva (Paltrinieri *et al.* 1993).

La contaminación en el campo puede llegar a ser un riesgo de alta magnitud si el microorganismo consigue acceder a áreas internas de la planta a través de lesiones de su superficie, ya que los patógenos situados internamente son difíciles de alcanzar con los desinfectantes (Matthews 2006).

También se considera como un elemento de contaminación el agua de riego. Se ha observado contaminación interna de la lechuga con *Escherichia coli* tras el riego aéreo en condiciones de invernadero. Otro elemento es el suelo; se observó *Salmonella* en los tejidos de tomates luego de que estos permanecieron en contacto constante con el suelo contaminado durante 10 días (Matthews 2006).

Las chirimoyas son frutas altamente susceptibles a la contaminación por patógenos cuando presentan madurez comercial, ya que los tejidos reblandecidos pueden sufrir incisiones y ser una entrada de microorganismos del suelo y el agua. También es relevante considerar el pH de la chirimoya.

– ***Salmonella spp.***

Son bacilos cortos (1 a 2 μm), móviles, Gram negativos y no esporulados. Comprende casi 2000 serotipos. Son anaerobios facultativos, fermentan la glucosa con producción de gas y no fermentan la lactosa ni la sacarosa (Hayes 1993).

Su temperatura óptima de crecimiento (como la mayoría de bacterias toxiinfecciosas) es de 38 °C. Son relativamente termosensibles, se destruyen a 60 °C (15 a 20 minutos) y no crecen por debajo de los 5 °C (Hayes 1993).

La mayoría se encuentra en el tracto intestinal del hombre y de los animales, tanto como patógenos como comensales (D' Aoust, citado por Dos Santos 2007).

En el ambiente las bacterias pertenecientes al género *Salmonella*, están presentes en los afluentes de los ríos y heces secas de los animales, en el lodo residual de arroyos y aguas costeras, con el riesgo que implica su diseminación (ICMSF, citado por Dos Santos 2007).

Respecto al pH, pueden multiplicarse en un rango desde 3,8 hasta 9,5. El efecto bacteriostático o antibacteriano depende del acidulante. Así los ácidos propiónico y acético son más bactericidas que los ácidos láctico y cítrico asociados a los alimentos corrientes (D' Aoust, citado por Dos Santos 2007).

Según Strawn *et al.* (2011), se ha estimado aproximadamente 1 500 000 casos de salmonelosis al año en Estados Unidos. Los típicos síntomas de la salmonelosis son diarrea y severos calambres. La mayoría de los pacientes se recuperan luego de la hospitalización y con un tratamiento de rehidratación.

Muchos de los casos que se han reportado se han producido por el consumo de productos tropicales frescos como mangos, también en mamey congelado, papaya, piña y varios tipos de coco (Strawn *et al.* 2011).

- ***Staphylococcus aureus***

Según Harrigan y Mc Cance (1979), la intoxicación estafilocócica por alimentos depende de la capacidad del alimento en cuestión para favorecer el desarrollo de los estafilococos que producen toxina. Su toxina puede soportar un calentamiento de 100 °C por 30 minutos y por ello la ausencia de estafilococos viables en el alimento no es una prueba de seguridad.

Se sabe que *S. aureus* es el principal agente de la intoxicación estafilocócica, una causa común de gastroenteritis. Y a diferencia de muchas otras formas de gastroenteritis, no se sufre una intoxicación alimentaria estafilocócica por consumir bacterias vivas, sino por la ingestión de toxinas preformadas en el alimento contaminado. La toxina estafilocócica es única porque no se destruye por calor, ni el enlatado (Montville 2009).

El principal reservorio de *S. aureus* es el ser humano, éste es portador natural y lo propaga a otros individuos y alimentos. El principal sitio de colonización es el interior de la nariz y la piel. Se propaga por contacto directo, pequeños trozos de piel o en las minúsculas gotas que se producen al toser o estornudar. La FDA (*Food and Drug Administration*) informa que niveles de *S. aureus* mayores a 10^5 UFC/ g de alimento, pueden producir enterotoxinas suficientes para causar enfermedad. Otros estudios sugieren un rango de 10^5 a 10^8 UFC/g de alimento (Montville 2009).

Según Granados (1997), son cocos Gram positivos, inmóviles, aerobios y anaerobios facultativos. No formadores de esporas. Se agrupan en forma de racimos. Producen catalasa y degradan de forma fermentativa los azúcares. No producen indol. Producen licuefacción de gelatina. Reducen los nitratos a nitritos. Crecen muy bien a 37 °C, dando colonias grandes, aplanadas y lisas. Dan prueba oxidasa negativo.

Según Strawn *et al.* (2011), cada año hay aproximadamente 185 000 casos de intoxicación por *Staphylococcus* transmitidas por alimentos y dos casos de muerte en los Estados Unidos. Se señala que por los síntomas parecidos a una gripe y la corta duración de la enfermedad hacen que se hospitalicen pocos casos. Los brotes están asociados al consumo de productos de plátano, fueron documentados los casos en plátanos frescos y en *pudding*.

Al ser el plátano una fruta tropical y el haber tenido antecedentes de transmitir la toxina estafilocócica, se tiene una mayor preocupación de prevenir su presencia en otras frutas tropicales parecidas, como es el caso de la chirimoya.

2.6. MÉTODOS DE ENSAYOS

Tienen que ser comparables y reproducibles, pueden ser métodos nacionales o internacionales que estén normalizados, reconocidos y acreditados (MINSA 2008).

Según UNSA (2007), las bacterias se estudian por métodos que combinan técnicas de resurrección o pre enriquecimiento, aislamiento en medios de cultivos comunes o selectivos, e identificación a través de pruebas bioquímicas. Estos análisis permiten, en la mayoría de los casos, determinar el género bacteriano involucrado y algunas especies. Sin embargo, ciertos organismos muy próximos filogenéticamente precisan de técnicas complejas de biología molecular, para poder distinguirse uno de otro.

2.6.1. RECUENTO ESTÁNDAR EN PLACA

Según UNAD (2012), se basa en contar las colonias de microorganismos que se desarrollan después de inocular en un medio de cultivo adecuado e incubar a una temperatura y tiempo determinados un volumen de muestra. Se utiliza para determinar el número de células aisladas o microorganismos unicelulares viables, como bacterias, levaduras, esporas fúngicas presentes en la muestra.

Los resultados se expresan en UFC (Unidades Formadoras de Colonias) por mililitro o gramo. Este valor expresa el número relativo de microorganismos de un taxón determinado en un volumen de muestra.

2.6.2. MÉTODOS RÁPIDOS PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS: SISTEMA PETRIFILM®

Según Martín (2010), «los primeros métodos rápidos de análisis microbiológico comenzaron a ser utilizados por microbiólogos clínicos en la década de 1960, continuando su desarrollo en décadas sucesivas hasta llegar al momento actual. Su aplicación al análisis de los alimentos comenzó unos 10 años después de que lo hiciera en el ámbito clínico y aunque su expansión inicialmente fue más lenta, en la última década los desarrollos han sido espectaculares».

El sistema *Petrifilm*®) es «un ingenioso desarrollo que utiliza medios de cultivo deshidratados sobre películas plásticas de tamaño y grosor similar al de una tarjeta de crédito, existiendo equipos para la lectura automatizada de los resultados » (lector de placas 3M *Petrifilm*®). Contiene además de los compuestos selectivos para adaptar su uso a propósitos concretos, un componente que permite la gelificación en frío y colorantes para la tinción de las colonias desarrolladas, facilitando su identificación y recuento. El medio deshidratado puede incluir sustratos para detectar microorganismos que presenten una actividad enzimática concreta (Martín 2010).

2.7. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA PULPA DE CHIRIMOYA

En cuanto a las características sensoriales Palma *et al.* (1993), indica que el *flavor* es parecida a la piña o a una mixtura de cereza y helado de vainilla con sabor aromático. La textura y color de la pulpa comestible es parecida a la de la guanábana de consistencia cremosa, la pulpa está revestida por una cáscara de color verde. En el interior tiene semillas planas y negras. Se consume como una fruta exótica, generalmente en su estado fresco y se considera una fruta postre.

Sierra Exportadora-AREX (2015) indica que su pulpa es blanca, jugosa y carnosa, con un agradable aroma y un delicioso sabor semi ácido.

La pulpa es cremosa, muy dulce y de agradable aroma. Es muy conocida como fruta postre y se utiliza en la preparación de helados, sorbetes y bebidas (Pino y Roncal 2016).

Los aspectos fisicoquímicos y sensoriales de la chirimoya han sido más estudiados en Chile, donde se le considera una fruta de cultivo importante. En el Perú, en cambio, el estudio de sus características tecnológicas y sensoriales es muy poco. Al respecto Pino y Roncal (2016) realizaron un estudio del análisis de compuestos volátiles que dan el característico aroma a la chirimoya. Señalan que de la dilución del extracto aromático se detectó un total de 92 componentes volátiles, de los cuales 78 fueron identificados. Sólo 18 componentes del olor fueron considerados activos, siendo los pertenecientes a 3-metilbutilbutanoato α -pineno, metil 2-metilbutanoato, butil butanoato y 3 metilbutil 3 metilbutanoato los más potentes. Señalan que el método de análisis empleado (*Headspace solid-phase microextraction*, HS-SPME por sus siglas en inglés) es una rápida y poderosa herramienta para el control y manejo de la calidad aromática de la chirimoya.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación se realizó en el laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y en los laboratorios de Microbiología y Fisicoquímica de la empresa Selva Industrial S.A (Lima).

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. ESPECIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La chirimoya evaluada fue de la variedad lisa, proveniente de la provincia de Chachapoyas, Departamento de Amazonas, Perú.

3.2.2. INSUMOS

Se utilizó: ácido cítrico grado alimenticio, ácido ascórbico grado alimenticio y NaOH 0,1N líquido utilizado en el pelado químico.

3.2.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

a. MATERIALES

• Para obtención de pulpa de chirimoya:

- Baldes de plástico de 20 kg
- Bolsas de PEBD color azul
- Bolsas de coextruido PA-PE (70 micras)
- Jabas de plástico
- Probeta para la medida del cloro
- Cintas indicadoras de cloro (ppm)
- Tinas de acero inoxidable
- Frasco pulverizador de solución antioxidante

- **De laboratorio:**

- Materiales de vidrio: Tubos de ensayo, tubos con tapa rosca, placas Petri, pipetas de uno , cinco y diez ml, asa de *Kolle* , vasos precipitados, frascos de vidrio de 500 mL, matraces de 250 ml, espátula de Drigalsky.
- Otros materiales: láminas cobre y portaobjeto, gradilla, propipetas, pliegos de papel *kraft*, papel toalla, mechero, placas petri plásticas, aguja de *Kolle*, lonchera tipo *cooler*, gel anticongelante, tijeras y pinza de acero inoxidable, cinta de embalaje, guantes de látex, mascarillas, tocas.
- Materiales para preparación de muestras: Alcohol de 70°, acetona, algodón estéril, agua estéril, aceite de inmersión y encendedor.

b. EQUIPOS

- **Para obtención de pulpa de chirimoya:**

- Máquina peladora de chirimoya (Proyecto PITEI-1-P-225-068-14) (Anexo 2)
- Pulpeadora diseñada y fabricada por Selva Industrial SA (Anexo 3)
- Selladora de bolsas (Sanwin Seales SF4001, China)
- Balanza electrónica industrial (Valtox Lp600spr hasta 600 kg)
- Nebulizador de desinfectante de área de proceso (P3-OXONIA[®])
- Termo higrómetro digital HTC-1 A (rango de Temperatura, Interior: 0 °C-50 °C Exterior: -50-70 °C ; rango de Humedad 10%-99%HR)

- **De laboratorio:**

- Agitador magnético (Velp Scientifica AGE Magnetic Stirrer)
- Autoclave de medios de cultivo (SOTU AKL 5, Modelo horizontal)
- Autoclave de residuos (Frevill[®], serie FR 130, Modelo vertical)
- Balanza digital (Acculab Sartorius group, Capacidad: hasta 5 kg).
- Balanza digital (Serie Traveler[™], Capacidad: 150g a 5000g. Sensibilidad: 0,01g a 1g)
- Baño maría (Controlador de temperatura Autonics[®], Modelo TZN45, México)
- Cámara de congelación a -18°C.
- Cámara de cultivo a 30 °C (Blue Prad Meating Incubator AMP)

- Cámara de cultivo a 36 °C ± 1 °C (BINDER[®], USA)
- Cámara de cultivo de 25 °C ± 1 °C (BINDER[®] BD 53, Alemania).
- Cámaras de cultivo a 45 °C (MEMMERT[®], Modelo 108 de +20 °C a +50 °C, Alemania)
- Estufa de secado BINDER[®]
- Homogenizador (Stomacher[®] 400 Circulator Seward, UK)
- Microscopio óptico (ZEISS, Alemania)
- Penetrómetro analógico (Fruit Sclerometer Deltatiak Model 12228)
- Potenciómetro (Hanna Instruments pH/ORP Meter HI 2213, USA)
- Refractómetro (ATAGO[®] PAL-1. Pocket, China)
- Refrigerador Coldex[®](2-10 °C)
- Refrigerador VestFrost[®]
- Vórtex (Genie[®] 2 mixer, USA)

c. SOLUCIONES Y REACTIVOS

- Ácido tartárico (Sigma-Aldrich)
- Acetona decolorante (DiagTest)
- Agua destilada estéril
- Solución de cristal violeta (Labifarma)
- Solución de safranina (DiagTest)
- Solución salina peptonada (peptona de Difco y NaCl cristal de J.T. Baker)
- Solución estéril HCl 1N (Sigma-Aldrich)

d. MEDIOS DE CULTIVO

- Agar extracto de levadura glucosado YSC agar (levadura de Difco, glucosa de Oxoid)
- Agar glucosa extracto de triptona TGE (Himedia)
- Agar papa dextrosa PDA (Difco)
- Agar PCA (Difco)
- Agar suero Naranja OSA (Oxoid)
- Agar tioglicolato (medio de anaerobiosis) (CHD)

- Agar VRBG (Oxoid)
- Caldo CASO (pre enriquecimiento, *Salmonella*) (Oxoid)
- Caldo tetratonato con verde brillante (enriquecimiento, *Salmonella*) (Difco)
- *Petrifilm 3M*® Staph Express Placa para recuento de *Staphylococcus aureus*
- *Petrifilm 3M*® Placa para Recuento total de Coliformes y *E. coli*

3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.3.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

a. SÓLIDOS SOLUBLES

Por el método 983.17 (AOAC 1990), que consistió en colocar cinco gramos de puré de pulpa de chirimoya diluida en cinco mililitros de agua destilada, luego se homogenizó utilizando un agitador magnético. Finalmente se midieron los sólidos solubles en el sobrenadante obtenido, expresados en grados Brix en un refractómetro digital marca ATAGO®, la lectura se realizó a 20 °C. Los resultados se expresaron en grados Brix.

b. pH

Por el método 932.12 (AOAC 1995), se tomaron más o menos 25 ml de muestra en un vaso de 50 ml, se introdujo el electrodo en solución y se leyó directamente el pH en el potenciómetro. Previamente se calibró el equipo según las instrucciones del manual de funcionamiento, para esto se emplearon soluciones buffer de pH 7,00 y 4,01.

c. ACIDEZ TITULABLE

Con el método 942.15 (AOAC 1995); los resultados se expresaron en gramos de ácido por 100 g de pulpa. Se utilizó la misma muestra empleada en la medición de sólidos solubles, es decir una dilución de cinco gramos del puré de pulpa en cinco mililitros de agua destilada; se colocó en una probeta graduada para luego enrasarlo hasta un volumen de 50 ml, luego se procedió a titular con NaOH 0,1 N hasta un pH cercano a 7,0, por lo que se usó de dos a tres gotas de indicador fenoltaleína. Los resultados de gasto de NaOH 0,1 N se registraron y se multiplicaron por el factor de dilución.

Para calcular la acidez se usó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Acidez Titulable} = \frac{K \times G \times N}{\text{ml de jugo}} \times 100$$

K= 0,064 (Constante del ácido cítrico)

G= Gasto de NaOH en ml

N= 0,1 (Normalidad del NaOH)

d. FIRMEZA

Se utilizó para obtener una medida objetiva de la madurez de la fruta. La presión ejercida en kg/cm² con el uso del penetrómetro analógico (escala de 0 a 25 kg/cm²) fue registrada y tomada como un indicador de que la chirimoya está lista para ser procesada. Se llevó a cabo realizando 10 incisiones (repeticiones) con el accesorio correspondiente (punta cono de un cm de diámetro) en diferentes puntos del fruto. Los valores se promediaron para obtener un índice de calidad (INIA 1993).

3.3.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Antes de realizar los análisis, las muestras fueron envasadas en bolsas de polietileno de baja densidad y almacenadas en congelación (-18 °C) por al menos 2 horas, luego fueron llevadas en una lonchera *cooler* al laboratorio donde permanecieron a temperatura de refrigeración (7 °C) por al menos 60 minutos hasta sus análisis. Luego se prepararon diluciones a partir de las muestras siguiendo la metodología respectiva; los análisis se realizaron en condiciones higiénicas y por triplicado.

a. INDICADORES DE HIGIENE

Se pesaron 10 g de muestra de pulpa en un matraz con 90 ml de agua peptonada sobre una balanza electrónica y se agitó para homogenizar, siendo ésta la dilución 10⁻¹. Luego se hicieron las demás diluciones (tomando 1 ml de muestra en 9 ml de diluyente) 10⁻², 10⁻³ y 10⁻⁴.

- RECUENTO DE ENTEROBACTERIAS TOTALES

Se determinó con técnica de recuento en placa, Método 4 según la ICSMF (2000). Se preparó agar VRBG (*Violet Red Bile Glucose*), se llevó a ebullición hasta su licuefacción y se enfrió a 50 °C. Para el vertido en las placas, se adicionó una primera capa (15 ml) y posteriormente otra capa más (5 ml) para sellar y dar condiciones semi anaerobias. Se las incubó invertidas a 36°C por dos días (48 horas).

Para la identificación, se tomaron inóculos de las colonias y se realizaron pruebas bioquímicas en medio Kligler, prueba de la oxidasa y prueba de nitritos. La preparación de medios se realizó según la BAM (1998).

- **RECuento TOTAL DE COLIFORMES Y *E.coli***

Se determinó con el método oficial de la AOAC 991.14 en placa *Petri film*® 3M (AOAC 1995). Las diluciones se sembraron directamente en las placas, se inoculó 1 ml de cada dilución, se cerraron cuidadosamente, se fijaron con el aplicador y se llevaron a incubar a 36 °C por dos días, en columnas no mayores a 20 placas sobrepuestas.

b. INDICADORES DE ALTERACIÓN

Se pesaron 10 g de muestra de pulpa en un matraz con 90 ml de agua peptonada sobre una balanza electrónica y se agitó para homogenizar, siendo ésta la dilución 10^{-1} . Luego se hicieron las demás diluciones (tomando 1 ml de muestra en 9 ml de diluyente) 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} .

Para el análisis microbiológico de la cáscara se obtuvo un kg de chirimoyas seleccionadas al azar y selladas en bolsa de polietileno, luego fueron enjuagadas por agitación por un minuto con 100 ml de solución salina. Se tomó una alícuota de 1 ml (dilución 10^0), y de ésta las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} . A estas diluciones se realizaron los recuentos en placa de los indicadores de alteración e higiene: bacterias aerobio mesófilas, mohos, levaduras y coliformes (ICSMF 2000).

- **RECuento DE BACTERIAS AEROBIO MESÓFILAS**

Se determinó con la técnica de recuento en placa, Método 1 según la ICSMF (2000). Luego de la siembra de 1 ml de las diluciones en las placas Petri plásticas, se procedió a la preparación del medio de cultivo PCA (*Plate count agar*), se vertió aproximadamente 10 a 12 ml en cada placa cuando el medio estuvo autoclavado (121 °C x 15 min) y enfriado a 50°C aproximadamente. Se homogenizó el contenido (muestra más medio) y se dejó enfriar (método de siembra por incorporación). Luego las placas fueron incubadas invertidas a 30 °C por dos días.

- **RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS**

Se determinó con técnica de recuento en placa, Método 1 según la ICSMF (2000). Para las levaduras y mohos, se preparó el medio de cultivo PDA (*Potato dextrose agar*), se autoclavó, enfrió y por vertido se adicionó 10 ml aproximadamente a cada placa Petri. Se llevó a incubar a 25 °C por tres días.

Para su aislamiento e identificación se observó la morfología de cada moho y su coloración en las placas con PDA. Luego se hizo siembra en cámara húmeda a 25 °C por tres días, para observar en el microscopio óptico e identificar el género. Las levaduras también se observaron en el microscopio óptico. Se colocó un inóculo sobre una gota de agua en la lámina porta objeto.

- **RECuento DE BACTERIAS AEROBIAS ESPORULADAS MESÓFILAS Y TERMÓFILAS**

Se utilizó la técnica de recuento en placa por vertido, se empleó Agar Glucosa Extracto de Triptona (TGE) y se siguió con el procedimiento de Yousef y Carlstrom (2003).

Para las bacterias aerobias mesófilas y termófilas, se pesaron 11 g de muestra en 99 ml de solución salina peptonada en un matraz. Se mezcló y se prepararon las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} . Luego se tomó 1 ml de cada tubo de dilución y mezcló con 9ml de agar TGE (*Tryptone Glucose Extrac*) fundido en tubos con tapa rosca, fueron cuatro repeticiones para cada dilución. Se llevó a calentar a baño maría a 80 °C por 30 minutos y luego a enfriar a 50 °C por 5 min. Luego se sembraron por vertido en placas Petri. Finalmente se incubaron a 35 °C por 24 horas.

- **RECuento DE BACTERIAS ACIDÚRICAS**

Se determinó con técnica de recuento en placa, según la ICSMF (2000). Se preparó el medio de cultivo OSA (*Orange Serum agar*), se autoclavó, enfrió y por vertido se adicionó 10 ml aproximadamente a cada placa Petri. Se llevó a incubar a 30 °C por dos días (48 horas).

- **DETECCIÓN Y RECuento DE MOHOS TERMORRESISTENTES**

Se utilizó el método Petri Dish Method, Murdock, según Beuchat y Pitt (2001), para la materia prima y para el producto final. En el análisis de los hongos termorresistentes, se pesaron 100 g de muestra en una bolsa de *Stomacher*, se adicionó 100 ml de agua destilada estéril y se llevó a homogenizar en el *Stomacher*. Luego se tomó 50 ml en un *beaker* estéril y se llevó a baño maría a 80 °C por 30 min, para evitar contaminación del ambiente se embolsó el *beaker*. Luego se plaquearon en cuatro placas Petri de vidrio de 15 mm de diámetro (cuatro repeticiones por tratamiento o muestra), para agregar 40 ml aproximadamente de agar PDA a cada una, se mezclaron, enfriaron, embolsaron e incubaron a 30 °C por 15 días. Se observó la morfología de cada colonia.

- **DETECCIÓN DE *Alicyclobacillus sp.***

Se utilizó el método de la International Federation of Fruit Juice Producers, IFU-No.12H (IFU 2004), para la materia prima y para el producto final. Para el *Alicyclobacillus sp.* se pesó 10g de muestra en un matraz con 100 ml de agua destilada estéril, se mezcló y calentó en baño maría a 80 °C por 10 minutos, asegurándose que el nivel del agua sea más alto que el de la muestra. Luego se enfrió a 40-45 °C, se sembró en placas por extensión, que contenían YSG agar. Se hicieron tres repeticiones por muestra y un control, se embolsaron e incubaron a 45 °C de dos a cinco días.

c. **PATÓGENOS**

Para estos análisis en la preparación de las muestras se realizó hasta una dilución de 10^{-3} .

- ***Salmonella spp.***

Se procedió a sembrar las diluciones de acuerdo al método de la ICMSF (2000). Se pesaron 25 g de muestra de cada tratamiento en 225 ml de caldo CASO, para la etapa de pre enriquecimiento. Se incubaron las muestras a 36 °C por 24 horas. Después se realizó la etapa de enriquecimiento, se tomó 1 ml de caldo CASO de cada tratamiento y se inoculó en un tubo con 9 ml de caldo tetratonato respectivamente. Como las pruebas resultaron negativas, es decir no se formó precipitado blanco, no se prosiguió con la etapa de selección.

- **RECuento DE *Staphylococcus aureus***

Se utilizó el método oficial AOAC 975.55 en placa *Petrifilm Staph Express 3M*[®]. (AOAC 1995). Las diluciones se sembraron directamente en las placas *Petrifilm* [®], se inoculó 1 ml de cada dilución, se cerraron cuidadosamente, se fijaron con el aplicador y se llevaron a incubar a 36 °C por dos días, en columnas no mayores a 20 placas sobrepuestas. Se utilizó diferente tipo de aplicador al sellar (de acuerdo al método indicado por la marca).

d. PRUEBAS ALTERNAS

- **COLORACIÓN DE GRAM**

Se diferenciaron bacterias Gram positivas de Gram negativas, a partir de una cepa marcada. Se siguió con el procedimiento según Yousef y Carlstrom (2003) y se observó al microscopio.

3.3.3. ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó una evaluación sensorial de los atributos: color, sabor y aroma de la pulpa de chirimoya. El método de evaluación fue analítico descriptivo, basado en escalas de intervalo por categorías numéricas comparadas con estándares (Bejarano 1992). Se siguió como modelo de base la Norma IFU N° 25 (IFU 2005) de la Federación Internacional de Productores de Jugo de Fruta, la cual fue modificada para la pulpa de chirimoya. Se presentaron fichas a los jueces tal como lo muestran las Figuras 4, 5 y 6, para color (escala del 1 al 4), para sabor (escala del 1 al 7) y para aroma (escala del 1 al 5) respectivamente.

Hoja de evaluación sensorial de pulpa de chirimoya

Nombre y Apellidos: _____ *Fecha:* _____

Indicaciones: Observe las 8 muestras de pulpa de chirimoya de los vasos translúcidos, observe cada muestra desde arriba. Luego, de acuerdo a la escala de color mostrada, escriba para código su puntuación correspondiente.

COLOR

Escala	Características
1	Muy oscura
2	Poco oscura
3	Ligeramente oscura
4	Natural

Código	Puntuación
2285	
6780	
2762	
3378	
1313	
6168	
4379	
5096	

Muchas gracias! ☺

Proyecto de Innovación “Desarrollo de un prototipo que permita optimizar la obtención de pulpa de chirimoya por el convenio No. 345 – PNICP-PIITEI- 2014.” FINCyT- SELVA INDUSTRIAL S.A. 2016

Figura 4: Ficha de evaluación sensorial de color de pulpa de chirimoya

Hoja de evaluación sensorial de pulpa de chirimoya

Nombre y Apellidos: _____ *Fecha:* _____

Indicaciones: En orden de izquierda a derecha, deguste las 4 muestras de pulpa de chirimoyas servidas en vasos de color rojo. Antes de pasar a la siguiente muestra, tome un poco de agua. Luego de acuerdo a la escala de sabor mostrada, escriba para cada código su puntuación correspondiente.

SABOR

Escala	Características
1	Muy desagradable
2	Desagradable
3	Poco desagradable
4	Regular
5	Poco agradable
6	Agradable
7	Muy agradable

Código	Puntuación
0289	
8718	
9883	
1008	

Código	Puntuación
4790	
0804	
1589	
7194	

Muchas gracias! ☺

Proyecto de Innovación “Desarrollo de un prototipo que permita optimizar la obtención de pulpa de chirimoya por el convenio No. 345 – PNICP-PIEI- 2014.” FINCyT- SELVA INDUSTRIAL S.A. 2016

Figura 5: Ficha de evaluación sensorial de sabor de pulpa de chirimoya.

Hoja de evaluación sensorial de pulpa de chirimoya

Nombre y Apellidos: _____ *Fecha:* _____

Indicaciones: En orden de izquierda a derecha, deguste las 4 muestras de pulpa de chirimoyas servidas en vasos de color naranja. Antes de pasar a la siguiente muestra, tome un poco de agua. Luego escriba en cada código su correspondiente puntuación según la escala mostrada.

AROMA

Escala	Características
1	Muy desagradable
2	Desagradable
3	Regular
4	Agradable
5	Muy agradable

Código	Puntuación
2021	
8543	
5997	
7268	

Código	Puntuación
8802	
1468	
0172	
5099	

Muchas gracias! 😊

Proyecto de Innovación “Desarrollo de un prototipo que permita optimizar la obtención de pulpa de chirimoya por el convenio No. 345 – PNICP-PIEI- 2014.” FINCyT- SELVA INDUSTRIAL S.A. 2016

Figura 6: Ficha de evaluación sensorial de aroma de pulpa de chirimoya.

Se utilizó un glosario sensorial acompañado de las muestras estándar durante el entrenamiento de los jueces y en las pruebas sensoriales finales. En el Cuadro 8 se presentan las descripciones para cada atributo de acuerdo al glosario sensorial.

Cuadro 8: Glosario Sensorial del color, sabor y aroma de la pulpa de chirimoya

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN GENERAL
Color	<p>Intensidad del color de la pulpa de chirimoya madura</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Muy Oscura: Ocre amarillo ligeramente rojiza 2) Poco oscura: Ocre amarillo claro 3) Ligeramente oscura: Crema amarillento 4) Natural: Crema blanquecino
Sabor	<p>Intensidad de sabor de la pulpa de chirimoya madura</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Muy desagradable: Carece completamente del sabor a chirimoya 2) Desagradable: Distinguida presencia de mal sabor. Por ejemplo, a pepino podrido, a sulfuro. 3) Poco desagradable: Sabor anormal a quemado. 4) Regular: Sabor anormal a fruta verde, no hay balance entre ácido-azúcar. 5) Poco agradable: Sabor a chirimoya ligeramente viejo (oxidado, metálico), hay balance entre ácido –azúcar. 6) Agradable: Sabor a chirimoya, libre de malos sabores pero no hay balance entre ácido-azúcar. 7) Muy agradable: Sabor intenso a chirimoya, libre de malos sabores y con balance entre ácido-azúcar.
Aroma	<p>Intensidad de aroma de la pulpa de chirimoya madura</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Muy desagradable: Aroma extraño o malo, ejemplo: fermentado 2) Desagradable: Aroma alterado, ejemplo: oxidado 3) Regular: Aroma débil , ejemplo: cocinado, verde 4) Agradable: Frutado, aroma característico a chirimoya. 5) Muy agradable: Aromático, muy marcado a chirimoya.

Los jueces fueron entrenado en estas escalas, y estuvo conformado por 9 personas, las que previamente fueron seleccionados, entrenados y evaluados para confirmar su desempeño. Para los resultados de las pruebas finales se trabajó considerando sólo los jueces entrenados que tenían consistencia en sus repeticiones. La logística para el desarrollo de las evaluaciones sensoriales se llevó a cabo a lo recomendado por Pedrero y Pangborn (1996). Las etapas del desarrollo de evaluación sensorial para la conformación de jueces entrenados se detallan a continuación:

a. ETAPA DE RECLUTAMIENTO

Se hizo una convocatoria a los trabajadores de la empresa Selva Industrial S.A. que estuviesen interesados en participar como jueces sensoriales. Se realizaron entrevistas personales donde se entregaron fichas cuestionario como se indica en la Figura 7.

Por favor, responda las siguientes preguntas:

- Sufre Ud. de alergia a algún alimento o insumo alimenticio o tiene alguna restricción alimenticia. SI NO

En caso de ser positiva su respuesta, especifique que alimento o insumo es _____

- ¿Desearía formar parte de un panel sensorial de alimentos? SI NO
- Estaría dispuesto/a a participar de reuniones semanales (3 veces a la semana) de 15 a 20 minutos para realizar las pruebas sensoriales. SI NO

¿Qué días de la semana prefiere Ud realizar esta actividad? _____

Figura 7: Ficha de convocatoria de jueces sensoriales para el Proyecto chirimoya.

FUENTE: Pedrero y Pangborn (1996).

b. ETAPA DE SELECCIÓN

Se partió de un grupo de 20 personas candidatas, al que se sometió para su selección a pruebas sensoriales de discriminación como pruebas triangulares. En primer lugar, se hizo un reconocimiento de sabores básicos y olores, los sabores a identificar fueron dulce, salado, ácido y amargo, los cuales fueron preparados a partir de soluciones a diferentes concentraciones según lo indicado por Valdez (2015), la repetición de uno de ellos y un vaso con agua; los resultados se reportaron como porcentajes de acierto para cada sabor.

Para el reconocimiento de olores, se prepararon muestras en tubos de ensayo cubiertos con papel aluminio, de forma que no se pueda observar el contenido. Se presentaron las sustancias: vinagre, vainilla, clavo de olor, café y manzanilla. Se asignaron valores para los resultados: 2 si se identificó el olor, 1 si lo relacionó con algún elemento cercano al olor y 0 si no lo identificó.

Para la selección de los jueces se empleó el análisis secuencial de Wald, considerando un P_0 (porcentaje máximo de decisiones correctas de un panelista rechazable): 0,45; P_1 (porcentaje mínimo de decisiones correctas de un panelista aceptable): 0,70; α y β igual a 0,05 (exigencia de selección de rigurosidad media) (Valdez 2015).

En los Anexos 4,5 y 6 se presentan las fichas de evaluación sensorial para la selección de jueces y en los Anexos 7, 8, 9 y 10 sus resultados.

c. ETAPA DE ENTRENAMIENTO

Los entrenamientos sensoriales se realizaron en el comedor de la empresa Selva Industrial SA, espacio que contó con buena iluminación, ventilación y alejado de los sonidos de planta. Las muestras para las pruebas de sabor se presentaron en vasos plásticos de color rojo de ocho onzas (para enmascarar el color de la pulpa); las muestras para las pruebas de aroma se sirvieron en vasos plásticos más pequeños y anchos de color naranja. Y por último las muestras de color, en vasos de plástico acrílico translúcidos.

La cantidad de pulpa fue de aproximadamente veinte gramos para cada vaso. Para la degustación se emplearon cucharitas plásticas desechables y un vaso de agua para las pruebas de aroma y sabor. En el Anexo 11 se observan fotografías que ilustran esta etapa.

Las muestras de pulpa para los entrenamientos y las pruebas eran preparadas por lo menos una hora antes de ser servidas. Esta preparación incluía la descongelación y el acondicionamiento de las muestras, para que la temperatura de éstas sea de aproximadamente 15 °C.

La disposición de las muestras se diferenciaba para cada tipo de entrenamiento; así para el entrenamiento de color se utilizaron cuatro muestras estándar (referidas a la escala del 1 al 4), para el entrenamiento de sabor se utilizaron siete muestras estándar (referidas a la escala del 1 al 7) y finalmente para el entrenamiento de aroma se utilizaron cinco muestras estándar (referidas a la escala del 1 al 5). Las muestras estándar fueron acondicionadas en el laboratorio para cumplir con las características descritas en el glosario sensorial.

Las sesiones tanto de entrenamiento como de prueba se realizaron hasta en dos horarios, uno en la mañana (10 h aproximadamente) y otro en la tarde (16 h aproximadamente) de acuerdo a lo recomendado por Andalzúa-Morales (1994). El cronograma de entrenamiento sensorial se observa en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Cronograma de actividades para el entrenamiento de jueces

ACTIVIDADES	DURACIÓN POR SESIÓN (min)	MATERIALES
1. Introducción a la evaluación sensorial	60	Diapositivas en digital e impresas
2. Evaluación de diagnóstico (color, sabor , aroma)	60	Hojas de evaluación y muestras
3. Entrenamiento teórico-práctico de color y sabor	120	Diapositivas en digital e impresas, muestras, hoja de lectura, video de color y sabor, glosario sensorial, hoja de entrenamiento.
4. Entrenamiento teórico-práctico de sabor y aroma	60	Diapositivas en digital e impresas, muestras, hoja de lectura, video de aroma, glosario sensorial, hoja de entrenamiento.
5. Entrenamiento practico de sabor y aroma	60	Glosario sensorial, muestras, hoja de entrenamiento.

d. ETAPA DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

Luego de los entrenamientos se realizaron pruebas de evaluación sensorial en los tres atributos para verificar el desempeño y homogeneidad de los jueces. Se utilizaron seis muestras codificadas para la prueba de color, cinco muestras codificadas para la prueba de sabor y cuatro, para aroma. En los Anexos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 se presenta la información referida a los jueces sensoriales y los resultados del desempeño en el entrenamiento.

e. ETAPA DE EVALUACIÓN FINAL

Fue la etapa de pruebas sensoriales con las muestras obtenidas luego del proceso de pelado semi automatizado con la máquina prototipo. La disposición de muestras (ocho) para la prueba de sabor y aroma fueron divididas en dos baterías servidas en diferentes sesiones con el fin de evitar fatiga en los jueces. Para el caso de las muestras de color se sirvieron las ocho muestras en cada sesión.

3.3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un arreglo factorial con tres factores: tiempo, temperatura y concentración de NaOH, cada uno con dos niveles y tres repeticiones, en un Diseño Completamente al Azar (DCA), en el cual se evaluó el efecto de los factores y sus interacciones sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas. Se realizó un Análisis de Varianza (ANVA) a un nivel de significación de 0,05 y en los casos en que se detectaron diferencias significativas se realizaron las pruebas de comparación de medias con el estadístico de Tukey a un nivel de significación de 0,05.

Para la evaluación y comprobación del desempeño de los jueces en el entrenamiento sensorial, se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) y se evaluaron las diferencias significativas entre los tratamientos, jueces y su interacción en un ANVA a un nivel de significación de 0,05.

Se realizaron análisis previos a los resultados sensoriales: Prueba de Barlett (homogeneidad de varianzas) y Prueba de normalidad, para aplicar un DCA con su respectivo ANVA a un nivel de significación de 0,05. Estos análisis se muestran en los Anexos 19, 20, 21 y 22.

En los casos en que se detectaron diferencias significativas se realizaron las pruebas de comparación de medias con el estadístico de Tukey a un nivel de significación de 0,05.

Se utilizaron como herramientas estadísticas el *software* SAS 9.4[®] y las funciones estadísticas de Microsoft Office Professional Plus 2013[®].

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.4.1. FLUJO DE OPERACIONES PARA OBTENER PULPA DE CHIRIMOYA

En la Figura 8 se muestran las etapas del proceso de obtención de pulpa de chirimoya empleado la máquina prototipo de pelado.

- **Recepción:** Las chirimoyas fueron recibidas en el patio de recepción de materia prima de la empresa Selva Industrial SA. La materia prima estaba dispuesta en jabas plásticas y fueron transportadas en camión por el proveedor seleccionado.
- **Maduración:** Las chirimoyas se recibieron en madurez fisiológica y se llevaron a un ambiente de maduración, en el que se registró con un termo higrómetro una humedad relativa promedio de 85 por ciento y temperatura promedio de 21 °C (mes de noviembre del 2016). Al respecto, Sevillano *et al.* (2008) indica que la chirimoya almacenada a 11 y 20 °C por 15 días presentó una disminución del pH a consecuencia de la producción de ácidos orgánicos y un incremento de sólidos totales por la degradación de almidón; mientras que el almacenamiento a 4 °C retrasó la maduración de la fruta, pues no se consiguió la dulzura ni el pH adecuado para el consumo.
- **Selección:** Se descartaron las frutas golpeadas, infestadas o en estado de pudrición.
- **Clasificación:** Esta operación se hizo en base al estado de madurez y al tamaño de la fruta, el rango para sólidos solubles fue de 22 a 25 °Brix. Para la obtención de pulpa se escogieron las maduras (cáscara brillante y suave al tacto) sin llegar a las sobremaduras (marrones y muy blandas). El indicador de que estaban en su estado de maduración óptimo fue el ablandamiento del fruto percibido de forma manual. Paralelamente se realizaron mediciones de firmeza (presión expresada en kg/cm²), en el Anexo 23 se presentan los resultados obtenidos.

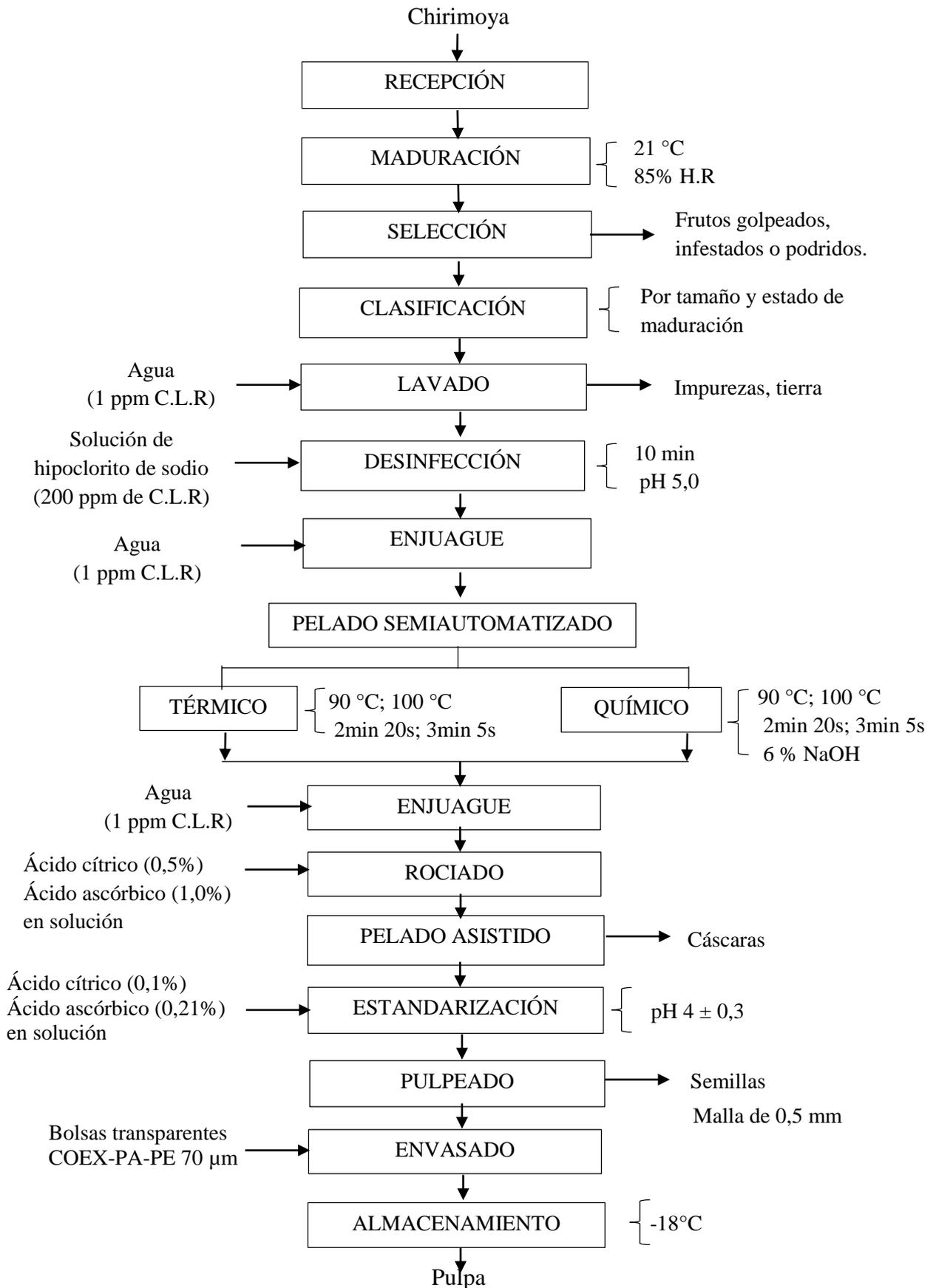


Figura 8: Flujo de operaciones para obtener pulpa de chirimoya.

- **Lavado:** Se realizó mediante frotación manual en inmersión con agua tratada (1 ppm de cloro libre residual) a fin de retirar las impurezas, restos de tierra y polvo que recubren las cáscaras.
- **Desinfección:** Las chirimoyas fueron sumergidas en una tina con solución de hipoclorito de sodio (200 ppm de cloro libre residual) por diez minutos (concentración y tiempo para sanitización de frutas recomendado por Da Silva 2010) y a pH 5,0 (adición de ácido cítrico, previo cálculo del volumen de la tina). Para verificar el adecuado nivel de cloro durante el proceso (más de tres *batches*) se utilizaron kits de control (bandas indicadoras por color).
- **Enjuague:** Se roció agua a 1ppm de cloro libre residual a las chirimoyas utilizando una manguera.
- **Pelado semi automatizado:** Se realizó en la máquina prototipo diseñada y construida mediante el Proyecto FINCYT PITEI -1-P-225-068-14. Las chirimoyas se vaciaron a la tolva de recepción de la máquina, ingresando a un rodete que giraba y estaba dividido con seis deflectores que las empujaban hacia el interior, en donde se realizaron los tratamientos de pelado. Luego fueron empujadas hacia el exterior por los mismos elementos.
- **Enjuague:** Las chirimoyas fueron enjuagadas con agua blanda (1ppm de cloro libre residual) a través de unas duchas dispuestas a la salida del rodete. Luego pasaron a una faja sanitaria (inferior).
- **Rociado:** Durante el recorrido de la chirimoya sobre la faja sanitaria inferior hacia la tolva de la pulpeadora se colocaron duchas sin recirculación que rociaron una solución de ácido cítrico al 0,5 por ciento y ácido ascórbico al 1,0 por ciento, para evitar el pardeamiento enzimático de la pulpa.
- **Pelado asistido:** Consistió en retirar la cáscara desprendida por el escaldado /pelado químico de forma manual frotándolas con guantes, cumpliendo las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), para ello los operarios usaron la indumentaria completa: uniforme de trabajo, guantes de látex, gorro, protector naso bucal y botas sanitarias. Esta etapa se realizó al mismo tiempo que el rociado, para evitar la oxidación de la pulpa durante todo el tiempo que permanece expuesta. Las chirimoyas ya peladas se colocaron en una faja sanitaria superior que las condujeron a la pulpeadora; en aquellas donde no dio un pelado al cien por ciento se hizo un retoque manual.

- **Estandarización:** Antes del ingreso a la pulpeadora se regularon las características fisicoquímicas de la fruta a un rango de pH de $4 \pm 0,3$. Para esto se adicionó por rociado, ácido cítrico al 0,1 por ciento y ácido ascórbico al 0,21 por ciento en solución, luego se homogenizó utilizando una paleta (las pruebas experimentales con estas concentraciones se muestran en el Anexo 24).
- **Pulpeado:** Los trozos de chirimoya ingresaron por la tolva superior y fueron procesados utilizando una malla de 0,5 mm (diámetro de los agujeros) y cuatro paletas de jebe sanitario.
- **Envasado:** Las muestras de pulpa (200 g aproximadamente) se envasaron en bolsas plásticas transparentes co-extruidas PA-PE (calibre de 70 micras), fueron selladas y rotuladas para los análisis de laboratorio.
- **Almacenamiento:** Las muestras fueron almacenadas en la cámara frigorífica a una temperatura de congelación de -18°C por al menos 2 horas, luego fueron llevadas en una lonchera *cooler* al laboratorio donde permanecieron a temperatura de refrigeración por al menos 60 minutos hasta sus análisis.

En el Anexo 25 se presentan las fotografías de la obtención de pulpa de chirimoya.

3.4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó un arreglo factorial con tres factores: **temperatura de inmersión del agua** (dos niveles: 90 y 100 °C), **tiempo de inmersión** (dos niveles: 2min 20 s y 3min 5s) y **concentración de NaOH** (dos niveles: 6% y 0%) resultando un total de ocho tratamientos con tres repeticiones para cada uno (24 unidades experimentales) y un testigo.

a. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

• VARIABLES INDEPENDIENTES

Las variables independientes evaluadas fueron los niveles de los factores:

- Los tiempos de inmersión: **t1= 2 min 20 s (70 Hz) , t2=3 min 05 s (50 Hz)**
- Las temperaturas de pelado: **T1= 90 °C, T2=100 °C**
- La concentración de NaOH 0,1 N: **n1=6 por ciento, n2=0 porciento**

La combinación de estas, dio como resultado los ocho tratamientos los cuales son especificados en el Cuadro 10.

Cuadro 10: Tratamientos a partir de la combinación de los niveles de factores evaluados en el pelado semi automatizado de chirimoya

TRATAMIENTO	FACTORES		
	TEMPERATURA DE INMERSIÓN (°C)	TIEMPO DE INMERSIÓN (min, s)	CONCENTRACIÓN DE NAOH 0.1N (%)
T0	Testigo		
T1	90	3 min 5 s (50 Hz)	0
T2	90	2 min 20 s (70 Hz)	0
T3	100	3 min 5 s (50 Hz)	0
T4	100	2 min 20 s (70 Hz)	0
T5	100	3 min 5 s (50 Hz)	6
T6	100	2 min 20 s (70 Hz)	6
T7	90	2 min 20 s (70 Hz)	6
T8	90	3 min 5 s (50 Hz)	6

En el Cuadro 11 se muestra el esquema del diseño experimental utilizado en la investigación.

Cuadro 11: Esquema experimental del arreglo factorial 2x2x2

FACTORES TRATAMIENTOS	T1= 90 °C		T2=100 °C	
	t1= 2min 20 s	t2=3min 5s	t1= 2min 20 s	t2=3min 5s
n1= NaOH 6%	T7	T8	T6	T5
	T7	T8	T6	T5
	T7	T8	T6	T5
n2= NaOH 0%	T2	T1	T4	T3
	T2	T1	T4	T3
	T2	T1	T4	T3
Testigo	T0			

- **VARIABLES DEPENDIENTES O VARIABLES RESPUESTA**

Son aquellas en las que se evalúa el efecto de los factores:

- **Fisicoquímicas**

- Acidez titulable (%)
- Valor de pH
- Sólidos solubles (°Brix)

- **Microbiológicas***

- Recuento de bacterias aerobios mesófilas
- Recuento de coliformes totales
- Recuento de enterobacterias totales
- Recuento de mohos
- Recuento de levaduras
- Recuento de mohos termorresistentes
- Recuento de bacterias aerobias esporuladas
- Recuento de bacterias acidúricas
- Recuento de *E.coli*
- Recuento de *Staphylococcus* sp.
- Ausencia/ presencia de *Alicyclobacillus* sp.
- Ausencia /presencia de *Salmonella* sp.

*Todos los recuentos tienen como unidades los logaritmos decimales del número de unidades formadoras de colonias ($\text{Log}_{10}\text{UFC/g}$). Las pruebas de detección (ausencia o presencia) se evaluaron en 25 g y 10 g para *Salmonella* sp. y *Alicyclobacillus* sp., respectivamente.

- **Sensoriales**

- Puntuación de color (escala de intervalo del 1 al 4)
- Puntuación de sabor (escala de intervalo del 1 al 7)
- Puntuación de aroma (escala de intervalo del 1 al 5)

b. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- **Testigo**

La muestra testigo (T0) fue la pulpa de chirimoya **sin** tratamiento con la máquina prototipo y obtenida de forma manual en laboratorio, a la que se realizaron (**Muestreo 1**) análisis fisicoquímicos: sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$), acidez (%), pH; análisis microbiológicos: recuento de bacterias aerobios mesófilas, coliformes totales, enterobacterias totales, mohos, levaduras, mohos termorresistentes, bacterias aerobias esporuladas, bacterias acidúricas, *E.coli*, *Staphylococcus* sp. y detección de *Alicyclobacillus* sp y *Salmonella* sp.

- **Tratamientos con la máquina prototipo**

Se evaluaron dos tipos de pelado: térmico (con agua caliente a temperaturas de 90 y 100 °C) y químico (con una concentración de 6 por ciento de hidróxido de sodio y a las mismas temperaturas), los dos métodos por tiempos de 2 min 20 s y 3min 5 s correspondiente a 70 Hz y 50 Hz, respectivamente. Luego del pelado, se procedió al enjuague, estandarizado, pulpeado, envasado y almacenamiento de la pulpa. En esta etapa (**Muestreo 2**) se le realizaron los siguientes análisis para decidir el mejor tratamiento de pelado:

Análisis fisicoquímicos de sólidos solubles: (°Brix), acidez (%), pH; análisis microbiológicos: recuento bacterias aerobios mesófilas, de coliformes totales, de enterobacterias totales, de mohos, de levaduras, de mohos termorresistentes, de bacterias aerobias esporuladas, de bacterias acidúricas, de *E.coli*, de *Staphylococcus* sp. , detección de *Alicyclobacillus* sp y *Salmonella* sp ; análisis sensoriales: color, sabor y aroma.

En la Figura 9 se muestra el esquema del procedimiento experimental.

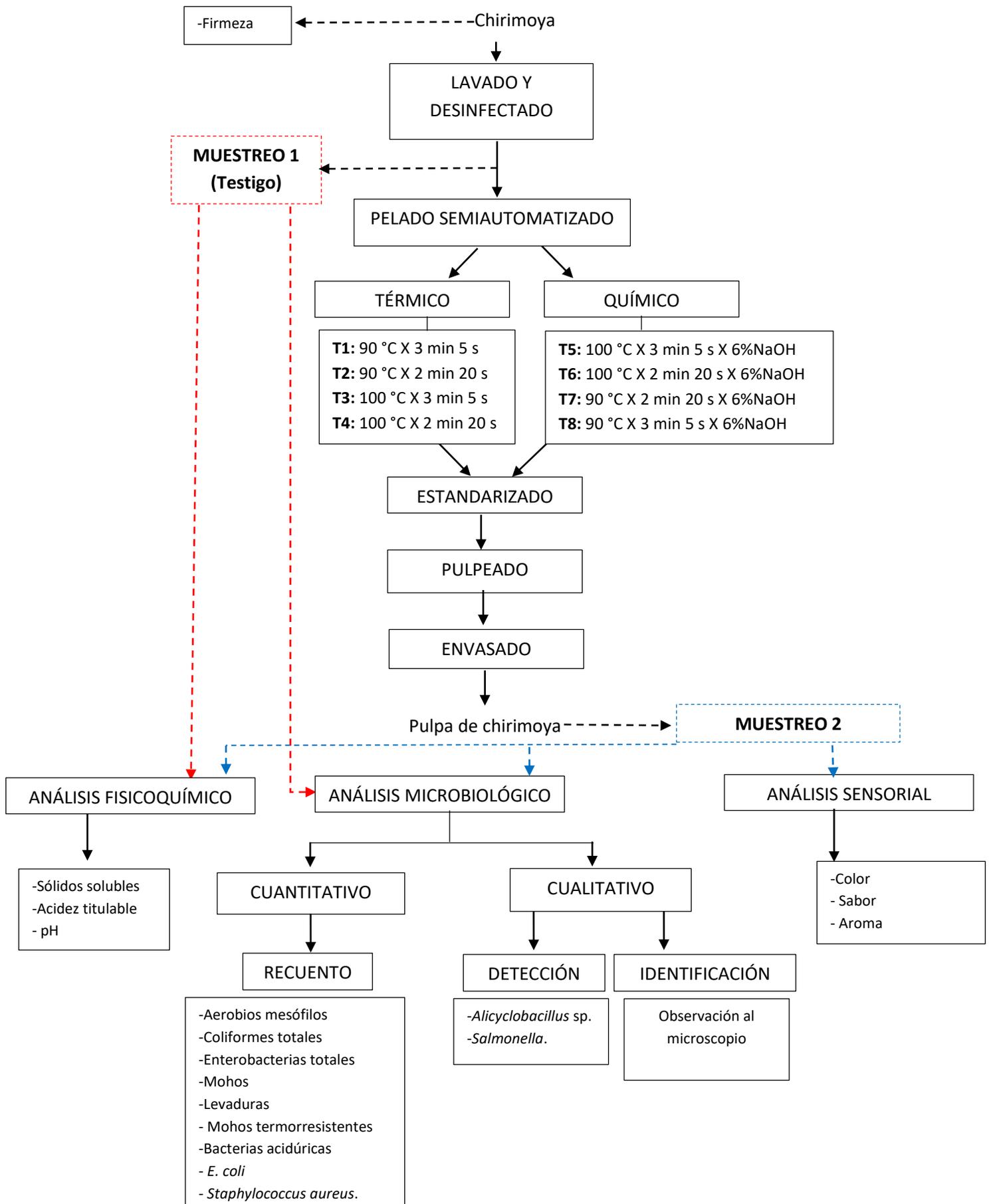


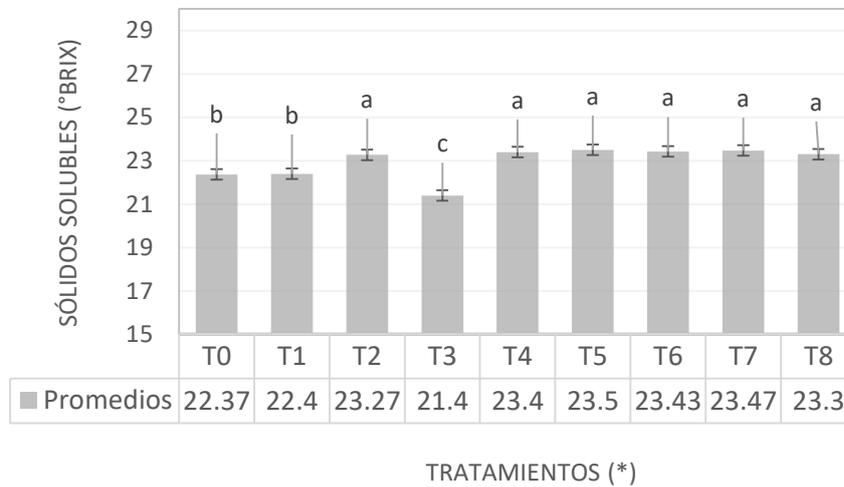
Figura 9: Esquema general del procedimiento experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

4.1.1. SÓLIDOS SOLUBLES

La Figura 10 muestra los valores promedio de sólidos solubles de las pulpas de chirimoya obtenidas por los tratamientos de pelado térmico (factores de tiempo y temperatura) y químico (factores de tiempo, temperatura y concentración de NaOH).



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

T0: Testigo

T1: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T2: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T3: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T4: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T5: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

T6: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T7: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T8: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 10: Comparación del contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.

En el Análisis de Varianza (ANVA) (Anexo 26) se evidenció que al menos uno de los tratamientos de pelado térmico (T1, T2, T3 y T4), químico (T5, T6, T7 y T8) y el testigo (T0) era diferente a los demás a un nivel de confianza del 95 por ciento, por lo que se realizó la comparación con el estadístico de Tukey. Se observaron tres subgrupos: el primero conformado por el T0 y T1 con un promedio de 22,39 °Brix. El segundo, conformado por T3, el cual posee el menor promedio de sólidos solubles (21,4 °Brix) con respecto al resto; y el tercer grupo, con los tratamientos T2, T4, T5, T6, T7 y T8 con un promedio de sólidos solubles de 23,3 °Brix.

También se observa que el contenido de sólidos solubles de los tratamientos de pelado químico son ligeramente mayores que los de pelado térmico. Mientras que el alcance total de la cantidad de sólidos solubles obtenidos para todos los tratamientos son similares (21,4 a 23,5 °Brix), los cuales están dentro del promedio para una chirimoya madura, debiendo alcanzar entre 18 a 24 °Brix (Palma *et al.* 1993).

En cuanto al efecto de los factores *tiempo de inmersión, temperatura y concentración de NaOH* sobre el contenido de sólidos solubles en la pulpa de chirimoya se presentan las Figuras 11,12 y 13, respectivamente.

En la Figura 11 se observa que el tiempo **t2 (3 min 5s)** tiene una distribución de sólidos solubles con mayor alcance (de 22,8 a 23,4°Brix) que el tiempo **t1 (2 min 20s)** (de 23,2 a 23,6 °Brix aproximadamente). Sin embargo la media de sólidos solubles de t1 (23,39 °Brix) es superior a la media de t2 (22,65 °Brix); es decir a menor tiempo de inmersión se obtienen los promedios más altos de sólidos solubles. En el ANVA y prueba de Tukey (Anexo 27) se evidencia que hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 del efecto del tiempo de inmersión sobre el contenido de sólidos solubles.

Esto significa que el aumento del tiempo de inmersión provoca la pérdida de sólidos solubles como la sacarosa en la pulpa de chirimoya, independientemente de la concentración de NaOH y de la temperatura de la solución.

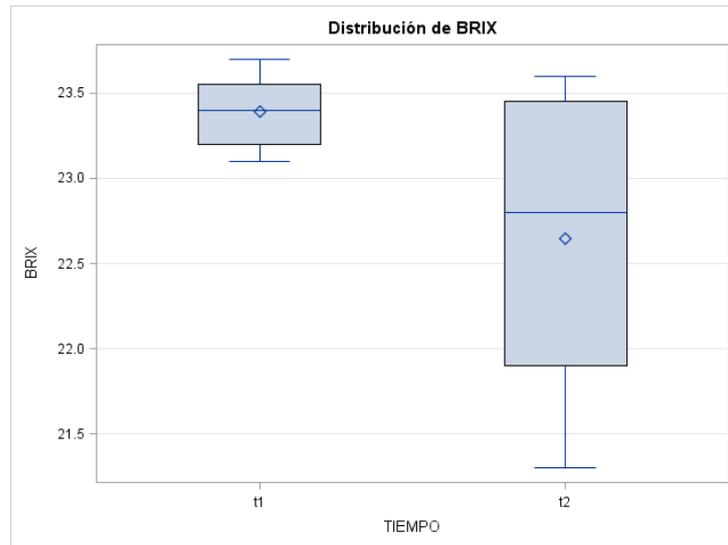


Figura 11: Efecto del tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.

En la Figura 12 se muestra el efecto de la temperatura de inmersión sobre el contenido de sólidos solubles en la pulpa de chirimoya. Se observa que los niveles de temperatura (T1 y T2) tienen diferente distribución sobre el contenido de sólidos solubles, a la **T1 (90 °C)** hay una menor distribución de sólidos solubles que a **T2 (100°C)**; es decir a 90°C los valores de sólidos solubles tienen un rango más estrecho (22,8 a 23,5°Brix), mientras que a 100 °C poseen un rango más amplio (22,4 a 23,6 °Brix).

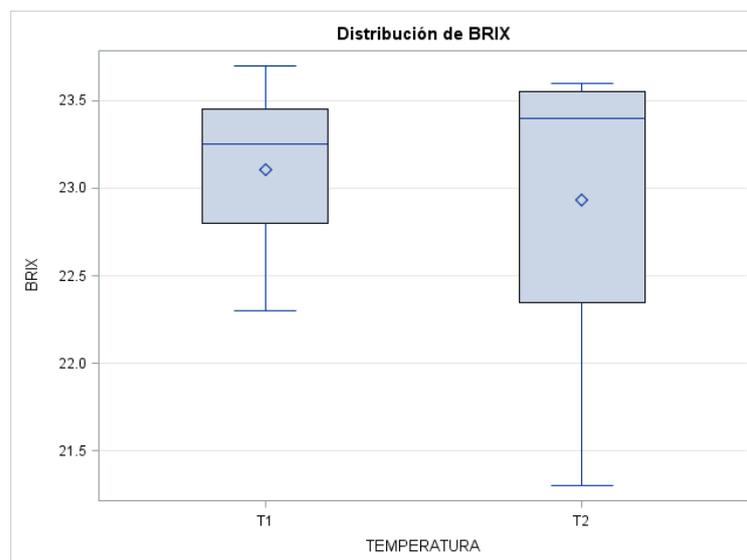


Figura 12: Efecto de la temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.

Además, sus medias son diferentes: la media de T1 (23,11 °Brix) es superior a la de T2 (22,93 °Brix). En el ANVA y prueba de Tukey (Anexo 27) se evidencia que hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 del efecto de la temperatura sobre el contenido de sólidos solubles. Es decir a mayor temperatura de la solución (independientemente de la concentración y el tiempo de inmersión) hay una disminución de los sólidos solubles.

En relación, Daub y Seese (1996) indican que la velocidad de disolución del azúcar en el agua aumenta con el incremento de la temperatura, es decir, un incremento de temperatura en la solución de pelado provoca un aumento de la solubilidad de los azúcares del fruto de chirimoya, motivo por el cual disminuyen los sólidos solubles totales en la pulpa.

En la Figura 13 se muestra la distribución de los valores promedio de sólidos solubles por efecto de la concentración de NaOH (0,1 N), en el ANVA y prueba de Tukey (Anexo 27) se evidencia que hay diferencias significativas a un alfa de 0,05. Se observa que la concentración de NaOH **n1 (6 por ciento)** tiene mayores valores promedio de sólidos solubles en un alcance más estrecho que va de 23,3 a 23,5°Brix aproximadamente; mientras que el **n2 (0 por ciento)** tiene valores promedio menores pero en un mayor alcance, que va de 21,8 a 23,3 °Brix aproximadamente. Es decir a mayor concentración de NaOH en la solución de pelado se obtienen los promedios más altos de sólidos solubles.

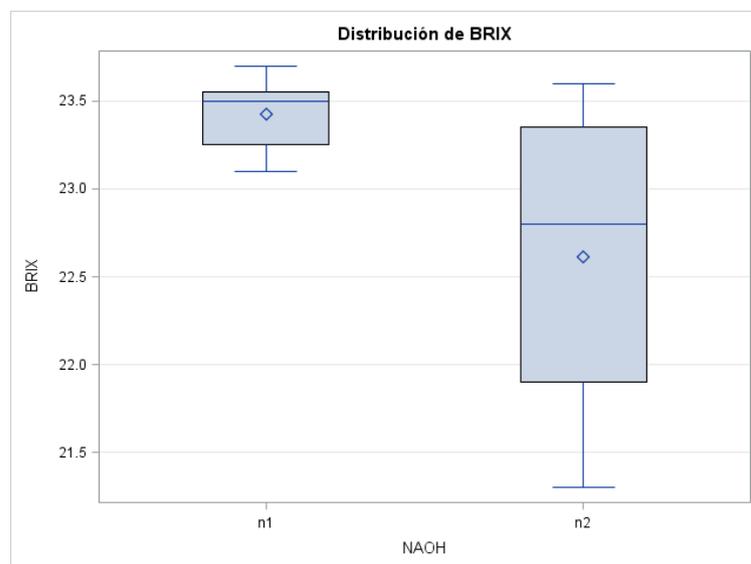


Figura 13: Efecto de la concentración de NaOH sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.

Por otro lado, Gómez-López *et al.* (2014), al evaluar la influencia del pelado mecánico, térmico (agua a 100 °C) y químico (solución de NaOH al 10,15 y 20 por ciento) sobre el contenido de sólidos solubles en kiwi, encontraron que el producto obtenido del pelado químico tenía menos sólidos solubles promedio (hay diferencias significativas) que los provenientes del pelado manual y mecánico.

Esto no se observa para la chirimoya, una primera causa probable es la diferencia en el grosor de su cáscara; comparada con el kiwi que posee una delgada cáscara muy permeable, la chirimoya tiene una de mayor grosor y menor permeabilidad que protege al fruto y requiere mayor esfuerzo para su remoción, es decir mayor concentración de NaOH (6 por ciento) y finalmente su retiro manual (como una capa).

La segunda causa probable es la solubilización del hidróxido de sodio; el NaOH es una base fuerte que se disuelve con facilidad en agua, generando gran cantidad de calor (reacción exotérmica) y disociándose por completo en sus iones. En presencia de humedad reacciona con el dióxido de carbono para generar carbonato de sodio; la hidratación paulatina del NaOH genera seis diferentes hidratos NaOH.H₂O, NaOH.2H₂O, NaOH.3,5H₂O, NaOH.4H₂O, NaOH.5H₂O, NaOH.7H₂O (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM 2014).

Cabe señalar, que a ambos tratamientos de pelado (térmico y químico) se adicionó ácido cítrico (0,5 por ciento) y ácido ascórbico (1 por ciento) en solución durante el rociado y estandarizado (0,1 y 0,21 por ciento en solución, respectivamente) para evitar el pardeamiento enzimático del fruto pelado en su recorrido por las fajas transportadoras y en el pulpeado.

Por otra parte, durante el proceso de pelado en la máquina, se observó que cuando se utilizó NaOH, el retiro de la cáscara fue mucho más rápido y fácil comparado con el pelado térmico (agua a 90 °C y 100 °C), lo que indica que mejoró la productividad del proceso.

También se realizó el análisis de la interacción de los factores: ***concentración de NaOH-tiempo***, ***concentración de NaOH-temperatura*** y ***temperatura-tiempo***, los cuales se muestran en las Figuras 14, 15 y 16.

En la Figura 14 se observa un comportamiento creciente y convergente del contenido de sólidos solubles a diferentes tiempos de inmersión (**t1 y t2**) en un nivel de 6 por ciento de NaOH. Sin NaOH (0 por ciento) a un tiempo **t1 (2 min 20 s)** se tiene un promedio de 23,4°Brix y al aumentar la concentración de NaOH en el mismo tiempo, se incrementa muy levemente el contenido de sólidos solubles a 23,5°Brix (pendiente positiva). Mientras que para un tiempo mayor de **t2 (23 min 5 s)** se inicia con un promedio más bajo de 21,8 °Brix, el cual se incrementa significativamente (23,5°Brix) al aumentar la concentración de NaOH, es decir, tiene una pendiente mayor (positiva).

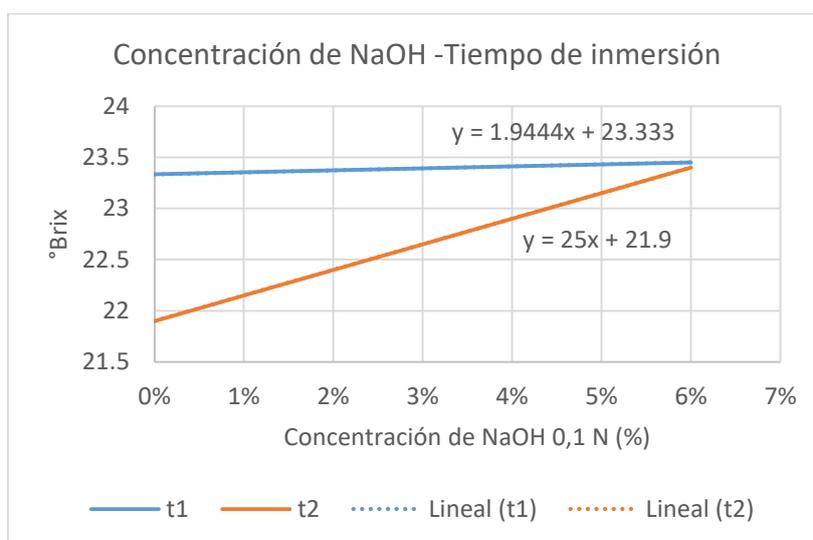


Figura 14: Efecto de interacción de concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.

El comportamiento creciente de ambas líneas de tiempo, reafirman la relación inversa del tiempo de inmersión con el contenido de sólidos solubles, así como la relación directa de la concentración de NaOH con el contenido de sólidos solubles.

El ANVA (Anexo 27) indica que existe diferencia significativa en la interacción del tiempo y concentración de NaOH a un alfa de 0,05.

En la Figura 15 se observa un comportamiento creciente y convergente de las líneas de temperatura de inmersión T1 (90 °C) y T2 (100°C) sobre los valores promedio de sólidos solubles a medida que se incrementa la concentración de NaOH. La línea de T2 tiene mayor pendiente que la de T1, sin embargo se intersectan a una concentración de 5 por

ciento de NaOH, es decir, en este punto no hay diferencias significativas del efecto de la temperatura-concentración de NaOH sobre los sólidos solubles.

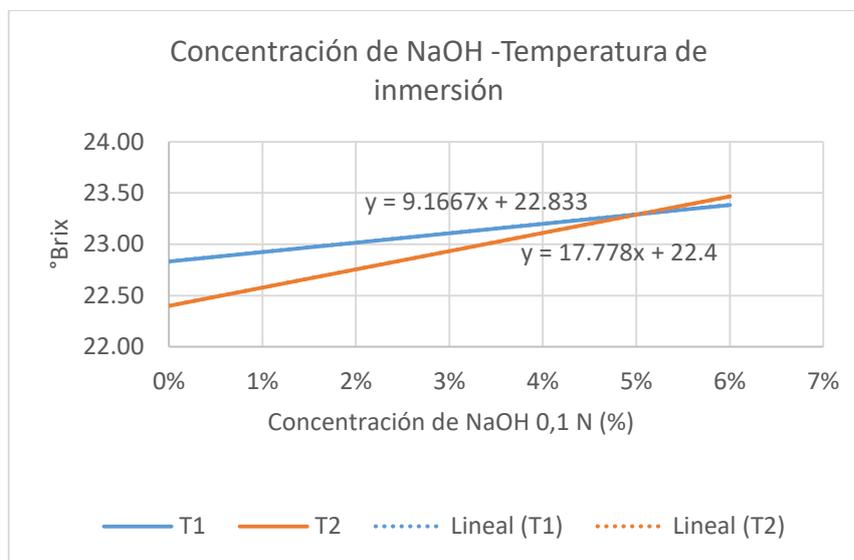


Figura 15: Efecto de interacción de concentración de NaOH-temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.

Sin embargo, el ANVA (Anexo 27) a un alfa de 0,05 evidencia que existen diferencias significativas del efecto de la interacción de la temperatura-concentración de NaOH sobre los sólidos solubles en el intervalo de concentración de NaOH que va de 0 a 4 por ciento, y del 6 por ciento a más. Es decir, se corrobora la relación inversa del contenido de sólidos solubles con la temperatura y directa con la concentración de NaOH.

Al respecto, IDEAM (2014) indica que el hidróxido de sodio anhidro reacciona lentamente con muchas sustancias, sin embargo la velocidad de reacción aumenta en gran medida con incrementos de temperatura. Esto significa que a mayor temperatura mayor disolución de NaOH y consiguiente aumento de los sólidos solubles, logrando un efecto antagónico en comparación con el efecto sólo de la temperatura.

Kaleog Lu *et al.* (2004) también afirman que el efecto del cambio de temperatura es mayor que un cambio en la concentración. Explicaron que la penetración de la solución química (NaOH) a través de la difusión y las reacciones químicas depende estrictamente de la temperatura. Es decir, que si se incrementa por sí sola la concentración de NaOH no se tendría el mismo efecto en los sólidos solubles que cuando se combina con el aumento de la temperatura.

En la Figura 16 se observa un comportamiento divergente de las interacciones de los factores temperatura y tiempo de inmersión, no existe intersección de las líneas en el alcance de 90 a 100 °C. A un tiempo de inmersión **t1 (2 min 20 s)** el contenido de sólidos solubles es casi constante cuando se incrementa la temperatura (de 90 °C a 100 °C), mientras que a un tiempo de inmersión **t2 (3 min 5 s)** hay una disminución de sólidos solubles cuando se incrementa la temperatura (de 90 °C a 100 °C). Las diferencias significativas (a un nivel de 0,05 de significancia) de la interacción de los factores tiempo y temperatura se muestran en el Anexo 27.

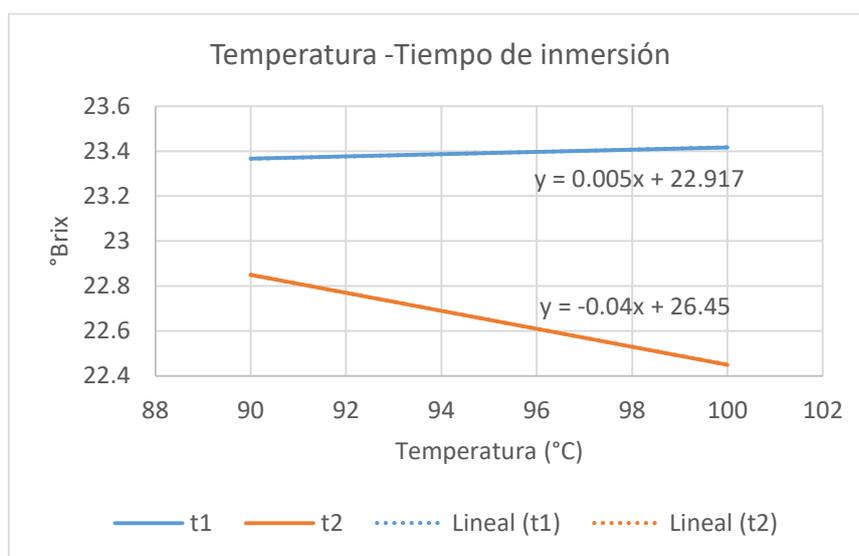
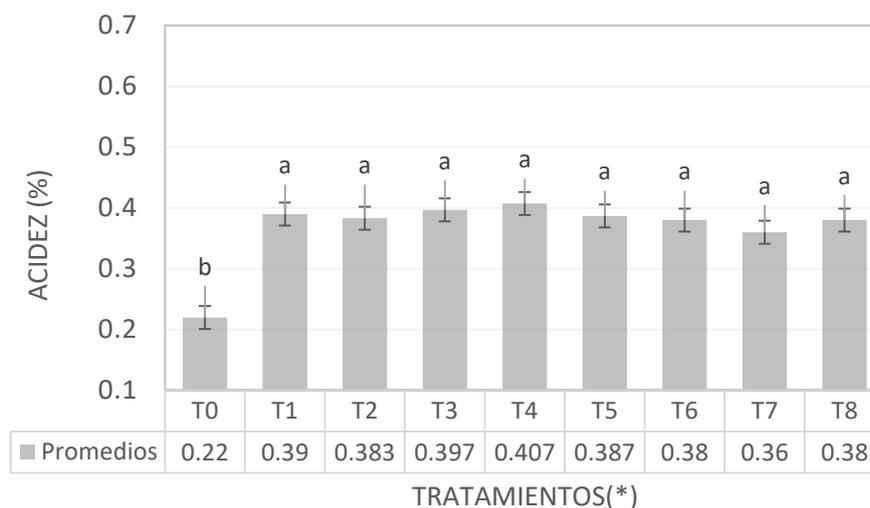


Figura 16: Efecto de interacción de la temperatura-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de sólidos solubles en pulpa de chirimoya.

Respecto a la interacción de los tres factores (*tiempo-temperatura-concentración de NaOH*) también se obtuvo diferencias significativas a un nivel de confianza del 95 por ciento en el ANVA (Anexo 27).

4.1.2. ACIDEZ

En la Figura 17 se muestran los contenidos promedio de acidez de las pulpas de chirimoya obtenidas por los tratamientos de pelado térmico (factores de tiempo y temperatura) y químico (factores de tiempo, temperatura y concentración de NaOH).



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

T0: Testigo

T1: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T2: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T3: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T4: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T5: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

T6: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T7: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T8: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 17: Comparación del contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.

Se encontró una acidez promedio de 0,22 por ciento en el testigo (T0), este valor es inferior comparado con los obtenidos por Brito y Rodríguez (2008) para el ecotipo lisa mejorada (0,3 por ciento) y por Guevara (1990) para el ecotipo Cumbe (0,63 por ciento). Es decir, la chirimoya evaluada proveniente de Amazonas, es menos ácida y más dulce, características que determinan una pulpa de calidad fisicoquímica y sensorial.

Se evidenciaron en el Análisis de Varianza (ANVA, Anexo 28) diferencias significativas a un nivel de 0,05 entre los promedios de acidez del testigo versus los tratamientos de pelado

térmico y químico, siendo el valor de acidez del testigo mucho menor comparado con los demás tratamientos.

Las pulpas obtenidas después de los tratamientos de pelado térmico y químico presentaron un incremento de la acidez promedio de 0,38 por ciento, resultado esperado por cuanto se estandarizó con ácido cítrico (0,1 por ciento) y ascórbico (0,21 por ciento) luego de la operación de pelado para evitar el pardeamiento enzimático durante el pulpeado. Asimismo, el ANVA evidenció que los tratamientos de pelado térmico (T1, T2, T3 y T4) con los de pelado químico (T5, T6, T7 y T8) no tienen diferencias significativas entre sí a un alfa de 0,05.

Al respecto, Gómez-Lopez *et al.* (2014) al evaluar la influencia de los procesos de pelado mecánico, térmico y químico sobre kiwi, también determinaron que no hubo diferencias significativas de estos tipos de pelado sobre las características fisicoquímicas de acidez y pH.

En cuanto al efecto de los factores *tiempo de inmersión, temperatura y concentración de NaOH* sobre el contenido de acidez se muestran los resultados en las Figuras 18, 19 y 20.

En la Figura 18 se observa que a un tiempo **t1 (2 min 20 s)** hay un mayor alcance del contenido de acidez (0,36 a 0,41 por ciento) que a **t2 (3 min 5 s)**, cuyo alcance va de 0,38 a 0,40 por ciento aproximadamente. Sin embargo, el ANVA (Anexo 29) evidencia que no existen diferencias significativas a un alfa de 0,05 entre las medias de acidez por efecto del tiempo de inmersión.

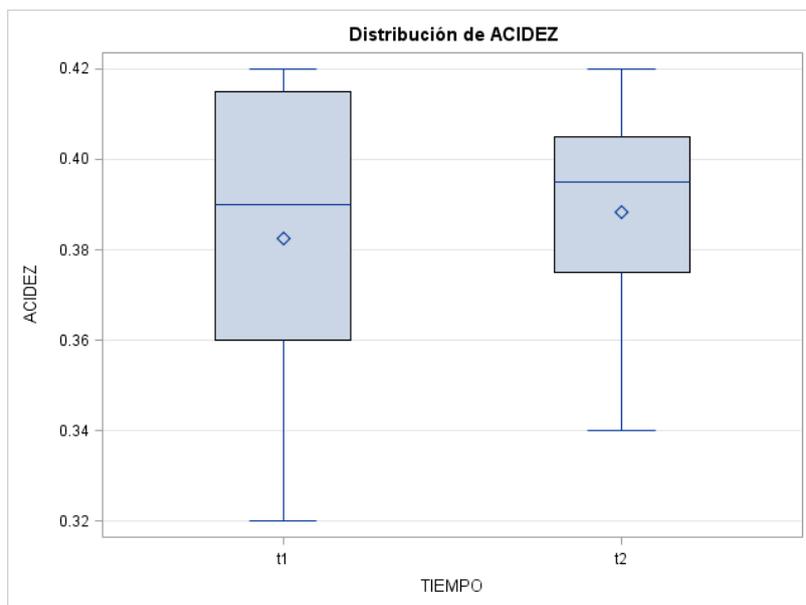


Figura 18: Efecto del tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya.

En la Figura 19 se muestra la distribución de los valores promedio de acidez de la pulpa de chirimoya por efecto de la temperatura de inmersión. Se observa que a la temperatura **T1 (90°C)** se tiene un mayor alcance (0,34 a 0,41 por ciento) de acidez que a **T2 (100°C)** (0,38 a 0,40 por ciento). Sin embargo, el ANVA (Anexo 29) evidencia que no existen diferencias significativas a un alfa de 0,05 entre las medias de acidez por efecto de la temperatura.

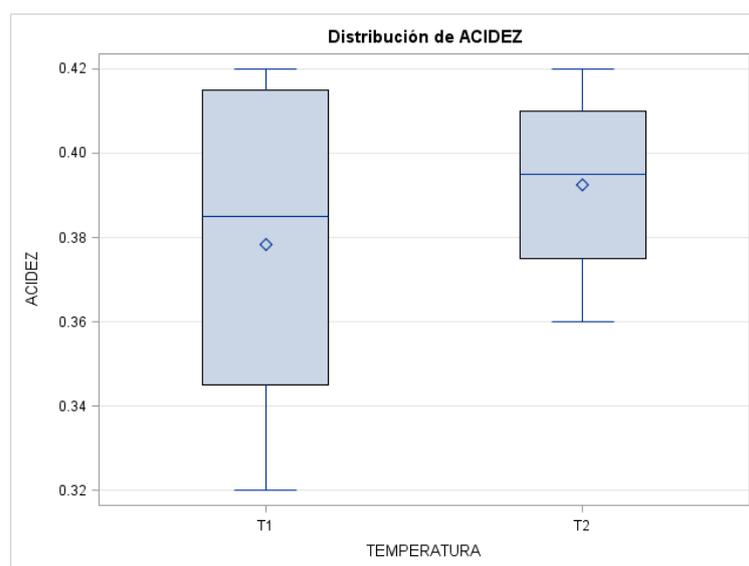


Figura 19: Efecto de la temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya.

En la Figura 20 se muestra la distribución de los valores promedio de acidez de la pulpa de chirimoya por efecto de la concentración de NaOH (0,1 N). Se observa que las distribuciones de la concentración **n1 (6 por ciento)** y la **n2 (0 por ciento)** son similares en cuanto al alcance de los valores de acidez: 0,36 a 0,39 por ciento para n1 y 0,38 a 0,42 por ciento para n2; también se distingue que la media de acidez con pelado térmico (sin NaOH o 0 por ciento) es superior a la del pelado químico; sin embargo, el ANVA (Anexo 29) evidencia que no existen diferencias significativas a un alfa de 0,05 del efecto de la concentración de NaOH sobre la acidez en la pulpa de chirimoya.

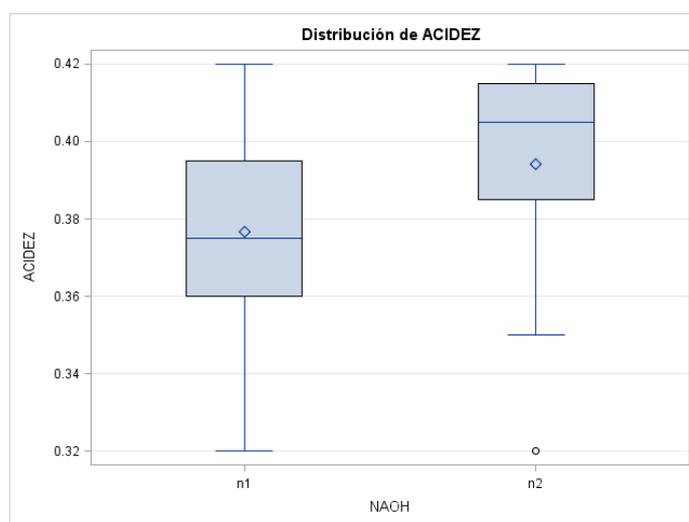


Figura 20: Efecto del NaOH sobre el contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya.

A continuación se muestran en las Figuras 21,22 y 23 de los efectos de las interacciones de los factores en estudio, sobre la acidez en pulpa de chirimoya.

En la Figura 21 muestra la interacción *concentración de NaOH-tiempo*, se observa un comportamiento decreciente y divergente del contenido de acidez a diferentes tiempos de inmersión (**t1 y t2**) a medida que se incrementa la concentración de NaOH.

Sin NaOH (0 por ciento) a un tiempo **t1 de 2 min 20 s** y a un tiempo **t2 de 3 min 5 s** se tiene un promedio de 0,39 por ciento de acidez (intersección de líneas). Y cuando aumenta la concentración de NaOH hasta 6 por ciento disminuye el contenido de acidez a 0,38 por ciento y 0,39 por ciento para t2 y t1, respectivamente. Sin embargo, el ANVA (Anexo 29) evidencia que no existe diferencia significativa de la interacción de estos dos factores a un alfa de 0,05 sobre la acidez.

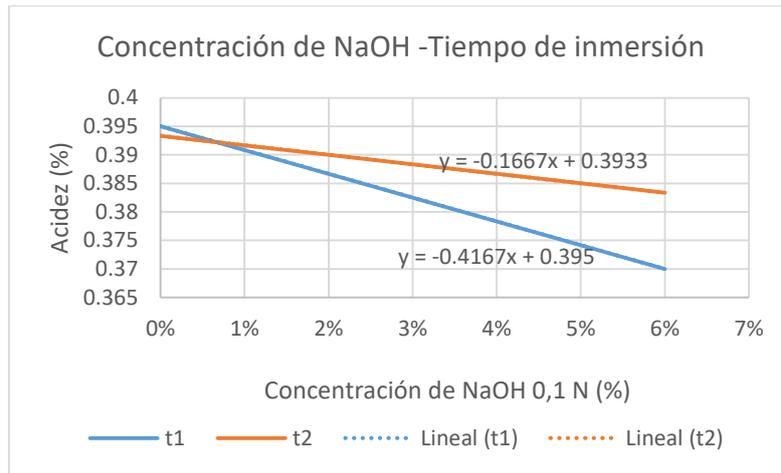


Figura 21: Efecto de interacción de concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya.

En la Figura 22 se observa un comportamiento paralelo y decreciente del contenido de acidez a diferentes temperaturas de inmersión (**T1 y T2**) en los niveles de 0 y 6 por ciento de NaOH. Sin NaOH (0 por ciento) a **T1 (90°C)** y a **T2 (100°C)** se tiene un promedio de 0,39 por ciento y 0,40 por ciento de acidez respectivamente; se observa que al aumentar la concentración de NaOH (a 6 por ciento) para ambas temperaturas, disminuye ligeramente el contenido de acidez a 0,37 por ciento y a 0,38 por ciento para T1 y T2, respectivamente. A pesar de esto, el ANVA (Anexo 29) indica que no existe diferencia significativa en la interacción de estos dos factores a un alfa de 0,05 sobre la acidez.

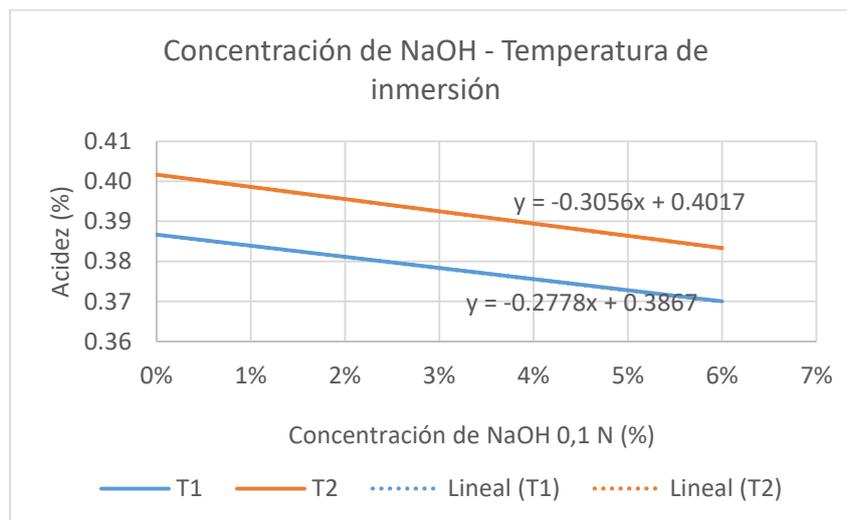


Figura 22: Efecto de interacción de concentración de NaOH-temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de

En la Figura 23 se observa un comportamiento convergente y creciente del contenido de acidez a diferentes tiempos de inmersión (**t1** y **t2**) en los niveles de 90°C y 100°C de temperatura. A la temperatura T1 (90°C) en un tiempo **t1** de **2 min 20 s** y en un tiempo **t2** de **3 min 5 s** se tienen promedios de acidez diferentes: 0,37 por ciento y 0,385 por ciento respectivamente; y a medida que se incrementa la temperatura, los promedios de acidez aumentan hasta intersectarse (0,39 por ciento) a 99 °C. Sin embargo, el ANVA (Anexo 29) evidencia que no existe diferencia significativa en la interacción de estos dos factores a un alfa de 0,05 sobre la acidez.

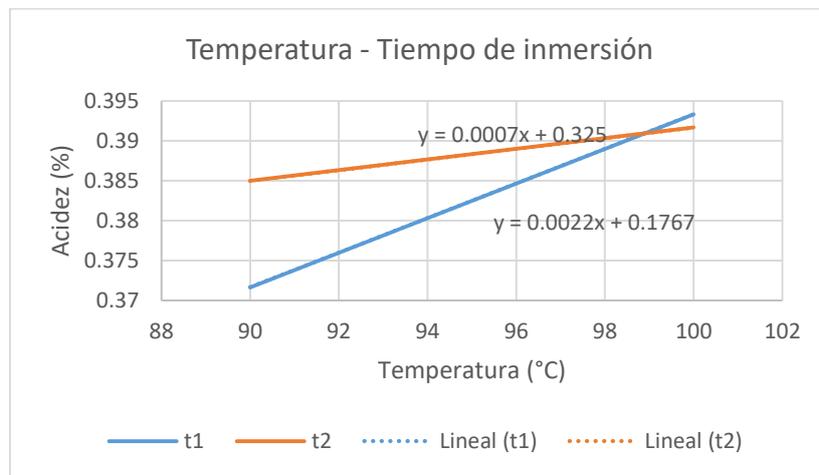


Figura 23: Efecto de interacción de la temperatura-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de acidez en pulpa de chirimoya.

4.1.3. pH

En relación con el pH, Doyle *et al.* (1997) señala que la mayor parte de las frutas tienen un pH más ácido que las hortalizas (usualmente menor a 4,4) y mayor contenido de azúcar. Además, las frutas poseen mecanismos defensivos más eficaces que limitan el crecimiento bacteriano, como tejidos epidérmicos más gruesos y mayor concentración de ácidos orgánicos. Sin embargo hay frutos que son una excepción, como el caso del melón (intervalo de pH de 6,2 a 6,5) y como la chirimoya u otras *Anonnas*, cuyo pH suele ser mayor a 4,4. Esta información se corrobora, pues la pulpa testigo obtuvo un promedio de pH de 4,72.

Al respecto, Brito y Rodríguez (2008) indican que el pH de la chirimoya variedad lisa mejorada fue de 4,64; mientras que Guevara (1990) indica que el pH de la chirimoya variedad lisa ecotipo Cumbe va de 4,1 a 4,5. Es decir la variedad lisa proveniente de Amazonas (Chachapoyas) que fue utilizada en esta investigación tiene un pH superior.

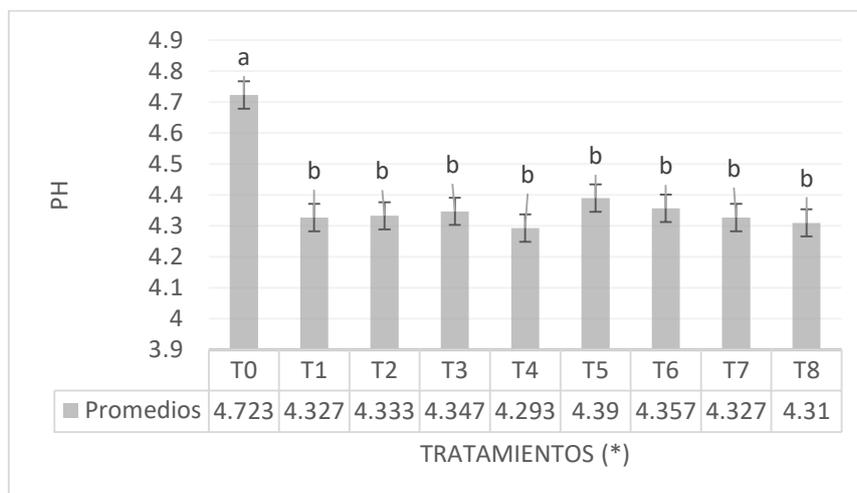
En la Figura 24 se presentan los valores del pH de pulpa de chirimoya testigo (T0) y de las obtenidas por pelado térmico y químico con la máquina prototipo. El pH del testigo es mayor a todas las demás pulpas; resultado esperado, pues el pH tiene una relación inversa con la acidez.

Por otro lado, la pulpa de los demás tratamientos se estandarizó con ácido cítrico que hizo disminuir el pH a 4,34. La prueba de Tukey (Anexo 30) muestra que hay diferencias significativas entre el testigo y los demás tratamientos, mientras que entre los mismos tratamientos (con y sin NaOH) no encontró diferencias significativas a un alfa de 0,05.

Palma *et al.* (1993) y Shashirekhaa *et al.* (2008) mencionan que el pH óptimo para el desarrollo de la enzima polifenoloxidasas (PPO) que provoca el pardeamiento oxidativo en la pulpa de chirimoya congelada va de 5,0 a 5,5. El pH de la materia prima con la que se trabajó (T0) es 4,72 (valor cercano a 5,0) e implica un alto riesgo de deterioro por oxidación en el proceso y almacenamiento, lo que justifica la adición de ácido cítrico y ácido ascórbico en el estandarizado.

Se utilizó 0,5 por ciento de ácido cítrico y 1,0 por ciento de ácido ascórbico en solución de rociado como pre tratamiento a la salida de la máquina prototipo antes del pelado manual

asistido, y durante el estandarizado de trozos de chirimoya: 0,1 por ciento de ácido cítrico y 0,21 por ciento de ácido ascórbico.



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

T0: Testigo

T1: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T2: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T3: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T4: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T5: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

T6: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T7: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T8: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 24: Comparación del contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.

Al respecto Noratto (1990), señala que es posible reducir el oscurecimiento enzimático de la pulpa de chirimoya congelada con la adición de ácido cítrico (0,2 por ciento), ácido ascórbico (0,15 por ciento) y Etileno Diamina Tetra Acetato (EDTA) (0,02 por ciento). De igual modo Manzocco *et al.* (1998) también recomienda una adición de ácido ascórbico y ácido cítrico (ambos al 0,2 por ciento) como pre tratamientos para prevenir el pardeamiento enzimático durante el congelado y descongelado del puré de chirimoya.

En cuanto al efecto de los factores: *tiempo, temperatura y concentración de NaOH*, y sobre el contenido de pH se muestran los resultados en las Figuras 25, 26 y 27.

En la Figura 25 se observa que el tiempo **t1 (2 min 20 s)** tiene un mayor alcance (4,29 a 4,36) sobre el contenido de pH que el tiempo **t2 (3 min 5 s)**, que va de 4,32 a 4,37 aproximadamente. Sin embargo el ANVA (Anexo 31) evidencia que no hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 en la distribución de los valores promedio de pH por efecto del tiempo.

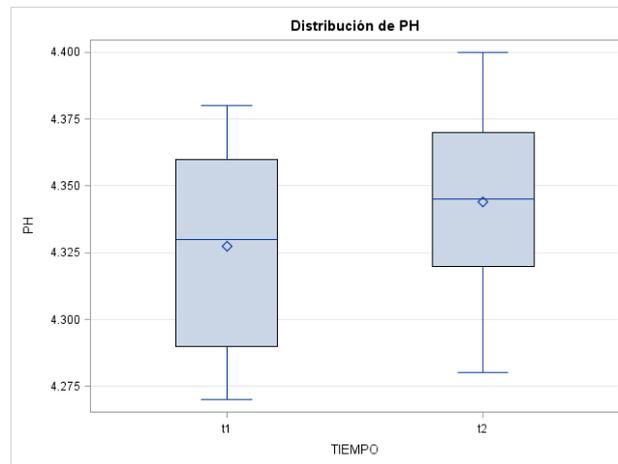


Figura 25: Efecto del tiempo de inmersión sobre el contenido de pH en pulpa de chirimoya.

En la Figura 26 se muestra la distribución de los valores promedio de pH de la pulpa de chirimoya por efecto de la temperatura de inmersión. Se observa que a la **T1 (90 °C)** y **T2 (100 °C)** se tienen alcances muy similares, pero a 90°C se parte de 4,3 de pH hasta 4,35, mientras que a 100 °C parte de valores ligeramente superiores: 4,325 a 4,375 de pH. El ANVA (Anexo 31) evidencia que no hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 en el pH promedio por efecto del factor temperatura.

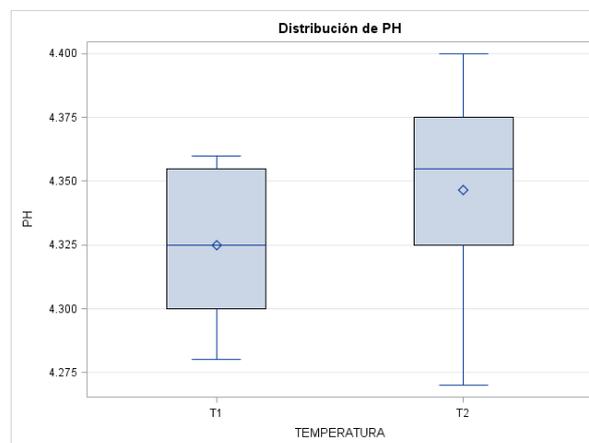


Figura 26: Efecto de la temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya.

En la Figura 27 se muestra la distribución de los valores promedio de pH de la pulpa de chirimoya por efecto de la concentración de NaOH (0,1N). Se observa que a la **n1** (6 por ciento) se tiene una menor distribución de valores de pH que a **n2** (0 por ciento), pero los valores de pH en los tratamientos de pelado químico (6 por ciento) son ligeramente superiores a los de pelado térmico. El ANVA (Anexo 31) evidencia que no hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 en la distribución de los valores promedio de pH por efecto de la concentración de NaOH.

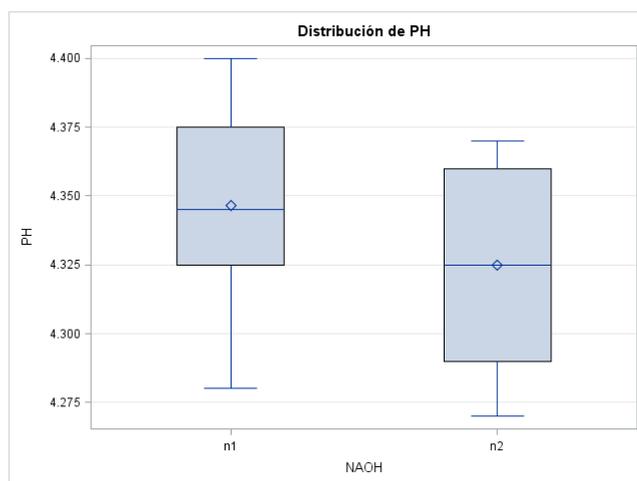


Figura 27: Efecto de la concentración de NaOH sobre el contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya.

Respecto al efecto de las interacciones de los factores: *concentración de NaOH –tiempo*, *concentración de NaOH –temperatura*, *tiempo- temperatura* sobre los valores de pH, se muestran las Figuras 28, 29 y 30.

La Figura 28 muestra el efecto de la interacción entre el tiempo de inmersión y la concentración de NaOH sobre el contenido de pH. Se observa que las líneas de tiempo que corresponden a los niveles de concentración de NaOH tienen el mismo comportamiento creciente y tienden a intersectarse a una concentración mayor a 6 por ciento. A un tiempo **t1** de **2 min 20 s** y a un tiempo **t2** de **3 min 5 s** se tiene un promedio de 4,31 y 4,34 de pH respectivamente y a un nivel de 0 por ciento de NaOH; mientras que a un nivel de 6 por ciento, los valores de pH se han incrementado levemente a 4,34 (t1) y 4,35 (t2). Pese a esto, el ANVA (Anexo 31) muestra que no existe diferencia significativa en la interacción de estos dos factores a un alfa de 0,05.

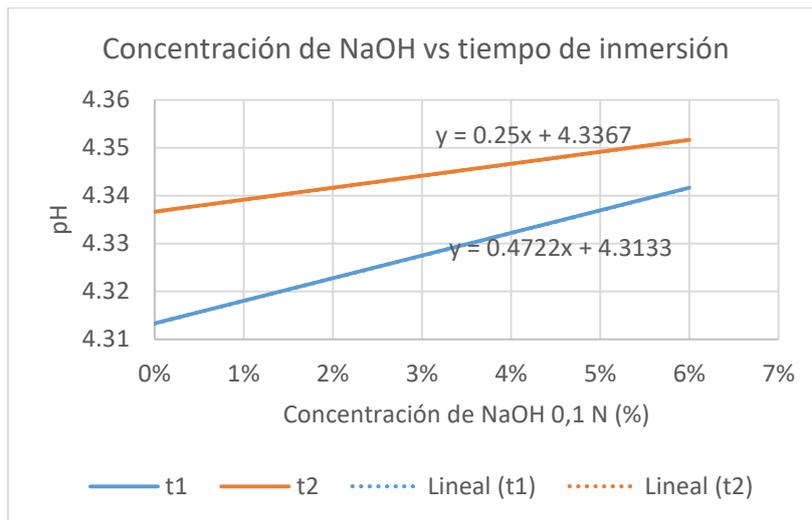


Figura 28: Efecto de interacción de concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya.

En la Figura 29 se muestra el efecto de la interacción entre la temperatura y la concentración de NaOH sobre el contenido de pH. Se observa que las líneas de temperatura **T1 (90 °C)** y **T2 (100 °C)** que corresponden a los niveles de concentración de NaOH tienen comportamientos *opuestos*.

A medida que se incrementa la concentración de NaOH a **T1** se tiene una tendencia decreciente (pendiente negativa) del pH; mientras que a **T2** hay una tendencia creciente (pendiente positiva) del pH, hasta que ambas líneas se intersectan a una concentración de 1 por ciento de NaOH, después de este punto se observa una divergencia de las líneas de interacción sobre el pH. El ANVA (Anexo 31) evidencia que existen diferencias significativas de la interacción de la temperatura y concentración de NaOH a un alfa de 0,05 sobre el pH de la pulpa de chirimoya.

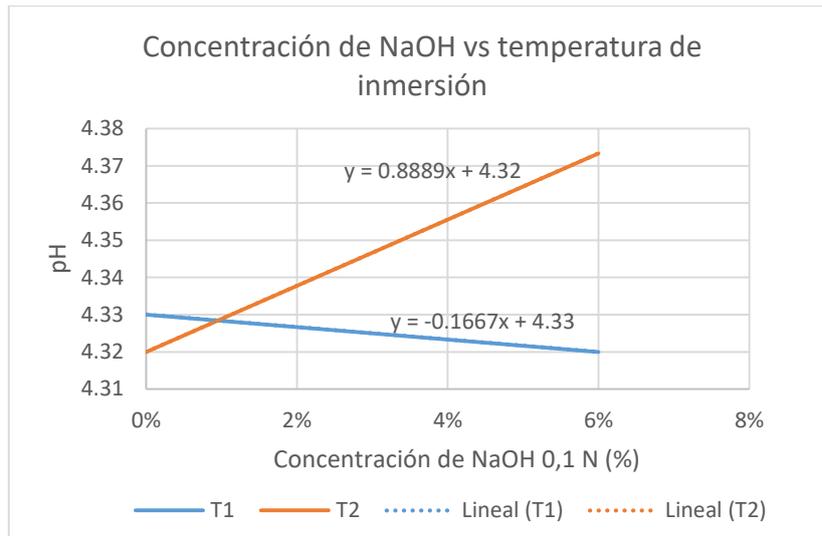


Figura 29: Efecto de interacción de concentración de NaOH-temperatura de inmersión sobre el contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya.

Este resultado significa que ante el incremento de la concentración de NaOH y la temperatura aumentará el valor del pH, esto es de esperarse, pues como se mencionó anteriormente la relación entre la velocidad de disolución del NaOH y la temperatura es directa, es decir, que la película superficial que pueda quedar de esta base puede reaccionar con los ácidos orgánicos propios y añadidos a la fruta, siendo mayoritario su contenido en los tratamientos más drásticos de calentamiento.

La Figura 30 muestra el efecto de la interacción entre la temperatura y el tiempo de inmersión sobre el contenido de pH. Se observa un comportamiento divergente de las líneas de interacción.

Cuando **t1 (2 min 20 s)** está en una temperatura T1 (90 °C) hay un pH de 4,33, luego sigue una tendencia decreciente (pendiente negativa) conforme se incrementa la temperatura, así a 100 °C tiene un pH de 4,325. Cuando **t2 (3 min 5s)** está en una temperatura T2 (100 °C) hay un pH de 4,32, luego sigue una tendencia creciente (pendiente positiva) y directa con la temperatura, así a 100 °C tiene un pH de 4,37. El ANVA (Anexo 31) muestra que sí hay diferencia significativa en la interacción de la temperatura y tiempo de inmersión a un alfa de 0,05.

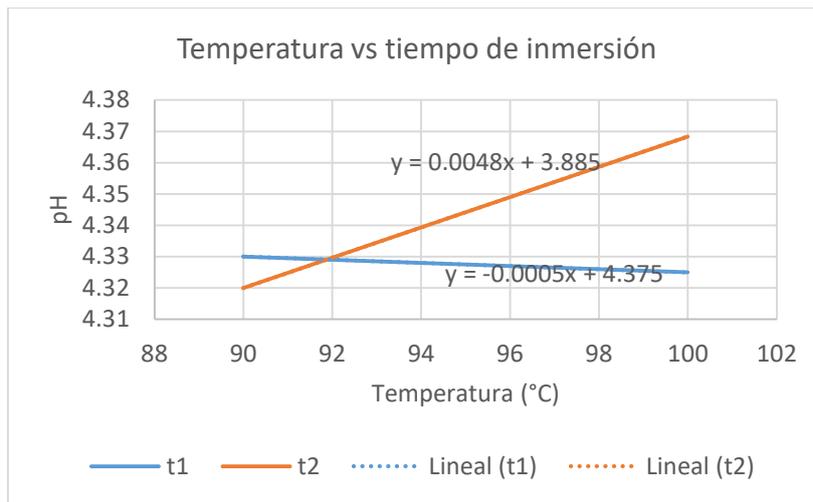


Figura 30: Efecto de interacción de la temperatura-tiempo de inmersión sobre el contenido promedio de pH en pulpa de chirimoya.

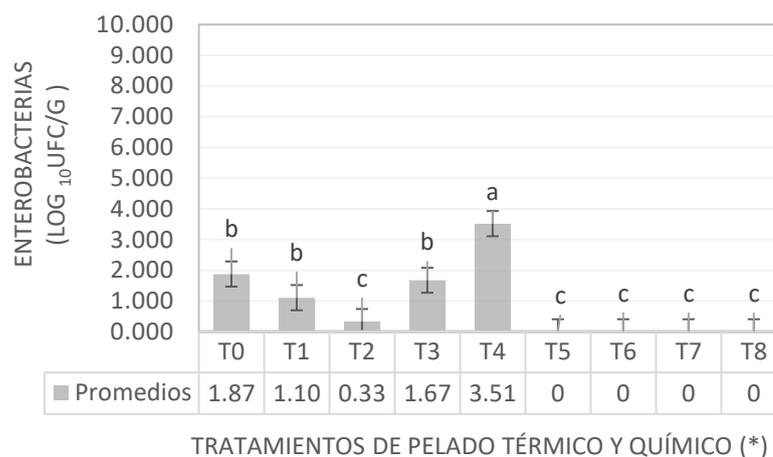
Estos resultados evidencian que una mayor temperatura y tiempo pueden influenciar en la solubilidad de los ácidos orgánicos presentes en la cáscara y parte externa de la pulpa en el fruto de chirimoya, produciéndose un ligero aumento del pH. Cabe señalar que la pendiente de la línea de interacción tiempo-temperatura sobre el contenido de acidez es mucho menor que la pendiente de la misma interacción pero sobre el contenido de pH, observándose el comportamiento opuesto esperado.

4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

4.2.1. INDICADORES DE HIGIENE

a. ENTEROBACTERIAS TOTALES

En la Figura 31 se presentan los recuentos de enterobacterias luego de los tratamientos de pelado térmico y químico. Se observa que las pulpas de chirimoya obtenidas con pelado químico (T5, T6, T7 y T8) no presentan recuentos de enterobacterias, a diferencia de las obtenidas con pelado térmico (T1, T2, T3 y T4).



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

Figura 31: Comparación del recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya testigo y con pelado térmico y químico.

T0: Testigo

T1: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T2: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T3: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T4: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T5: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

T6: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T7: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T8: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 32: Comparación del recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.

El Análisis de Varianza (ANVA, Anexo 32) evidencia que existen diferencias significativas en los recuentos de enterobacterias totales entre los tratamientos de pelado semiautomatizado y el testigo (T0) a un nivel de 0,05. La prueba de comparación de Tukey encontró tres subgrupos con diferencias significativas entre sí: el primer subgrupo conformado sólo por el tratamiento de pelado térmico T4 (100 °C x 2min 20s) en el que se observa el más alto recuento promedio (3,5 Log₁₀ UFC/g); el segundo subgrupo está conformado por T0, T1 y T3, siendo los dos últimos tratamientos de pelado térmico. Y por último el tercer subgrupo conformado por un tratamiento de pelado térmico T2 (90 °C x 2 min 20 s) y todos los tratamientos de pelado químico (T5, T6, T7 y T8), el T2 presentó el menor recuento promedio (0,33 Log₁₀ UFC/g) de los tratamientos de pelado térmico.

Estas diferencias en el recuento de enterobacterias de los tratamientos de pelado térmico T2 y T4 pueden deberse a la posibilidad de supervivencia de estos microorganismos tras haberse alojado en intersticios como la cicatriz del tallo que queda cuando se arranca el pedúnculo en la cosecha y hayan ingresado a la pulpa, y que solamente el agua caliente no fue suficiente para removerlos, pero la combinación con soda sí.

En relación, Samish *et al.* (1963) indica que la microflora de frutas está constituida por bacterias que se producen en los tejidos normales y sanos de la fruta fresca. Generalmente son bacilos gram-negativos móviles, representantes de las familias *Pseudomonadaceae* y *Enterobacteriaceae*. En el caso de los pepinos, las bacterias se hallan más frecuentemente en el tejido cercano a la periferia, en los tomates su frecuencia es más alta cerca de la cicatriz del tallo y en su núcleo central disminuyendo en la trayectoria de la fruta periférica.

Este tipo de microorganismos son parte natural de la microflora de frutas tropicales, cuya presencia es variable de acuerdo al sitio de origen, clima y condiciones de cultivo. La chirimoya peruana es una fruta que crece en clima subtropical (cálido y húmedo) y probablemente posea una microflora muy diversa según su ecotipo.

Al respecto no se encontró antecedente microbiológico de ninguna variedad peruana, siendo esta investigación la primera que evidenció un recuento promedio de enterobacterias totales de 1,87 Log₁₀ UFC/g (T0) en pulpa de chirimoya variedad lisa ecotipo de Amazonas (Chachapoyas).

En relación, Pérez *et al.* (2015) encontraron especies gram negativas principalmente de las familias *Pseudomonadaceae* y *Enterobacteriaceae* en pulpa de chirimoya (España) inoculada con una suspensión de su propia microflora extraída de la cáscara (8,4 Log₁₀ UFC/ml). Se encontró que el tratamiento combinado de adición de enterocina AS-48 (50 µg/g) y alta presión hidrostática (600 MPa por 8 min) fue el más efectivo en la reducción de la carga total, la cual estuvo conformada por los géneros: *Pantoea* (*P. agglomerans*, *P. vagans*), *Enterococcus* (*E. gallinarum*), *Leuconostoc* (*L. mesenteroides*), *Bacillus* (*B. firmus*, *B. stratosphericus*) y otras especies gram negativas (principalmente *Serratia* y *Pseudomonas*).

En la chirimoya el mayor recuento total de bacterias (<10⁴ UFC/g) se obtuvo en la cáscara (pruebas preliminares con el método de enjuague, Anexo 33). A medida que madura los tejidos se ablandan y la cáscara se vuelve más frágil y delgada, ante cualquier golpe se puede abrir fácilmente y dejar expuesta la pulpa, generándose un ingreso para las bacterias que ya estaban adheridas a la superficie. Por eso es importante la etapa de selección, en la cual se descartan las chirimoyas abolladas o con incisiones.

Al respecto Matthews (2006) y Samish *et al.* (1963), señalan que la manipulación luego de la recolección de la fruta es trascendental, sobre todo en aquellos frutos que tienen superficies irregulares (como la chirimoya). Las heridas producidas mediante acciones físicas en cualquier etapa de la producción y de la manipulación pueden permitir la entrada de patógenos, inclusive el tejido herido al recibir bacterias limita el efecto de alguna solución desinfectante.

Por otro lado, de todos los recuentos de enterobacterias se escogieron tres resultados positivos (de las colonias más numerosas), y se hicieron pruebas bioquímicas para confirmar si eran enterobacterias e identificar su género. Se realizaron las siguientes pruebas: glucosa y lactosa en medio Kligler, oxidasa y nitrato. Los resultados para la **enterobacteria 1** y **enterobacteria 2** (nombres asignados) fueron: oxidasa negativo, nitrato positivo, acidez y gas en glucosa, lactosa positiva y formación de H₂S. En los Anexos 34 y 35 se pueden observar los resultados y las ilustraciones de las pruebas bioquímicas referidas.

De acuerdo a Brenner y Farmer (2015), las probables enterobacterias presentes en la pulpa de chirimoya serían de los géneros *Arizona* y *Citrobacter*; mientras que la **enterobacteria 3** (presunto coliforme hallado en pulpa del T4), se confirmó con las

pruebas siguientes que no era coliforme: lactosa negativo, oxidasa negativo, nitrato positivo y producción de acidez (ligero cambio de color amarillo); según Brenner y Farmer (2015), podría tratarse de una *Shigella*.

Al respecto, Matthews (2006) señala que los géneros de la familia *Enterobacteriaceae* detectados en pruebas para coliformes, y que son de origen no fecal, es decir no son enteropatógenas para el hombre son: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. Mientras que la *Shiguella* no se detecta en pruebas para coliformes, y sí es patógeno, al igual que la *Salmonella*. Asimismo indica que el número de enterobacterias (bacterias psicótrofas) presentes en frutas mínimamente procesadas aumentan con el enfriamiento durante las etapas de cortado, lavado, aclarado, centrifugado o almacenamiento, pese a una desinfección previa.

En el proceso de obtención de la pulpa de chirimoya, la duración de las etapas siguientes al pelado con la máquina: rociado, pelado asistido, estandarización, pulpeado, envasado y almacenamiento pueden tener una influencia en el incremento de enterobacterias a partir de una carga inicial.

Las Figuras 32, 33 y 34 muestran los efectos de los factores tiempo de inmersión, temperatura y concentración de NaOH en el pelado semiautomatizado sobre el recuento de enterobacterias totales en pulpa de chirimoya.

En la Figura 32 se observa que a un tiempo de inmersión **t1 (2 min 20 s)** hay una mayor distribución de recuentos que en un tiempo **t2 (3 min 5 s)**. En t1 el alcance es hasta 2 Log₁₀UFC/g, mientras que a mayor tiempo (t2) el alcance es hasta 1,8 Log₁₀UFC/g; las medias de cada distribución son muy cercanas: 0,96 Log₁₀UFC/g para t1 y 0,70 Log₁₀UFC/g para t2. En el ANVA (Anexo 36) se verifica que no existe significancia a un nivel de 0,05 del efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento de enterobacterias.

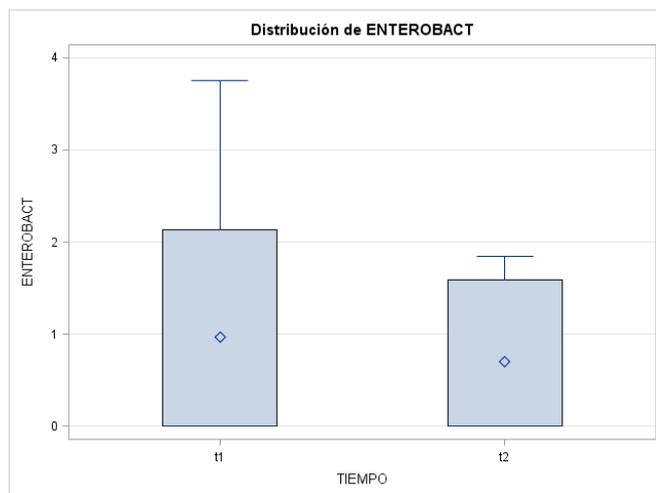


Figura 33: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya.

En la Figura 33 se observa que a una temperatura de inmersión de las chirimoyas **T2 (100 °C)** hay una mayor distribución de recuentos en la pulpa, que a una temperatura **T1 (90 °C)**. En T2 el alcance es hasta 2,5 Log₁₀ UFC/g, mientras que a menor temperatura (T1) el alcance es hasta 0,5 Log₁₀ UFC/g, habiendo una marcada diferencia entre las dos temperaturas. El ANVA (Anexo 36) muestra que existe significancia a un nivel de 0,05 del efecto de la temperatura sobre el recuento de enterobacterias.

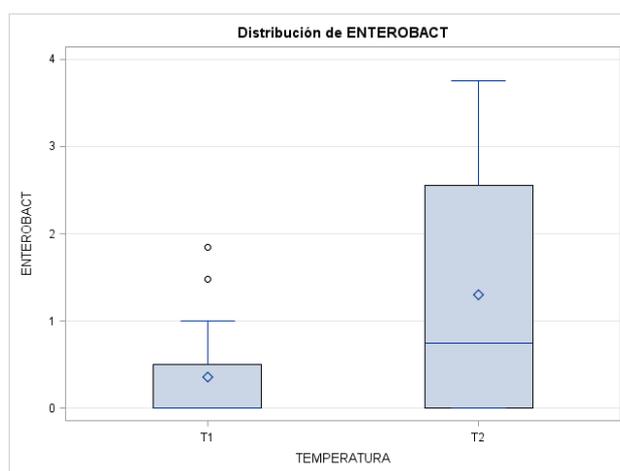


Figura 34: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya.

Es decir, el incremento de la temperatura de pelado no consigue una reducción del recuento de enterobacterias en la pulpa, sino lo contrario. Este resultado es lógico al

considerar que la solución de inmersión a 90 y 100 °C (escaldado) sólo tiene como función inactivar enzimas y ablandar los tejidos para facilitar el retiro de la cáscara de chirimoya.

En cambio para lograr disminuir el número de colonias de enterobacterias en la pulpa se necesitaría una pasteurización, o un calentamiento homogéneo de la misma a una temperatura superior a 50 °C, considerando que las enterobacterias se desarrollan en el rango de 22 a 35 °C, con un óptimo crecimiento y máxima capacidad bioquímica de 25 a 28 °C (Brenner y Farmer 2015); y que también engloba a ciertos coliformes peligrosos cuyo crecimiento puede darse hasta a 45 °C (Ray y Bhunia 2010).

Sin embargo, la aparición del amargor en pulpa de chirimoya impide que la pasteurización sea una opción. En ese contexto, las medidas para controlar un bajo recuento de enterobacterias contemplando sólo un pelado térmico son: la disminución del tiempo de proceso, cumplimiento riguroso de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), evaluación microbiológica de la materia prima, estandarización de pH (ácido) y congelación rápida del producto terminado.

En la Figura 34 se observa que a una concentración de NaOH (0,1 N) **n1 (6 por ciento)** no hay distribución de recuentos de enterobacterias, mientras que a una concentración **n2 (0 por ciento)** sí hay distribución de recuentos, siendo el alcance de 0,5 Log₁₀ UFC/g hasta 2,5 Log₁₀ UFC/g, El ANVA (Anexo 36) muestra que existe significancia a un nivel de 0,05 del efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento de enterobacterias.

Los tratamientos de pelado con soda cáustica (**NaOH al 6 por ciento o n1**) consiguieron recuentos menores a 10 UFC/g (se interpreta como ausencia). Este resultado se puede explicar por el efecto detergente de la soda a altas temperaturas, que al contacto con la cáscara produce una desorganización de la pared celular, remueve los tejidos y con ellos, restos de microorganismos.

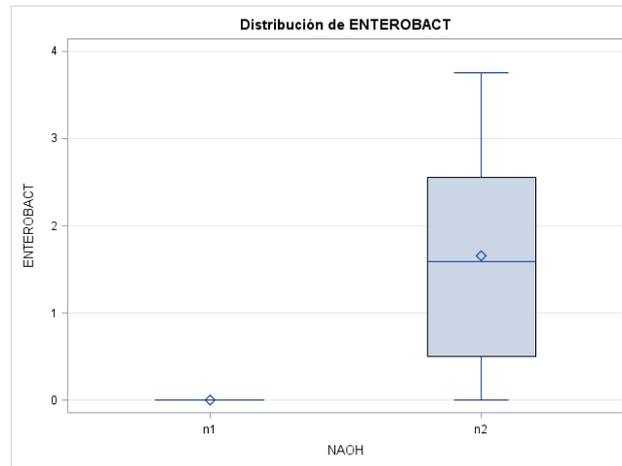


Figura 35: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya.

La solución de hidróxido de sodio (NaOH) al entrar en contacto con la superficie de la fruta, disuelve las ceras epicuticulares, penetra en la epidermis y se difunde a través de la piel, reacciona con macromoléculas y los ácidos orgánicos en el citoplasma, lamela media y pared celular y como resultado se lleva a cabo la separación de la piel (Kaleog Lu *et al.* 2004).

La soda cáustica a 90 y 100 °C puede producir la destrucción de las células vegetales y también de las membranas celulares de las bacterias gram negativas. Al respecto, Bourgeois *et al.* (1988), menciona que la membrana citoplasmática tiene una función muy importante en la penetración selectiva de nutrientes en la célula, la alteración de su estructura provoca una desorganización del metabolismo, la fuga o salida de sustancias, la degeneración celular y por último la muerte.

Mencías (2003) indica también que los hidroxilos de los álcalis cáusticos en su mecanismo de acción, captan protones en la matriz extracelular e intracelular de los tejidos produciéndose una necrosis licuefactiva, saponificación del tejido graso (independiente del aumento de temperatura registrado), disolución de proteínas y emulsificación de las membranas lipídicas. Esta reacción se caracteriza por la producción de calor y la destrucción de los tejidos, la cual progresa rápidamente durante los primeros segundos o minutos.

La interacción de los factores: *tiempo-concentración de NaOH*, *temperatura-concentración de NaOH* y *tiempo-temperatura*, también tienen influencia sobre el

recuento de enterobacterias. Las Figuras 35, 36 y 37 muestran los efectos de estas respectivas interacciones.

En la Figura 35 se observa que la tendencia sobre el recuento de enterobacterias, tanto para **t1 (2 min 20 s)** como para **t2 (3 min 5s)**, es decreciente y convergente conforme se incrementa la concentración de NaOH; así para una concentración de 6 por ciento, confluyen en el mismo punto, que es la ausencia de estas bacterias gramnegativas.

En el ANVA (Anexo 36) se evidencia que no existe significación del efecto de la interacción de concentración de NaOH y tiempo de inmersión sobre las enterobacterias a un nivel de confianza del 95 por ciento.

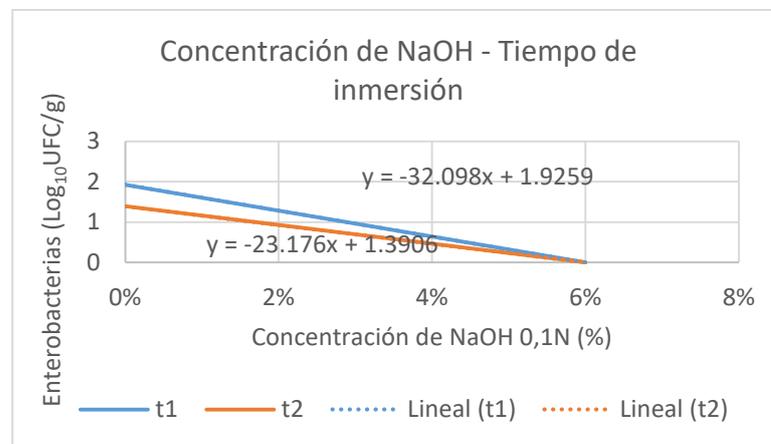


Figura 36: Efecto de la interacción de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya.

En la Figura 36 se observa que la tendencia sobre el recuento de enterobacterias, tanto para **T1 (90 °C)** como para **T2 (100 °C)**, es decreciente y convergente conforme se incrementa la concentración de NaOH; así para una concentración de 6 por ciento, confluyen en el mismo punto, que es la ausencia de estas bacterias gramnegativas. También se observa que en ausencia de NaOH existe mayor diferencia entre los recuentos a las temperaturas respectivas, teniendo el mayor recuento la interacción de T2 y el menor recuento la interacción de T1.

En el ANVA y prueba de Tukey (Anexo 36) se evidencia que *existe* significación del efecto de la interacción de **concentración de NaOH y temperatura** de inmersión sobre las enterobacterias a un nivel de confianza del 95 por ciento.

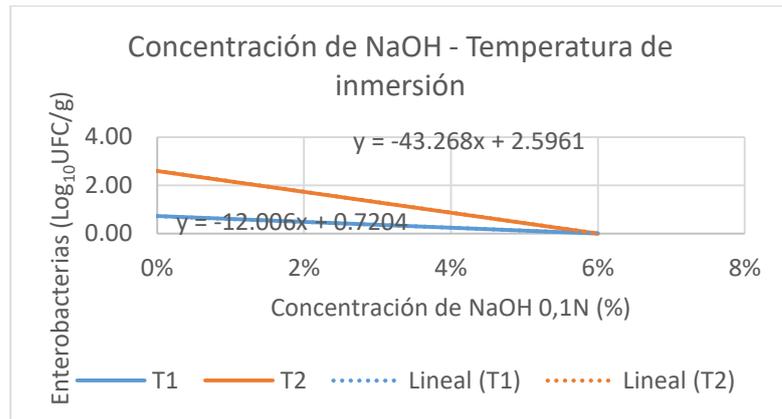


Figura 37: Efecto de la interacción de NaOH-temperatura de inmersión sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de

En la Figura 37 se observa que las líneas de interacción **temperatura-tiempo** tienen tendencia creciente. Para un **t1 (2 min 20 s)** se observa una pendiente mayor (conforme se incrementa la temperatura) a comparación de **t2 (3 min 5 s)**; ambas líneas se intersectan a una temperatura de 93 °C a la cual corresponde un recuento de 0,6 Log₁₀ UFC/g de enterobacterias. A partir de este punto aumenta la brecha (diferencias) entre las interacciones, en otros términos, se evidencia que a un tiempo **t1 (2 min 20 s)** y una temperatura **T2 (100 °C)** se tiene el mayor recuento de enterobacterias que a un t2 (3 min 20 s) a la misma temperatura. Lo cual se corrobora en el ANVA a un alfa de 0,05 (Anexo 36).

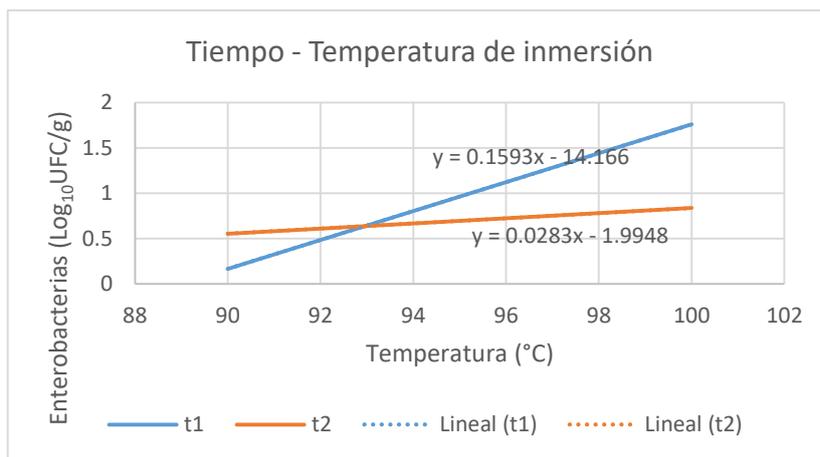


Figura 38: Efecto de la interacción del tiempo-temperatura de inmersión sobre el recuento promedio de enterobacterias en pulpa de chirimoya.

Es decir, la interacción del tiempo-temperatura tiene un efecto significativo sobre el recuento de enterobacterias, siendo la combinación más efectiva en la disminución del recuento en la pulpa: la de 90 °C por 2 min 5 s (t2).

Por otro lado, la interacción de los tres factores *tiempo-concentración de NaOH-temperatura* tiene un efecto significativo sobre el recuento de enterobacterias.

b. COLIFORMES TOTALES

No se detectó crecimiento (<10 UFC/g) de coliformes totales en las muestras de pulpa obtenidas por pelado térmico y químico, ni en la muestra testigo (Anexo 37). Para el T4 se realizó la prueba confirmatoria en agar Kliger, cuyo resultado fue negativo. Se trató de una enterobacteria pero no coliforme, pues no formó gas (Anexos 34 y 35).

Es decir, la pulpa de chirimoya cumple los requisitos microbiológicos de la empresa (<10 UFC/g); y en cuanto a la norma sanitaria nacional, ésta no menciona un límite de coliformes totales para esta categoría de alimentos.

Por el contrario, en la cáscara de chirimoya (testigo) sí se encontraron coliformes (10 UFC/g) por el método de enjuague (Anexo 33). La presencia de estos microorganismos en la cáscara de las frutas puede deberse a que siendo los coliformes enterobacterias están presentes en el suelo y plantas (no fecales), sin ser precisamente patógenos.

En cambio, la presencia de coliformes en la pulpa indicaría que no se realizó un adecuado proceso (limpieza y desinfección), o hubo re-contaminación del producto (si es que se ha pasteurizado). Un alto recuento de coliformes conlleva el riesgo de encontrar el *Escherichia coli* (coliforme fecal).

c. *Escherichia coli* (*E. coli*)

No se detectó la presencia de la bacteria *E. coli*, tanto en la muestra testigo como en las pulpas obtenidas por tratamientos de pelado térmico y químico con la máquina prototipo (Anexo 38). Es decir la pulpa de chirimoya cumple con los criterios microbiológicos para su categoría, que indican hasta una presencia de 10 UFC/g (MINSa 2008).

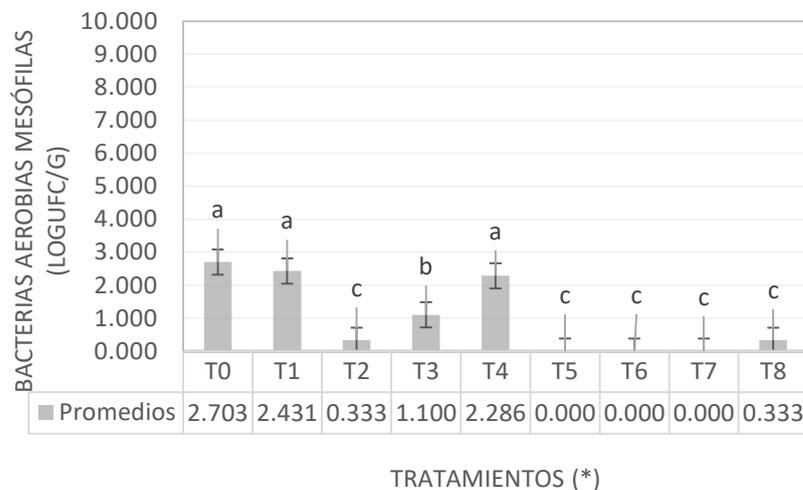
Los inóculos de *E.coli*. (coliformes *fecales*) pueden desarrollarse a 44-45,5 °C, y comprende un alto porcentaje de *E.coli* I y *E.coli* II. Por eso son indicadores muy eficientes para saber si hay contaminación de origen fecal, ésta puede ser directa o

indirecta, ya que su hábitat natural es el tracto entérico del hombre y de los animales. Su presencia no significa necesariamente que hay patógenos presentes, pero implica cierto riesgo (ICMSF 2000).

4.2.2. INDICADORES DE ALTERACIÓN

c. BACTERIAS AEROBIO MESÓFILAS

En la Figura 38 se presentan los resultados de los recuentos en *Plate Count Agar* (PCA) de las bacterias aerobio mesófilas provenientes de las pulpas obtenidas con los distintos tratamientos de pelado y del testigo.



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

T0: Testigo

T1: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T2: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T3: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T4: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T5: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

T6: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T7: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T8: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 39: Comparación del recuento promedio de bacterias aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.

Se observa que existen tres subgrupos con diferencias significativas a un nivel de confianza del 95 por ciento (según la prueba de Tukey, Anexo 39). El primer subgrupo estuvo conformado por el testigo (T0) con 2,7 Log₁₀UFC/g (mayor recuento promedio), los tratamientos de pelado térmico T1 con 2,43 Log₁₀UFC/g y T4 con 2,29 Log₁₀UFC/g; el segundo subgrupo lo conformó sólo el tratamiento de pelado térmico T3 con 1,1 Log₁₀ UFC/g y finalmente el tercer subgrupo lo conformó el tratamiento de pelado térmico T2 con 0,33 Log₁₀UFC/g y los tratamientos de pelado químico T5, T6, T7 y T8. Este último subgrupo obtuvo los menores recuentos: 0,33 Log₁₀UFC/g (T2 y T8) y crecimiento nulo en los demás tratamientos de pelado químico.

Esto indica que, si bien el pelado térmico consigue una reducción de bacterias aerobio mesófilas (se reduce en promedio un ciclo logarítmico y medio), las diferencias significativas entre sus tratamientos implican el riesgo de que se pueda producir un incremento en un almacenamiento inadecuado, refrigeración prolongada o en el descongelamiento del producto (rompimiento de la cadena de frío), provocando deterioro y cambios de las características organolépticas de la pulpa de chirimoya.

Al respecto Bagci y Temiz (2011), reportaron un incremento de bacterias aerobias mesófilas en jugo de naranja embotellado y *no pasteurizado* con pH promedio de 3,4, almacenado a 4 °C por tres días. En el primer día registraron un recuento promedio de 3,87 Log₁₀UFC/ml, al segundo día 4,12Log₁₀UFC/ml y al tercer día 4,36 Log₁₀UFC/ml.

Por otro lado, en la Figura 38 se observa que no se detectó crecimiento (<10 UFC/g) en los recuentos de las pulpas sometidas a los tratamientos de pelado químico con NaOH (soda): T5, T6, T7 y T8. Es decir, en comparación con los tratamientos térmicos, los tratamientos de pelado químico son mucho más efectivos en la reducción de bacterias aerobio mesófilas.

Con estos resultados se determina que todos los tratamientos realizados en la máquina prototipo cumplen con el criterio microbiológico indicado por (MINSa 2008) y con el límite establecido por la misma empresa, es decir todos presentan menos de cuatro unidades logarítmicas.

Es importante señalar que los procedimientos de limpieza y desinfección de superficies son claves para una reducción y control del crecimiento de bacterias

aerobia mesófilas, así como otros microorganismos que proliferan en el ambiente como mohos y levaduras.

Al respecto, Bagci y Temiz (2011) observaron que el recuento de bacterias aerobias en la superficie de la máquina aumentó luego de dos horas de extraído el jugo; tuvo un incremento de 2,43 y 1,19 Log_{10} UFC/cm² en los puntos de muestreo: prensadora y extractor, respectivamente. Los autores indicaron que la máquina extractora de jugos puede ser una importante fuente de contaminación por lo que debe ser limpiada y desinfectada periódicamente durante el día de producción.

A su vez Matthews (2006) menciona que «las superficies que están de forma rutinaria en contacto directo con el producto, son fuentes potenciales de contaminación. Se encuentran grandes cantidades de bacterias de muestras de paredes, mesas, suelos y equipo después de un día de procesado. Las cargas microbianas sobre las superficies en contacto con el alimento y en el equipo varían dependiendo de la cantidad microbiana del alimento manipulado y de los programas de limpieza y desinfección utilizados».

En este estudio se utilizaron paletas de jebe sanitario en la máquina pulpeadora. Ésta fue una modificación al equipo, pues para otras frutas como mango y maracuyá se utilizaban cepillos. Al respecto, Mathews (2006) indica que el uso de cepillos parece ser una buena opción para eliminar las películas biológicas, sin embargo, a menos que se desinfecten continuamente, los cepillos pueden llegar a ser una fuente de contaminación principalmente de *Pseudomonas spp.*

Matthews (2006) también indica que la contaminación microbiana de los sistemas de manipulación del aire puede dar como resultado la contaminación de la planta de procesado. En relación, antes del proceso de obtención de pulpa de chirimoya con la máquina prototipo se realizó el procedimiento de desinfección, el que consistió en nebulización de la sala de proceso con el desinfectante **P3-Oxonia active 150**. Este desinfectante de uso agroalimentario está compuesto por la combinación de ácido peracético y peróxido de hidrógeno. Para la limpieza de las superficies de la máquina se utilizó el **detergente ácido topax 56** en el lavado, seguido de una desinfección con ácido peracético al 0,1 por ciento por 10 minutos. Este procedimiento estandarizado de limpieza y desinfección tuvo como finalidad evitar el incremento en el recuento de

carga microbiana luego de cada *batch* de producción. Las fichas técnicas y el procedimiento se muestran en los Anexos 40,41 y 42.

Las Figuras 39, 40 y 41 muestran los efectos del *tiempo*, la *temperatura* y la *concentración de NaOH (0,1 N)* respectivamente, sobre el recuento de bacterias aerobio mesófilas.

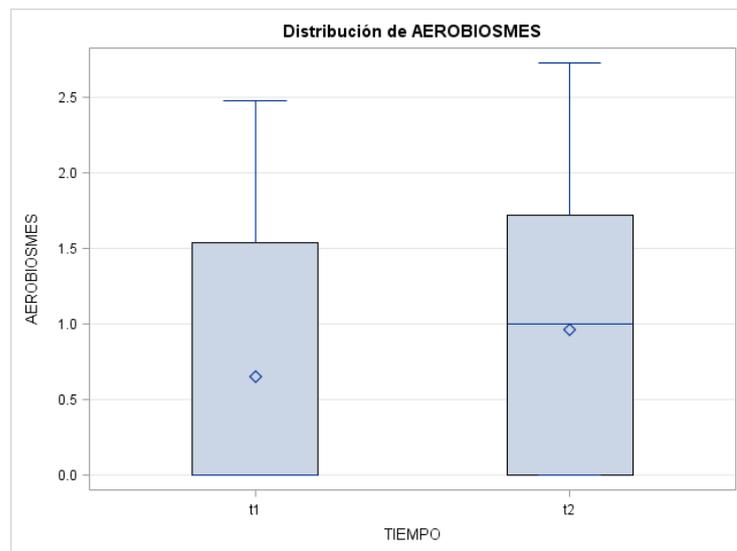


Figura 40: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.

En la Figura 39 se observa que la distribución de recuentos al tiempo de inmersión **t2 (3 min 5 s)** es mayor que al tiempo **t1 (2 min 20 s)**, además las medias de cada distribución son diferentes: para t1 0,6 Log₁₀UFC/g y para t2 1,0 Log₁₀UFC/g (representadas en la gráfica en forma de rombo). Asimismo, el Análisis de Varianza (ANVA) y prueba de Tukey (Anexo 43) evidencia que hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 del efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento de aerobias mesófilas.

Este resultado indica que a mayor tiempo de inmersión en el pelado semiautomatizado hay un aumento de la carga de bacterias aerobio mesófilas. Cabe señalar, que este tiempo es el que permanece el fruto de chirimoya sumergido en la solución de escaldado para facilitar la remoción de la cáscara y no en la pulpa misma.

En la Figura 40 se observa que la distribución de recuentos a los diferentes niveles de temperatura de inmersión es muy similar. Las medias de cada distribución son muy

cercanas: para **T1 (90 °C)** es 0,77 Log₁₀UFC/g y para **T2 (100 °C)** es 0,84 Log₁₀UFC/g (representadas en la gráfica en forma de rombo).

El ANVA (Anexo 43) evidencia que no hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 del efecto de la temperatura de inmersión en el pelado semiautomatizado sobre el recuento de aerobias mesófilas en la pulpa.

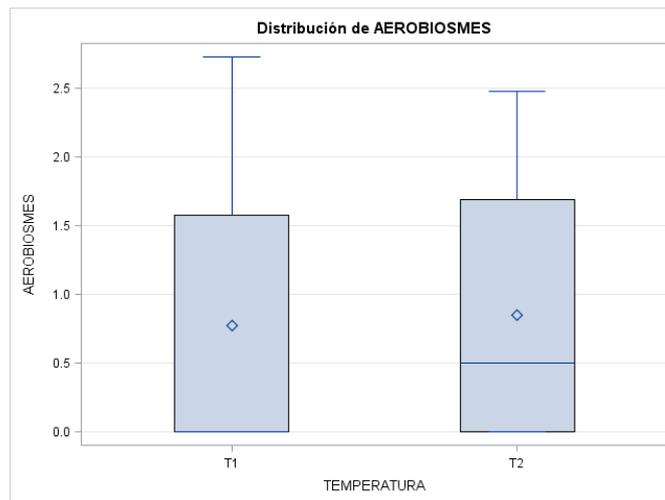


Figura 41: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.

En la Figura 41 se observa que no hay distribución de recuentos de aerobias mesófilas a la concentración **n1 (6 por ciento de NaOH)**, mientras que a **n2 (sin NaOH)** sí hay distribución, y cuya media es de 1,5 Log₁₀UFC/g. En el ANVA y prueba de Tukey (Anexo 43) se evidencia que hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 del efecto del NaOH sobre el recuento de aerobias mesófilas.

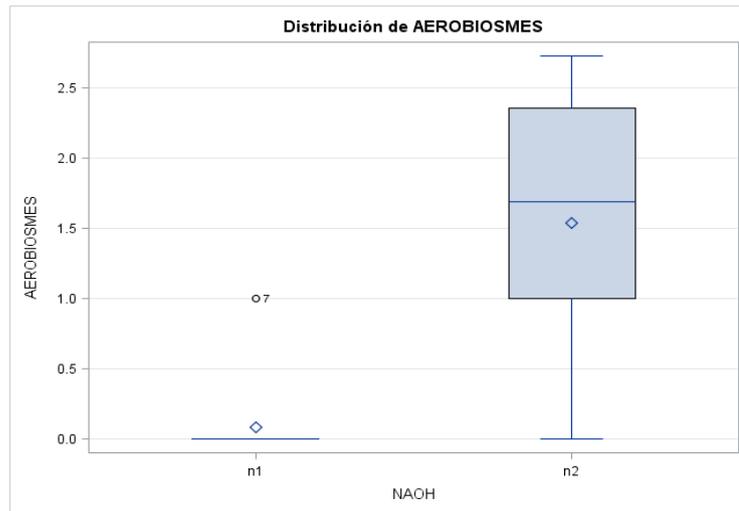


Figura 42: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.

Es decir, que a comparación de los factores tiempo y temperatura, la concentración de NaOH sí logra una reducción de la carga de aerobias mesófilas. Este fenómeno puede deberse a que la presencia de soda cáustica en la solución de inmersión consigue el arrastre físico de las bacterias aerobias presentes en la cáscara de chirimoya, evitando su crecimiento posterior.

Las Figuras 42, 43 y 44 muestran los efectos de las interacciones de los factores: *concentración de NaOH- tiempo*, *concentración de NaOH-temperatura* y *tiempo-temperatura* sobre el recuento promedio de bacterias aerobio mesófilas.

En la Figura 42 se observa que la interacción del tiempo de inmersión y la concentración de NaOH tienen un efecto decreciente sobre el número de bacterias aerobias mesófilas. A medida que se incrementa la concentración de NaOH (desde 0 hasta 6 por ciento), el recuento de colonias aerobio mesófilas disminuye hasta hacerse cero para t1 (2 min 20 s) y hasta 0,2 Log₁₀UFC/g para t2 (3 min 5 s). Sin embargo, de acuerdo al ANVA (Anexo 43) la interacción de estos dos factores no es significativa a un nivel de 0,05 sobre el recuento de bacterias aerobias mesófilas.

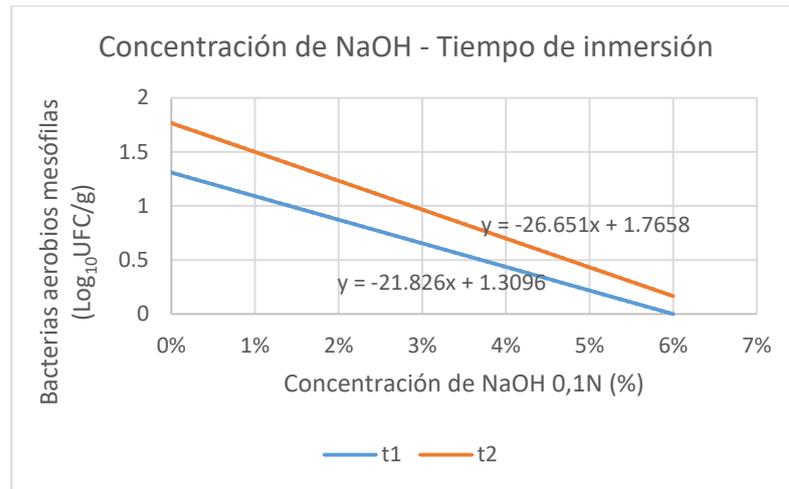


Figura 43: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH- tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.

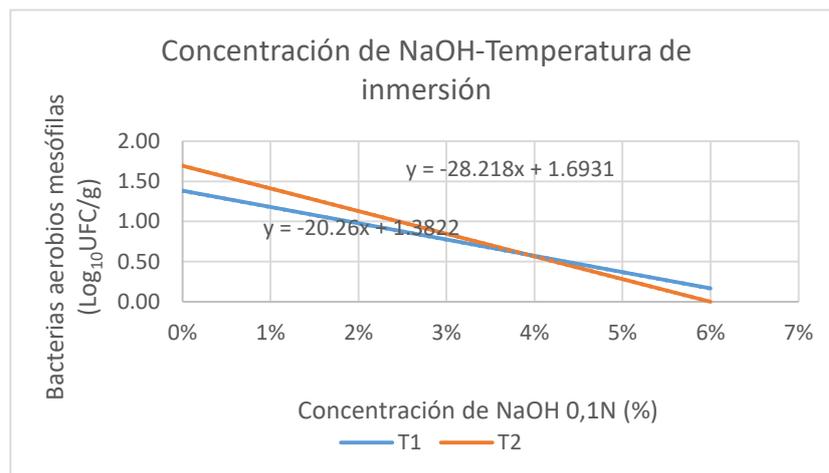


Figura 44: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH- temperatura sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.

En la Figura 43 se observa que la interacción de la temperatura-concentración de NaOH tiene un efecto decreciente sobre el número de bacterias aerobias mesófilas. A medida que se incrementa la concentración de NaOH (desde 0 hasta 6 por ciento), el recuento de colonias aerobio mesófilas disminuye hasta 0,19 Log₁₀UFC/g para **T1 (90 °C)** y hasta cero para **T2 (100 °C)**. Sin embargo, de acuerdo al ANVA (Anexo 43) la interacción de estos dos factores no es significativa a un nivel de 0,05 sobre el recuento de bacterias aerobias mesófilas.

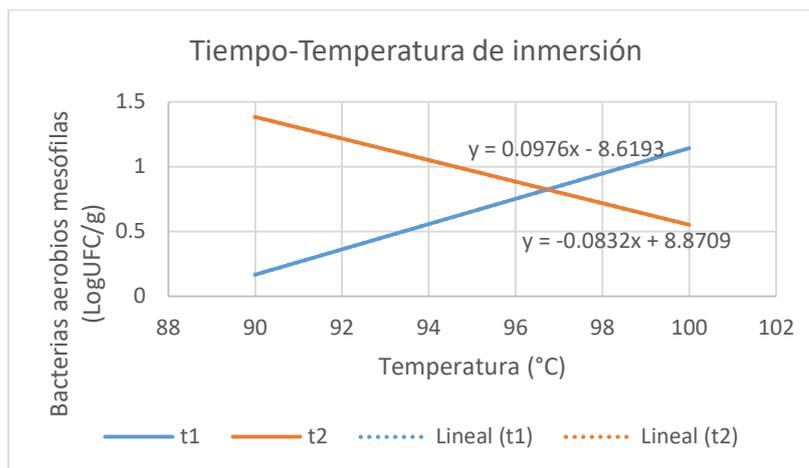


Figura 45: Efecto de la interacción del tiempo-temperatura de inmersión sobre el recuento promedio de aerobias mesófilas en pulpa de chirimoya.

En la Figura 44 se observa que el efecto de la interacción del tiempo y la temperatura tienen tendencias opuestas sobre el recuento de bacterias aerobias mesófilas para los dos niveles de tiempo. Así para **t1 (2 min 20 s)** hay un comportamiento creciente del número de bacterias aerobias mesófilas a medida se incrementa la temperatura; mientras que para **t2 (3 min 5 s)** el comportamiento es decreciente. Estas dos tendencias se intersectan a una temperatura de 97°C para un recuento de 0,8 Log₁₀UFC/g.

El ANVA (Anexo 43) evidencia que existen diferencias significativas del efecto de la combinación de estos dos factores sobre los recuentos de aerobias mesófilas a un nivel de significación de 0,05. Es decir, a un mayor tiempo y temperatura de inmersión en el pelado hay una disminución del número de colonias de aerobias mesófilas.

Asimismo, el ANVA (Anexo 43) evidencia que la interacción de los tres factores *tiempo-concentración de NaOH-temperatura* tiene un efecto significativo sobre el recuento de bacterias aerobias mesófilas a un nivel de 0,05.

a. MOHOS

En todos los tratamientos incluso en el testigo, se obtuvo recuentos menores de 10 UFC/g, es decir no se detectó el crecimiento de estos microorganismos (Anexo 44).

Al respecto, los mohos son microorganismos oportunistas que generalmente están presentes en el ambiente y la superficie de las frutas, entre éstas las más susceptibles de ser atacadas son aquellas que presentan bajo pH. En la planta de pulpas de Selva Industrial SA también se procesan otras frutas estacionales como maracuyá, camu camu, mango, fresa, etc; las cuales son potenciales agentes de contaminación para un proceso paralelo de chirimoya, pues a diferencia de éstas, la pulpa de chirimoya no se pasteuriza. Por tal motivo cuando se realizó la obtención de pulpa chirimoya no se procesó otra fruta en la planta, además se siguió con un estricto procedimiento de limpieza y desinfección del área y los equipos, lo que explicaría el nulo recuento de mohos en las pulpas sometidas a los tratamientos con la máquina.

Ukuku y Fett (2002) evaluaron la efectividad de tratamientos de desinfección en el lavado de la corteza y trozos de melón para reducir la microflora nativa, la que está compuesta principalmente de aerobios mesófilos, bacterias ácido lácticas, bacterias gramnegativas totales, levaduras, *mohos* y *Pseudomonas* spp. Se comparó el lavado con agua, lavado con una solución de cloro (200ppm) y lavado con Nisin-EDTA (10 µg/mL nisin en 0,02 M EDTA). En los trozos frescos de melón se registró una reducción en el recuento de mohos y levaduras de 0,35 Log₁₀UFC/g, en el lavado con agua; de 1,46 Log₁₀ UFC/g en el lavado con cloro y de 1,96 Log₁₀UFC/g en el lavado con Nisin-EDTA. Señalaron que los mohos en su forma vegetativa son mucho más susceptibles a los tratamientos de desinfección ya sea por temperatura o por adición de algún componente.

En comparación con los trozos de melón, en la microflora inicial de la pulpa de chirimoya (testigo) no hubo recuentos de mohos, pero sí se encontraron en la cáscara un recuento promedio de 3,95 Log₁₀UFC/g (Anexo 33). Esto indica que en la chirimoya hay mayor cantidad de mohos en la cáscara, y que las etapas de selección, lavado y desinfección son primordiales para su disminución.

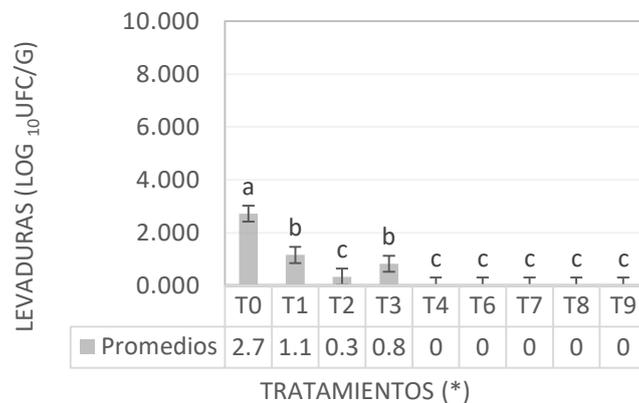
Se observó el crecimiento de mohos característicos de los géneros *Penicillium*, *Aspergillus* y *Rhizopus* en los resultados del análisis de la cáscara de chirimoya. Al respecto Frazier (1993), indica que los mohos que predominan en las frutas congeladas son del género *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Alternaria*, entre otros; es decir, si los mohos encontrados en la cáscara de la

chirimoya llegasen a proliferar en la pulpa, provocarían problemas de deterioro durante el almacenamiento.

b. LEVADURAS

En la Figura 45 se presentan los resultados de los recuentos de levaduras en la pulpa de chirimoya testigo y obtenida por los tratamientos de pelado térmico y químico en la máquina prototipo. Si bien se observa una disminución de las levaduras para ambos métodos de pelado, hay tres subgrupos con diferencias significativas ($\alpha=0,05$) entre sí según la prueba de Tukey (Anexo 45).

El primer subgrupo está conformado sólo por la muestra testigo, cuya carga promedio fue de 2,72 Log₁₀UFC/g siendo la más elevada de todas. El segundo subgrupo lo conformaron los tratamientos de pelado térmico T1 (con 1,16 Log₁₀UFC/g) y T3 (con 0,83 Log₁₀UFC/g), finalmente el tercer subgrupo lo conformaron los tratamientos de pelado térmico T2 con un recuento promedio de 0,33 Log₁₀UFC/g y T4 en el que no se detectó crecimiento, al igual que los tratamientos de pelado químico T5, T6, T7 y T8.



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

T0: Testigo

T1: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T2: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T3: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T4: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T5: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

T6: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T7: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T8: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 46: Comparación del recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.

Frazier (1993) indica que las levaduras que predominan en las frutas congeladas son *Saccharomyces* y *Cryptococcus*. Durante la descongelación lenta, es más probable que éstas se multipliquen. Por ese motivo se realizaron los análisis de las pulpas al poco tiempo de haberlas obtenido, para tener un estado microbiológico más real de la chirimoya.

Por otro lado, Trindade *et al.* (2002) indica que en pulpas de frutas tropicales brasileñas (maduras y congeladas) de pitanga y mangaba se encontraron levaduras proteolíticas, pectinolíticas y micocinógenas. Se aislaron en pitanga cepas de *Candida spp*, *Pseudozyma antarctica*, *Kloeckera apis*, *Rhodotorula graminis*, *Kluyveromyces*, *Cryptococcus laurentii*, y *Metchnikowia sp*. En pulpa de mangaba se encontró *Issatchenkia Occidentalis* y *C. krusei*.

Es decir, en frutas tropicales y subtropicales como la chirimoya, existe una numerosa y variada población de levaduras aún por identificar y estudiar. En el Anexo 46 se pueden observar las levaduras encontradas en chirimoya vistas en el microscopio.

En el análisis realizado a la cáscara (método de enjuague) se obtuvo un recuento de 3,3 Log₁₀ UFC/g de levaduras. Esto indica que en la chirimoya hay mayor cantidad de levaduras en la cáscara, y que las etapas de selección, lavado y desinfección son primordiales para su disminución, a fin de que se evite su ingreso al interior del fruto y sea más complicada su erradicación en la etapa de pelado térmico o químico con la máquina.

El efecto de los factores **tiempo, temperatura y concentración de NaOH** del pelado semiautomatizado sobre el recuento de levaduras en pulpa de chirimoya se muestran en las Figuras 47,48 y 49.

En la Figura 46 se observa que a un **tiempo de inmersión t1 (2 min 20 s)** no hay distribución de recuentos de levaduras, mientras que a un **t2 (3 min 5 s)** sí, y la media (representada por un rombo en la gráfica) es de 0,5 Log₁₀UFC/g.

En el ANVA y prueba de Tukey (Anexo 47) evidencian que hay diferencias estadísticas a un nivel de significación de 0,05 del efecto del tiempo sobre los recuentos de levaduras.

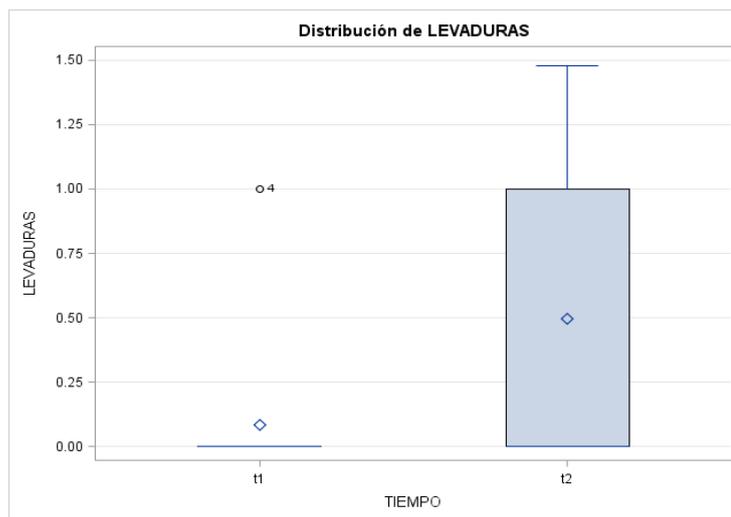


Figura 47: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.

Los únicos tratamientos que evidencian crecimiento de levaduras son los de pelado térmico, y de los cuales el T1 y T3 poseen 1,16 $\text{Log}_{10}\text{UFC/g}$ y 0,83 $\text{Log}_{10}\text{UFC/g}$ respectivamente, y ambos tuvieron tiempo de inmersión en el pelado de 3min 5 s. Esto indica que no es recomendable un mayor tiempo de inmersión del fruto independientemente de la temperatura de la solución, a menos que se agregue algún agente tensoactivo como la soda cáustica que permita la remoción de las levaduras.

Por otro lado, Tribst *et al.* (2009) indica que existen levaduras más resistentes y que sobreviven incluso a la presencia de conservantes. En este grupo están las especies: *Zygosaccharomyces bailli*, *Z.rouxii*, *Candida krusei*, *Saccharomyces bisporus*, *Schizosaccharomyces pombe* y *Pichia membranaefaciens* y resisten hasta una concentración de 400 mg/l de ácido sórbico y hasta 90 mg/l de ácido benzoico a pH 4,0. Es decir, probablemente las levaduras que sobrevivieron a los tratamientos de pelado térmico pertenezcan a estas especies.

En la Figura 47 se observa que la distribución del recuento de levaduras a **T1 (90 °C)** es mayor que a **T2 (100 °C)**, en la cual la mayoría de recuentos es igual a cero. El ANVA y prueba de Tukey (Anexo 46) evidencian que hay diferencias estadísticas a un nivel de significación de 0,05 del efecto de la temperatura sobre los recuentos de levaduras; es decir a mayor temperatura de pelado, mayor reducción de levaduras en la pulpa de chirimoya.

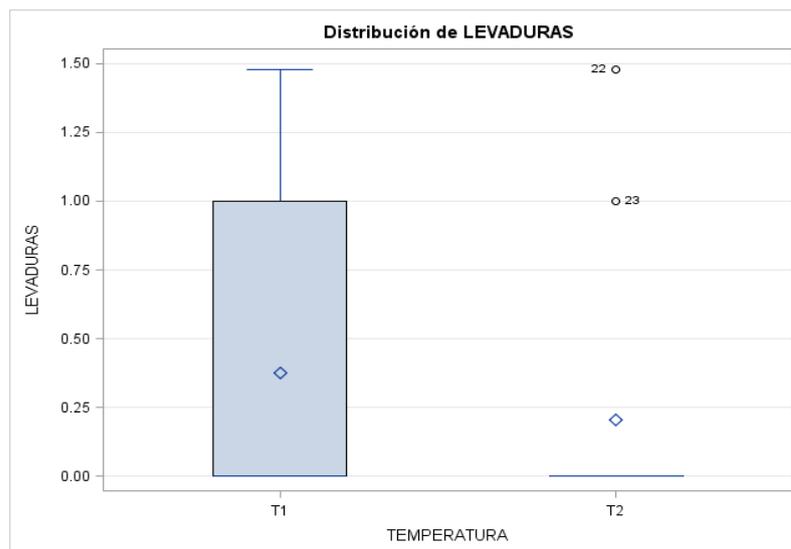


Figura 48: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.

Al respecto García (2004), menciona que las levaduras pueden crecer a muy variadas temperaturas, en un rango de 0 a 50 °C. Pero la mayoría de las especies saprófitas tienen temperaturas óptimas de crecimiento entre los 22 y 30 °C. Es decir, a 90 y 100 °C las levaduras presentes en la *cáscara* quedarían totalmente eliminadas, pero no podría asegurarse el mismo resultado en la pulpa.

En la Figura 48 se observa que no hay distribución del recuento de levaduras a **n1 (6 por ciento de NaOH)**, mientras que sí hay una distribución en ausencia de NaOH **n2 (0 por ciento)** y cuya media es de 0,5 Log₁₀UFC/g; estas comparaciones se corroboran estadísticamente como diferencias significativas a un nivel de 0,05 en el ANVA y prueba de Tukey (Anexo 47). Es decir, la concentración de NaOH tiene un efecto de reducción en el recuento de colonias de levaduras.

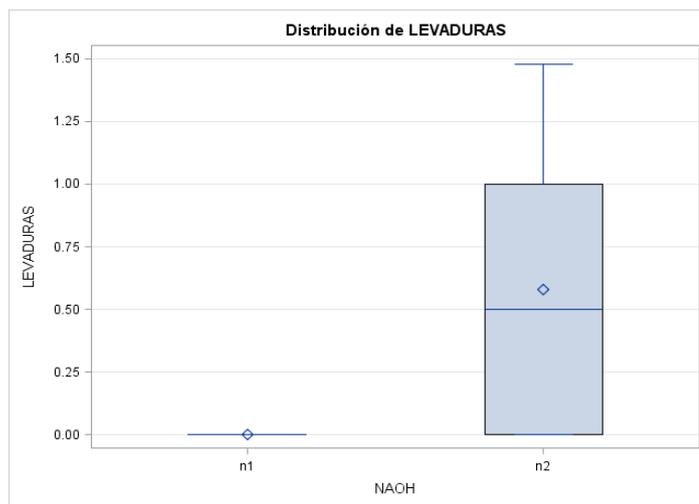


Figura 49: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.

Los efectos de las interacciones de los tres factores: *tiempo*, *temperatura* y *concentración de NaOH* sobre los recuentos de levaduras se muestran en las Figuras 49, 50 y 51.

En la Figura 49 se observa que las tendencias de las interacciones **tiempo-concentración de NaOH**, son decrecientes. Ambas con pendiente negativa, la recta de **t2 (3 min 5 s)** tiene mayor elevación que la **t1 (2 min 20s)** y a medida que se incrementa el contenido NaOH, el recuento de levaduras disminuye. Las dos rectas coinciden en tener el recuento igual a cero cuando la concentración es de 6 por ciento; pero la caída es más abrupta para el mayor tiempo de inmersión (t2) y la concentración de NaOH (6%), esto indica que la presencia de soda cáustica es determinante.

En el ANVA y prueba de Tukey (Anexo 47) se evidencia que hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 de la interacción de estos dos factores sobre el recuento de levaduras en pulpa de chirimoya. Y que la combinación más efectiva para la reducción de levaduras sería del t1 (2 min 20 s) y NaOH al 6 por ciento (menor pendiente).

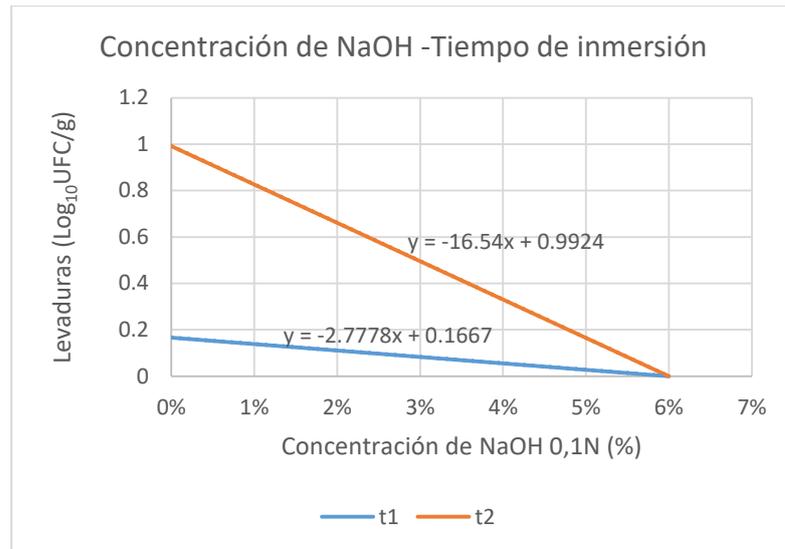


Figura 50: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH- tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.

En la Figura 50 se observa que las tendencias de las interacciones **temperatura-concentración de NaOH**, son decrecientes. Ambas con pendiente negativa, la recta de **T1 (90°C)** tiene mayor elevación que la **T2 (100 °C)** y a medida que se incrementa el contenido NaOH en relación con el tiempo, el recuento de levaduras disminuye. Las dos rectas coinciden en tener el recuento igual a cero cuando la concentración es de 6 por ciento.

En el ANVA (Anexo 47) se evidencia que no hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 de la interacción de estos dos factores sobre el recuento de levaduras en pulpa de chirimoya.

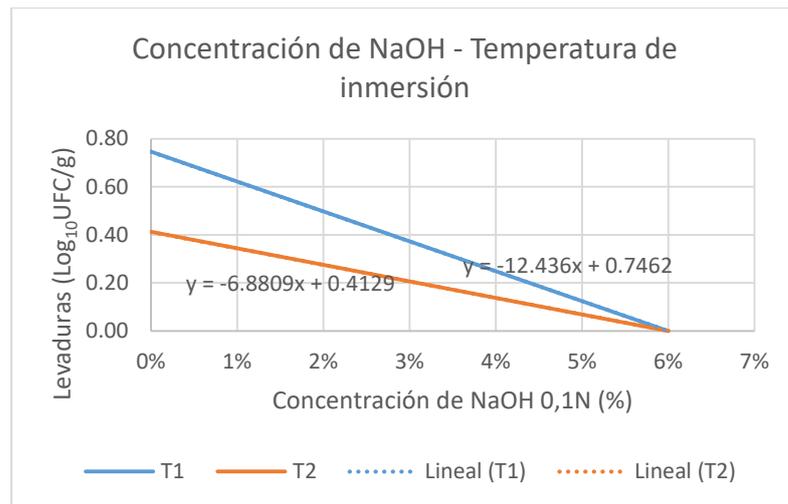


Figura 51: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH- tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.

En la Figura 51 se observa que las tendencias de las interacciones **temperatura-tiempo**, son decrecientes. Ambas líneas son paralelas, es decir tienen la misma pendiente negativa, el recuento de levaduras disminuyen a medida que se incrementa la temperatura.

En el ANVA (Anexo 47) se evidencia que no hay diferencias significativas a un alfa de 0,05 de la interacción de estos dos factores sobre el recuento de levaduras en pulpa de chirimoya.

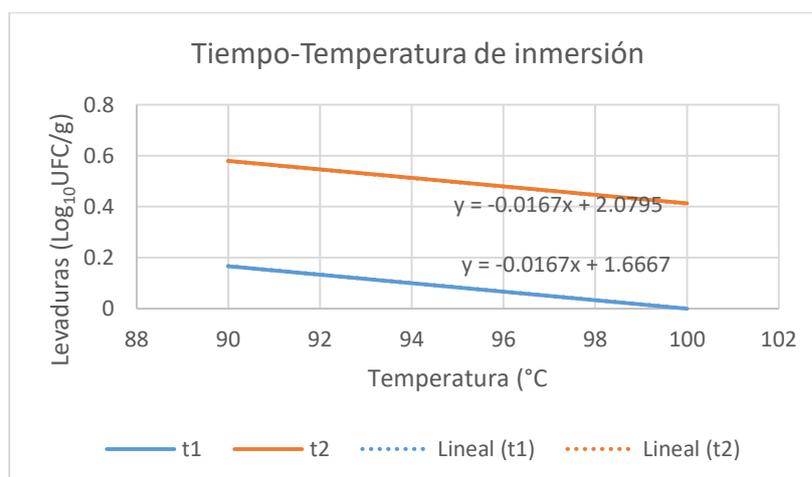
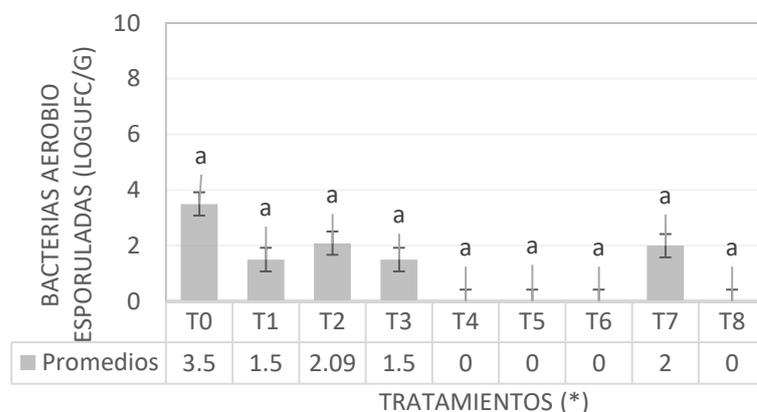


Figura 52: Efecto de la interacción de la temperatura y tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de levaduras en pulpa de chirimoya.

Asimismo, el ANVA (Anexo 47) evidencia que la interacción de los tres factores *tiempo-concentración de NaOH-temperatura* no tiene un efecto significativo sobre el recuento de levaduras a un nivel de 0,05.

c. BACTERIAS AEROBIO ESPORULADAS

En la Figura 52 se presentan los recuentos promedio de bacterias aerobias esporuladas en la pulpa de chirimoya (testigo) y las obtenidas del pelado térmico y químico efectuados con la máquina prototipo, el Análisis de Varianza (ANVA) no encontró diferencias significativas entre los recuentos (Anexo 48).



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

T0: Testigo

T1: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T2: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T3: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T4: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T5: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

T6: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T7: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T8: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 53: Comparación del recuento promedio de bacterias aerobias esporuladas en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado.

El testigo **T0** obtuvo un recuento promedio de 3,5 Log₁₀UFC/g. En los tratamientos de pelado térmico se encontraron los siguientes recuentos: en **T1** y **T3** 1,5 Log₁₀UFC/g, en **T2** 2,1 Log₁₀UFC/g y en **T4** no se detectó crecimiento.

En casi todos los tratamientos de pelado químico (**T5**, **T6** y **T8**) no se encontraron bacterias aerobio esporuladas en la pulpa; con excepción de T7, que obtuvo un recuento de 2 Log₁₀UFC/g. Precisamente este tratamiento se realizó al menor nivel de temperatura (90 °C) y tiempo (2 min 20 s), es decir fue el menos drástico de los tratamientos de pelado químico.

Las bacterias aerobio esporuladas encontradas en pulpa de chirimoya pueden pertenecer a las especies de *Bacillus firmus* y *Bacillus stratosphericus* (Pérez *et al.* 2015). El autor encontró estas especies en pulpa de chirimoya tratada con alta presión hidrostática.

En relación, Carrillo y Audisio (2007) indican que para el crecimiento del género *Bacillus* los parámetros mínimos son pH de 4,4 a 4,9, actividad de agua de 0,91 a 0,95 y temperatura mínima de 7 °C.

Sin embargo, Benzzo *et al.* (2006) observaron diferentes comportamientos de bacterias aerobio esporuladas a partir de inóculos en néctar multifructal cítrico a un pH de 3,7, 13°Brix y 45 p/v de acidez titulable (g de ácido cítrico por ciento); a 30 días de almacenamiento y temperatura ambiente. En la especie *B. cereus* se observó un incremento, en *B. licheniformis* un descenso y en *B. subtilis*, *B. megaterium* y *B. pumilus* ningún cambio.

En comparación con la pulpa de chirimoya, la muestra testigo tiene un promedio de 4,72 de pH, 22,4 °Brix y 0,22 por ciento de acidez. Mientras que las pulpas estandarizadas de tienen un promedio de 4,34 de pH, 23,3 °Brix y 0,38 por ciento de acidez. Es decir, que el pH de la muestra testigo se encuentra dentro del rango de crecimiento de *Bacillus* de acuerdo a Carrillo y Audisio (2007) y precisamente es la muestra que obtuvo el mayor recuento; mientras que las pulpas estandarizadas tienen pH similar al néctar multifructal de Benzzo *et al.* (2006), siendo susceptible al crecimiento de *Bacillus cereus*.

Las Figuras 53, 54 y 55 muestran los efectos de los factores **tiempo**, **temperatura** y **concentración de NaOH** sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya obtenida con la máquina prototipo.

En la Figura 53 se observa que a un tiempo **t1 (2 min 20 s)** hay una distribución más amplia de los recuentos que a un tiempo **t2 (3 min 5 s)**; sin embargo sus medias son muy cercanas, para t1 1,02 Log UFC/g y para t2 0,79 Log UFC/g.

El ANVA (Anexo 49) evidencia que no existe diferencia significativa a un nivel de 0,05 para el efecto del **tiempo de inmersión** sobre el recuento de bacterias aerobio esporuladas.

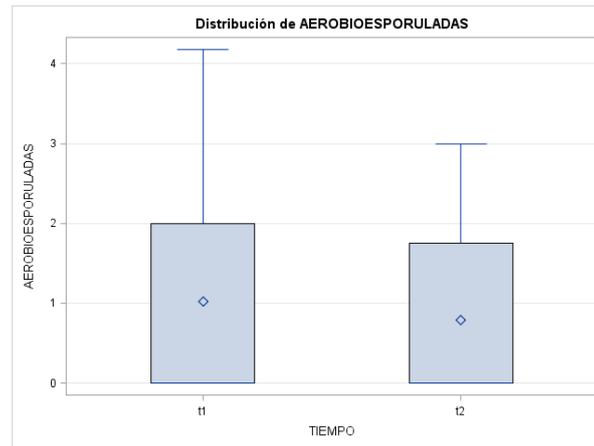


Figura 54: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.

En la Figura 54 se observa que a una temperatura **T1 (90 °C)** hay una mayor distribución en el recuento de bacterias aerobio esporuladas, que va desde la ausencia hasta 2 Log UFC/g, con una media de 1,39 Log UFC/g; mientras que a **T2 (100 °C)** la mayoría de los recuentos son cercanos a cero.

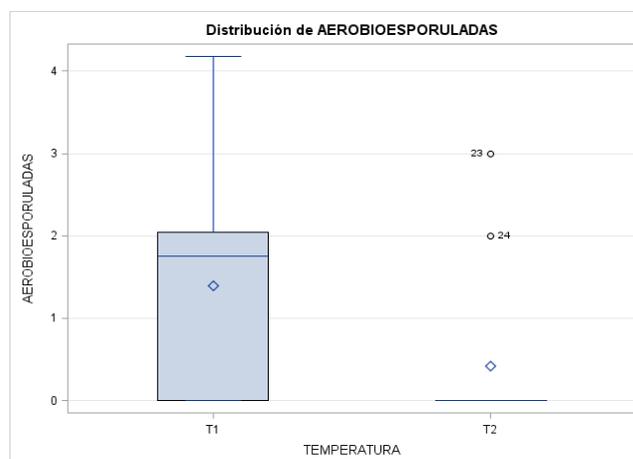


Figura 55: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.

El ANVA (Anexo 49) evidencia que existen diferencias estadísticas a un nivel de 0,05 del efecto de la **temperatura de inmersión** sobre el recuento de bacterias aerobio esporuladas.

Este resultado indica que las bacterias aerobio esporuladas se encuentran presentes en la cáscara y que la temperatura de inmersión 100°C en el pelado del fruto es efectiva en su reducción.

En la Figura 55 se observa que a una concentración **n1 (6 por ciento de NaOH)** hay una menor distribución en el recuento de bacterias aerobio esporuladas que a **n2 (0 por ciento de NaOH)**. En n1 hay un alcance hasta 1 Log UFC/g, con una media de 0,5 Log UFC/g; mientras que a n2 hay un alcance que va hasta 2,5 Log UFC/g y una media de 1,3 Log UFC/g.

Sin embargo, el ANVA (Anexo 49) evidencia que no hay diferencias estadísticas a un nivel de 0,05 del efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento de bacterias aerobio esporuladas.

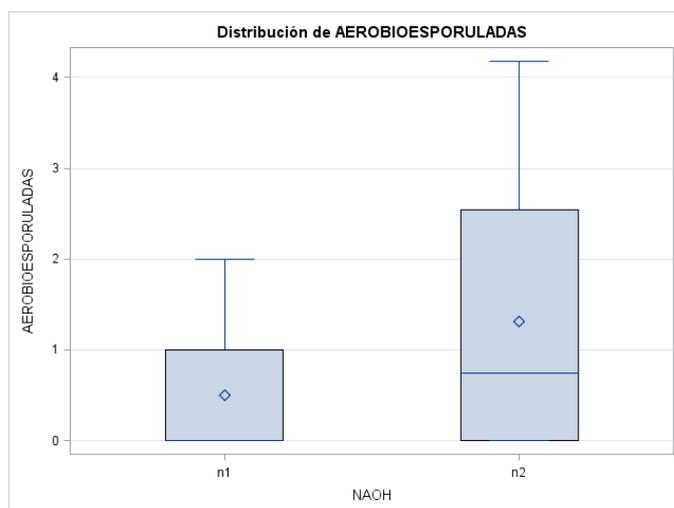


Figura 56: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.

Las Figuras 56, 57 y 58 muestran los efectos de las interacciones de los factores **tiempo-concentración de NaOH**, **temperatura-concentración de NaOH** y **tiempo-temperatura**.

En la Figura 56 se observa que las líneas de tiempo en relación con la concentración de NaOH tienen un comportamiento decreciente. La pendiente de **t1 (2 min 20 s)** es menor

que la pendiente de **t2 (3 min 5s)**, es decir a un incremento de concentración de NaOH hay mayor disminución en el recuento de bacterias aerobio esporuladas a un tiempo t2.

En el ANVA (Anexo 49) se evidencia que no hay diferencias estadísticas a un nivel de 0,05 para el efecto de la interacción concentración de NaOH y tiempo sobre el conteo de bacterias aerobio esporuladas.

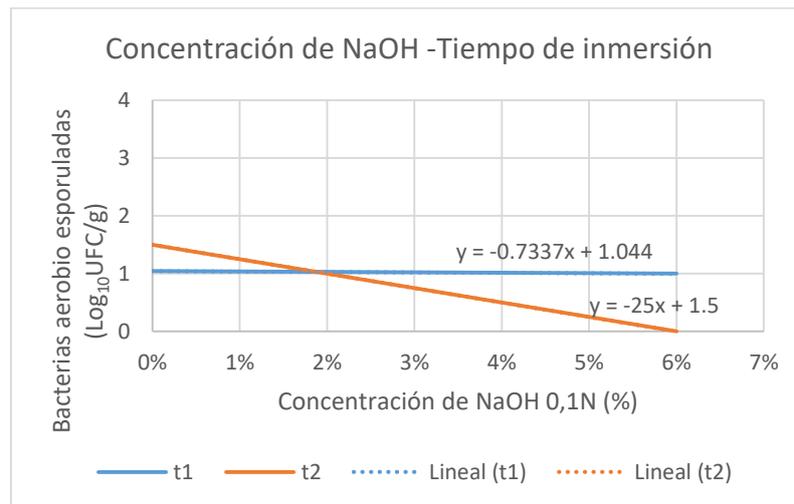


Figura 57: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.

En la Figura 57 se observa que las líneas de temperatura **T1 (90 °C)** y **T2 (100 °C)** tienen un comportamiento decreciente y pendiente negativas muy similares. Sin embargo la línea T2 está por debajo de T1, esto indica que a un aumento de la concentración de NaOH la disminución de bacterias aerobio esporuladas es mayor a la temperatura de T2 (100 °C).

En el ANVA (Anexo 49) se evidencia que no hay diferencias estadísticas a un nivel de 0,05 para el efecto de la interacción **concentración de NaOH-temperatura** sobre el conteo de bacterias aerobio esporuladas.

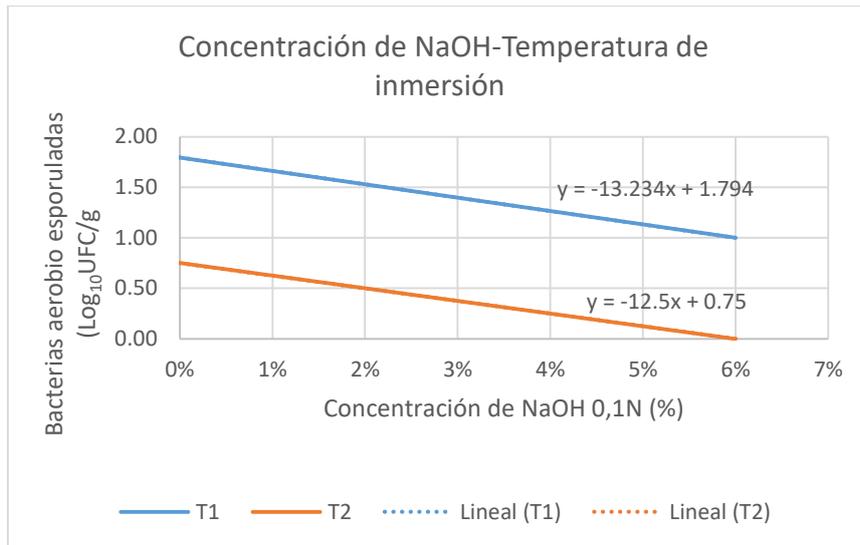


Figura 58: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-temperatura sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya.

En la Figura 58 se observa que los comportamientos de las líneas de tiempo son distintas, el recuento de bacterias aerobio esporuladas es constante para un tiempo **t2 (3 min 5 s)** a medida que se incrementa la temperatura; mientras que para un tiempo **t1 (2 min 20 s)** sí hay una disminución del recuento hasta hacerse cero a 100 °C. Hay un punto de intersección de ambas líneas a una temperatura de 96,2 °C y a la que corresponde un recuento promedio de 0,8 Log UFC/g.

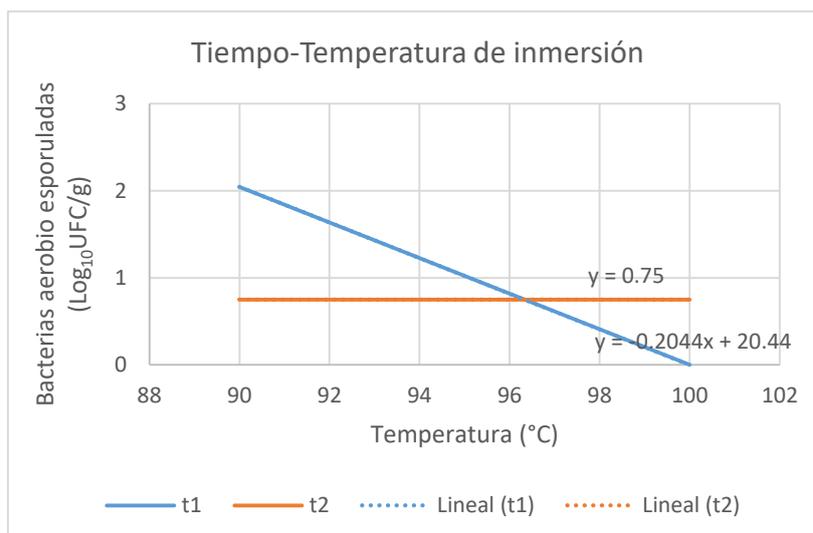


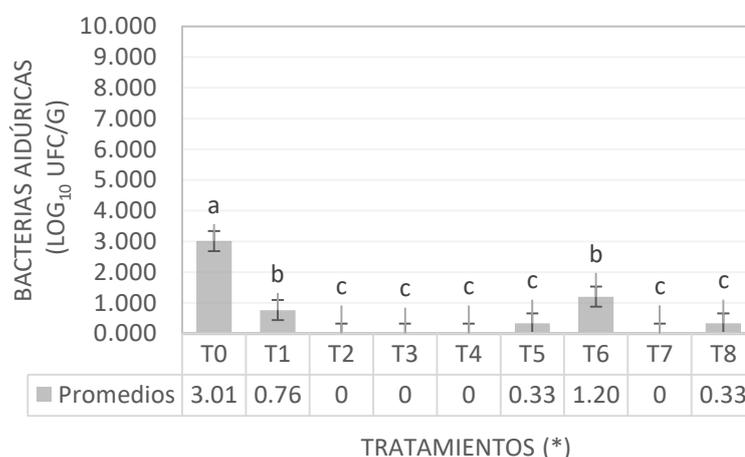
Figura 59: Efecto de la interacción del tiempo y la temperatura sobre el recuento promedio de bacterias aerobio esporuladas en pulpa de chirimoya

En el ANVA (Anexo 49) se evidencia que existen diferencias estadísticas a un nivel de 0,05 para el efecto de la interacción **tiempo-temperatura** sobre el conteo de bacterias aerobio esporuladas.

Asimismo, el ANVA (Anexo 49) evidencia que la interacción de los tres factores *tiempo-concentración de NaOH-temperatura* no tiene un efecto significativo sobre el recuento de bacterias aerobio esporuladas a un nivel de 0,05.

d. BACTERIAS ACIDÚRICAS

En la Figura 59 se presentan los recuentos promedios de bacterias acidúricas obtenidos en el testigo (T0) y luego de los tratamientos de pelado térmico y químico.



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

T0: Testigo

T1: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T2: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T3: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T4: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T5: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

T6: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T7: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T8: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 60: Comparación del recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya

En el testigo (T0) se obtuvo un recuento promedio de 3,01 Log₁₀UFC/g, esto indica que las bacterias acidúricas están presentes en la pulpa de chirimoya sin ningún tratamiento de pelado semiautomatizado en una cantidad suficiente que puede generar su deterioro durante el almacenamiento.

Según UNAM (2007), el grupo de bacterias acidúricas contempla a los microorganismos esporulados mesofílicos aerobios pertenecientes a los géneros *Bacillus* y *Sporolactobacillus*, los cuales son de importancia en la alteración de los alimentos.

Al respecto, Logan y De Vos (2009) indican que las especies del género *Bacillus* que pueden crecer en condiciones ácidas y se han encontrado en tejidos interiores de plantas sanas de algodón, pera, uva y maíz dulce son: *B. amyloliquefaciens*, *B. cereus*, *B. endophyticus*, *B. insolitus*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. pumilus* y *B. subtilis*. Algunos tienen la función de proteger el crecimiento y desarrollo de la planta como parte de su microflora natural.

El Análisis de Varianza (ANVA) evidencia que existen diferencias significativas a un nivel de 0,05 en los recuentos de bacterias acidúricas. La prueba de Tukey (Anexo 50) señala tres subgrupos: el primero conformado por el testigo (T0), el segundo grupo está conformado por T1 y T6, **T1** es un tratamiento de pelado térmico y tuvo un recuento de 0,77 Log₁₀ UFC/g, mientras que **T6** es un tratamiento de pelado químico y tuvo un recuento de 1,2 Log₁₀ UFC/g; el tercer subgrupo está conformado por **T5** y **T8** con 0,33 Log₁₀ UFC/g.

Las Figuras 60, 61 y 62 muestran los efectos de los factores **tiempo**, **temperatura** y **concentración de NaOH** sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya obtenida con la máquina prototipo.

En la Figura 60 se observa que hay una mayor distribución y alcance en el recuento de bacterias acidúricas a un tiempo **t2 (3 min 5 s)** que a un tiempo **t1 (2 min 20s)**, sin embargo las medias de ambos son cercanas: para t1 0,3 Log₁₀UFC/g y para t2 0,36 Log₁₀UFC/g. En el ANVA (Anexo 51) se evidencia que no existe diferencias significativas para el factor tiempo de inmersión sobre el recuento de bacterias acidúricas.

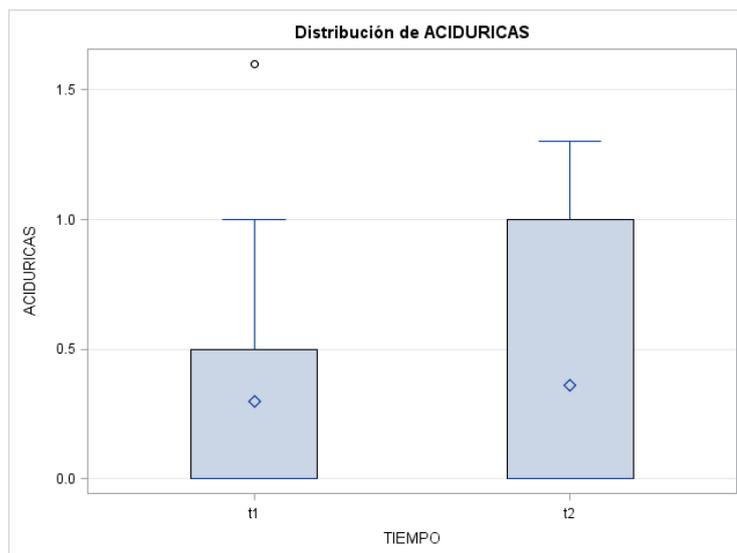


Figura 61: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya

En la Figura 61 se observa que hay una mayor distribución y alcance del recuento de bacterias acidúricas a una temperatura **T2 (100 °C)** que a una temperatura **T1 (90 °C)**, pero las medias de ambas son cercanas: para T1 0,28 Log₁₀UFC/g y para T2 0,38 Log₁₀UFC/g. En el ANVA (Anexo 51) se evidencia que no existen diferencias significativas para el factor temperatura de inmersión sobre el recuento de bacterias acidúricas.

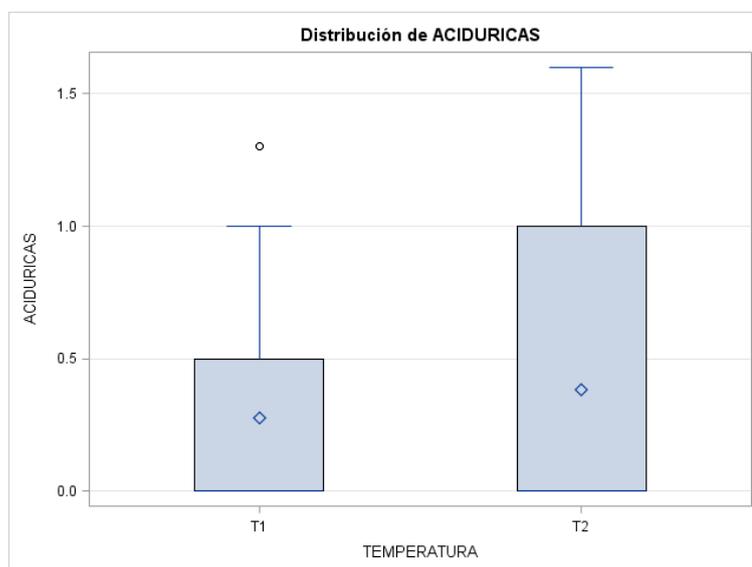


Figura 62: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya

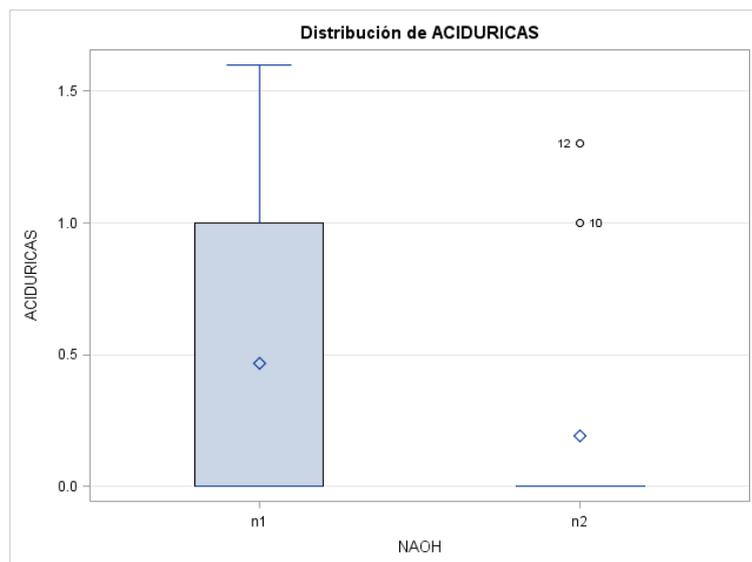


Figura 63: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya

En la Figura 62 se observa que hay una mayor distribución y alcance en el recuento de bacterias acidúricas a una concentración **n1 (6 por ciento)** que a **n2 (0 por ciento)**. Para n1 hay alcance hasta 1,0 $\text{Log}_{10}\text{UFC/g}$, en cambio la mayoría para n2 son recuentos cercanos a cero. En el ANVA (Anexo 51) se evidencia que no existen diferencias significativas para el factor concentración de NaOH sobre el recuento de bacterias acidúricas.

En la Figuras 63, 64 y 65 se muestran los efectos de las interacciones de los factores *concentración de NaOH-tiempo*, *concentración de NaOH-temperatura* y *tiempo-temperatura*.

En la Figura 63 se observa que los comportamientos de las líneas de tiempo respecto a la concentración de NaOH son diferentes. Así a un tiempo **t1 (2 min 20 s)** existe una tendencia creciente con pendiente positiva del recuento de bacterias acidúricas; mientras que a un tiempo **t2 (3 min 5s)** tiene una tendencia decreciente con pendiente negativa. Es decir, a un menor tiempo de inmersión conforme se incrementa la concentración de NaOH también aumenta el recuento de acidúricas; mientras que a un mayor tiempo de inmersión e incremento de la concentración de NaOH disminuye el recuento de acidúricas.

Pese a esto, el ANVA (Anexo 51) muestra que no existen diferencias significativas del efecto de la combinación de estos factores sobre el recuento de bacterias acidúricas.

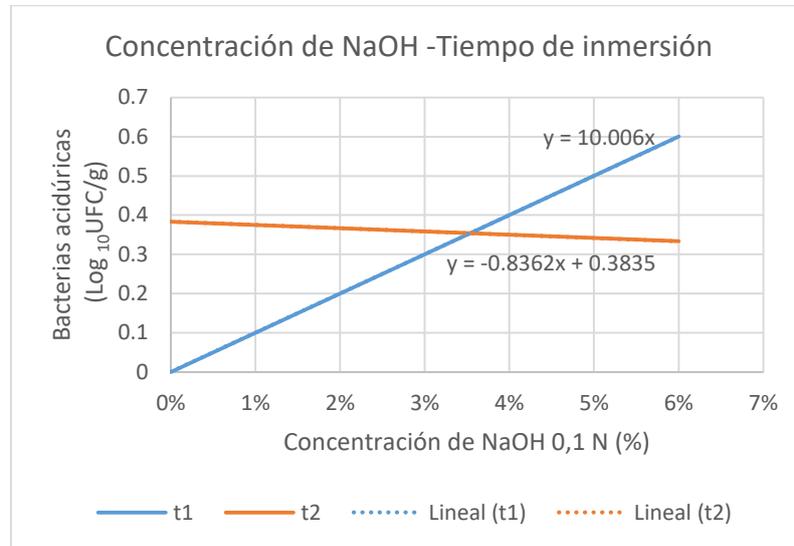


Figura 64: Efecto de la interacción del tiempo-concentración de NaOH sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya

En la Figura 64 se observa que los comportamientos de las líneas de temperatura respecto a la concentración de NaOH son opuestas para **T1 (90 °C)** y **T2 (100 °C)**. A una temperatura T1 se tiene una tendencia decreciente (pendiente negativa) del recuento de acidúricas a medida que se incrementa la concentración de NaOH; mientras que T2 tiene una tendencia creciente (pendiente positiva) del recuento de acidúricas conforme aumenta el porcentaje de NaOH.

Cabe señalar que este fenómeno de incremento de acidúricas sólo se dio en el tratamiento de pelado químico T6, el cual se dio a 100 °C pero en un menor tiempo de inmersión.

El ANVA (Anexo 51) muestra que existen diferencias significativas del efecto de la combinación de estos factores sobre el recuento de bacterias acidúricas a un nivel de significancia de 0,05.

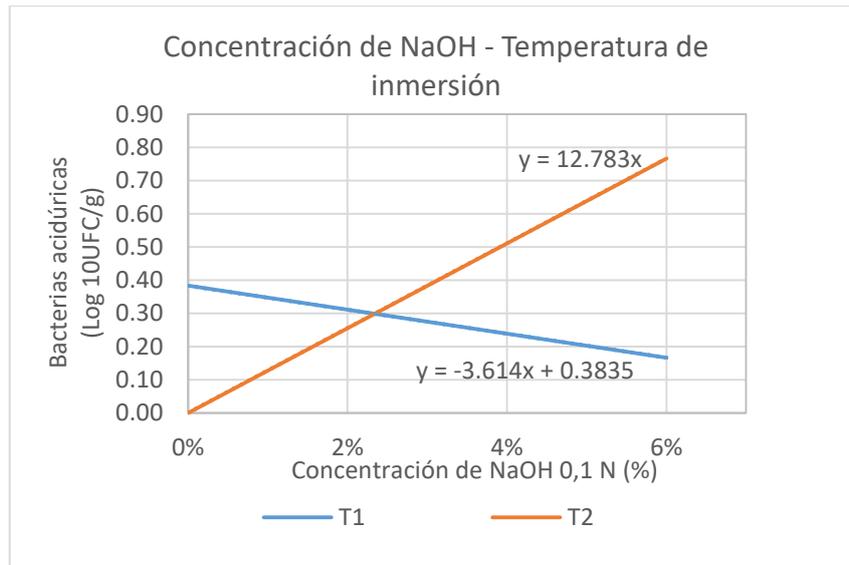


Figura 65: Efecto de la interacción de la temperatura y la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya

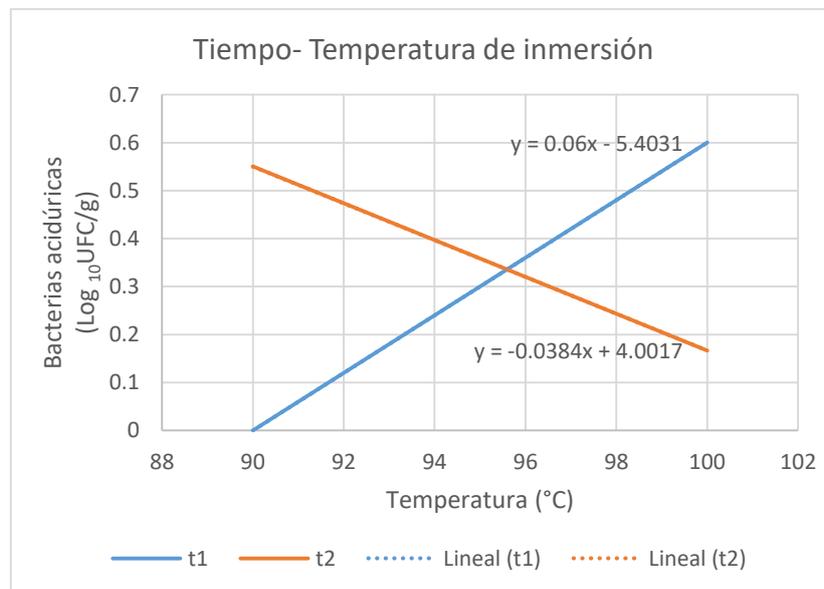


Figura 66: Efecto de la interacción de la temperatura-tiempo sobre el recuento promedio de bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya

En la Figura 65 se observa que los comportamientos de las líneas de tiempo respecto a la temperatura son opuestas para **t1 (2 min 20 s)** y **t2 (3 min 5 s)**. A un tiempo t1 se tiene una tendencia creciente (pendiente positiva) del recuento de acidúricas a medida que se incrementa la temperatura, mientras que t2 tiene una tendencia decreciente

(pendiente negativa) del recuento de acidúricas conforme aumenta la temperatura. Esto significa que la mayor reducción por efecto de la interacción de estos dos factores se da al mayor tiempo de inmersión y mayor temperatura independientemente de la presencia de soda.

El ANVA (Anexo 51) muestra que existen diferencias significativas del efecto de la combinación de estos factores sobre el recuento de bacterias acidúricas a un nivel de significancia de 0,05.

Por otro lado, la interacción de los tres factores *tiempo-concentración de NaOH-temperatura* no tiene un efecto significativo sobre el recuento de bacterias acidúricas.

e. *Alicyclobacillus terrestris*

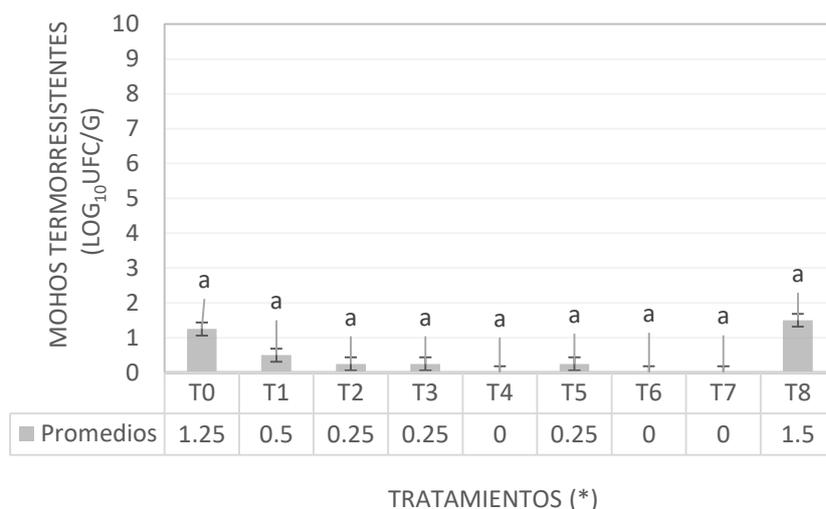
No se detectó su presencia en ninguna de las muestras con y sin tratamiento de pelado térmico y químico ni tampoco en la muestra testigo (T0) (Anexo 52).

Según Da Costa y Albuquerque (2009), el *Alicyclobacillus terrestris* es una bacteria acidúrica cuyo crecimiento se da entre 35 y 55 °C, su temperatura óptima se encuentra entre 42 a 53°C. Su pH de crecimiento está entre 2,2 y 5,81, siendo el pH óptimo de 4,0. Es decir, las pulpas de chirimoya obtenidas podrían servir de sustrato para el desarrollo de este microorganismo de deterioro especialmente en su descongelación y o almacenamiento inadecuado; sin embargo en las muestras evaluadas no se daría este problema.

f. MOHOS TERMORRESISTENTES

En la Figura 66 se presentan promedios de los recuentos de mohos termorresistentes en la muestra testigo (T0) y en las sometidas a tratamientos de pelado térmico y químico. Se observa que el testigo tiene un promedio de 1,25 Log₁₀UFC/g y todos los demás tratamientos son superados por el T8 (1,5 Log₁₀UFC/g).

Sin embargo, el ANVA (Anexo 53) evidencia que no hay diferencias significativas para los diferentes tratamientos a un nivel de significación de 0,05.



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

T0: Testigo

T1: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T2: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T3: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T4: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T5: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

T6: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T7: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T8: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 67: Comparación del recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya testigo y con pelado semiautomatizado

Con los resultados obtenidos se infiere que estos microorganismos eventualmente pueden provocar deterioro durante el almacenamiento de la pulpa o en un jugo a partir de ella.

Los mohos se dividen en base a su respuesta al tratamiento térmico: lábiles cuando son sensibles al calor (como los mohos analizados anteriormente) y los termorresistentes; estos últimos pertenecen a los géneros *Aspergillus*, *Paecilomyces* y *Penicillium*, los cuales producen fases anamórficas (esporas asexuales, como las conidias), pueden sobrevivir a tratamientos térmicos, crecer en bajas condiciones de oxígeno y a pH bajos (3,0 a 4,5), además de producir enzimas pectinolíticas que afectan la estabilidad de los jugos (Tournas, citado por Tribst *et al.* 2009).

Otros mohos como *Byssochlamys* y *Neosartorya* también están implicados en el deterioro de jugos de frutas, mientras que los mohos *Eupenicillium*, *Paecilomyces* y *Talaromyces* no están necesariamente asociados con el deterioro (Tribst *et al.* 2009).

En el Anexo 46 se muestran las fotografías de mohos termorresistentes en placas.

En la Figura 67 se observa que a un tiempo **t1 (2 min 20 s)** no hay distribución de mohos termorresistentes, en cambio a un tiempo **t2 (3 min 5s)** sí, hasta un alcance de 1,0 Log UFC/g.

En el ANVA (Anexo 54) se evidencia que existen diferencias significativas a un nivel de 0,05 del efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento de mohos termorresistentes. Es decir a mayor tiempo de inmersión parece existir una activación de estos microorganismos, los tratamientos que siguieron esta tendencia fueron el de pelado químico T8 y el de pelado térmico T1.

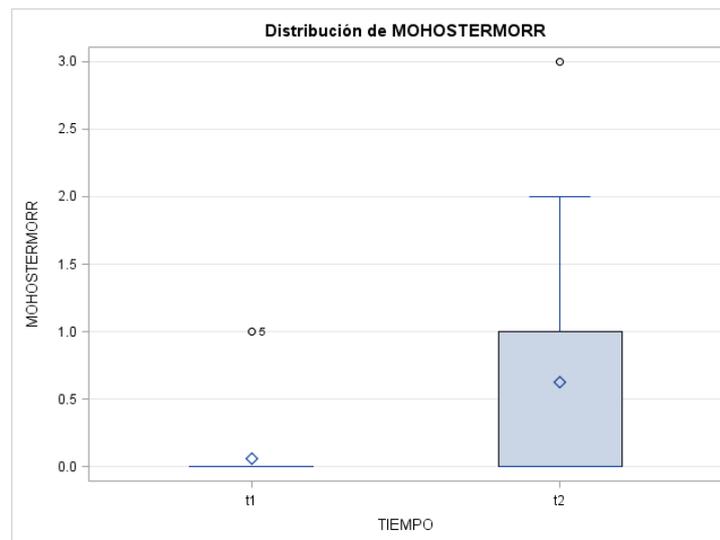


Figura 68: Efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya

En la Figura 68 se observa que a una temperatura **T1 (90 °C)** hay una mayor distribución de mohos termorresistentes (hasta un alcance de 1,0 Log₁₀UFC/g) que a una temperatura **T2 (100 °C)**. En el ANVA (Anexo 54) se evidencia que no existen diferencias significativas del efecto de la temperatura de inmersión sobre el recuento de mohos termorresistentes.

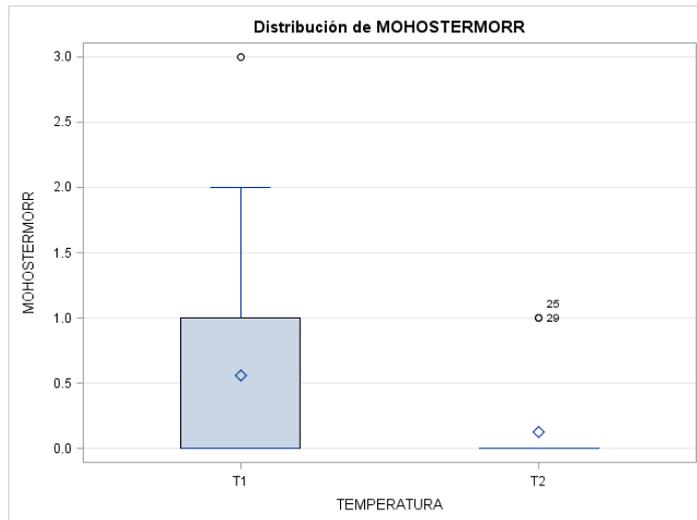


Figura 69: Efecto de la temperatura sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya

En la Figura 69 se observa que a una concentración **n1 (6 por ciento)** hay una mayor distribución de mohos termorresistentes que a una concentración **n2 (cero por ciento)**. En el ANVA (Anexo 54) se evidencia que no existen diferencias significativas del efecto del tiempo de inmersión sobre el recuento de mohos termorresistentes.

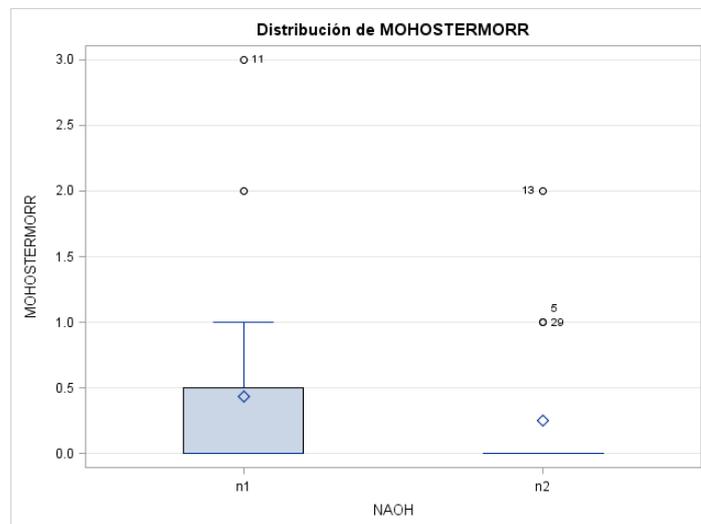


Figura 70: Efecto de la concentración de NaOH sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya

Las Figuras 70,71 y 72 muestran el efecto de las interacciones de la **concentración de NaOH-tiempo**, **concentración de NaOH-temperatura** y **tiempo-temperatura**.

En la Figura 70 se observa que la línea del tiempo **t1 (2 min 20 s)** tiene un comportamiento decreciente (pendiente negativa) a medida que se incrementa la concentración de NaOH; mientras que la línea de tiempo **t2 (3 min 5 s)** tiene un comportamiento creciente (pendiente positiva). En el ANVA (Anexo 54) se evidencia que no existen diferencias significativas a un nivel de 0,05 del efecto de la interacción de estos dos factores sobre el recuento de mohos termorresistentes.

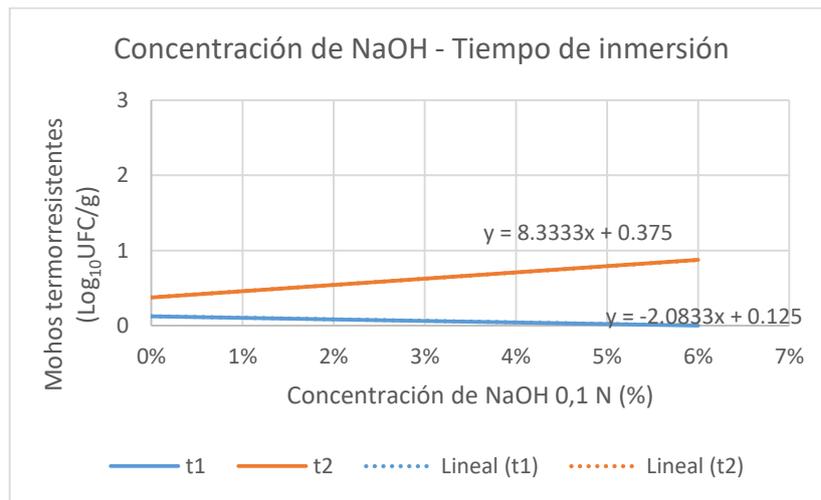


Figura 71: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya

En la Figura 71 se observa que la línea de temperatura **T1 (90 °C)** tiene un comportamiento creciente (pendiente positiva) a medida que se incrementa la concentración de NaOH; mientras que la línea de temperatura **T2 (100 °C)** tiene un comportamiento constante. En el ANVA (Anexo 54) se evidencia que no existen diferencias significativas a un nivel de 0,05 del efecto de la interacción de estos dos factores sobre el recuento de mohos termorresistentes.

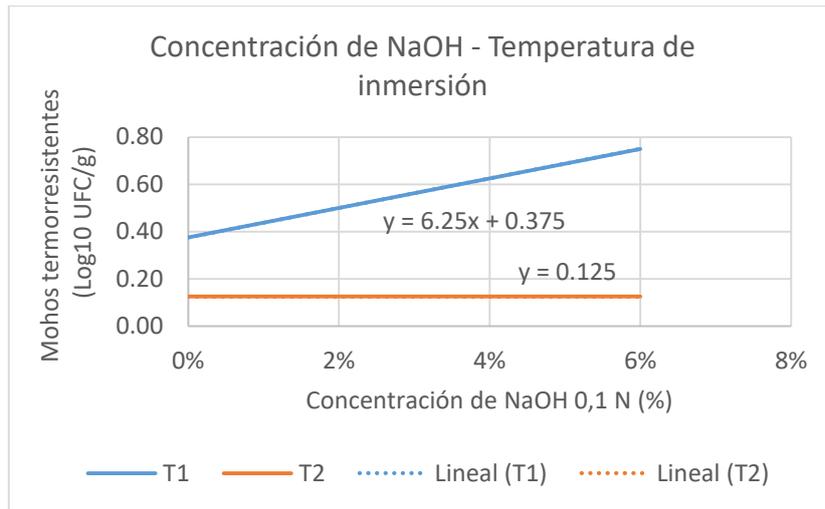


Figura 72: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-temperatura sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya

En la Figura 72 se observa que las líneas de tiempo **t1 (2 min 20 s)** y **t2 (3 min 5 s)** tienen un comportamiento decreciente (pendiente negativa) a medida que se incrementa la concentración de NaOH; aunque para **t2** la inclinación es mayor, es decir a mayor tiempo de inmersión y mayor concentración de NaOH la disminución de mohos termorresistentes es más efectiva. Sin embargo, el ANVA (Anexo 54) evidencia que no existen diferencias significativas a un nivel de 0,05 del efecto de la interacción de estos dos factores sobre el recuento de mohos termorresistentes.

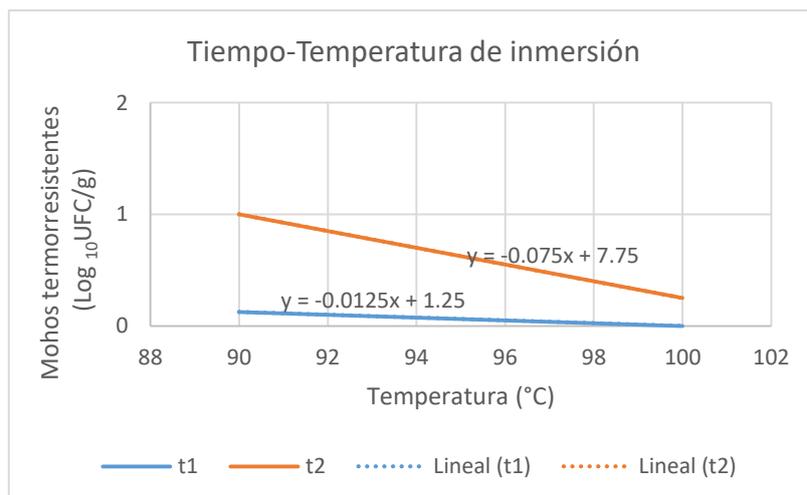


Figura 73: Efecto de la interacción del tiempo-temperatura sobre el recuento promedio de mohos termorresistentes en pulpa de chirimoya

Por otro lado, la interacción de los tres factores *tiempo-concentración de NaOH-temperatura* no tiene un efecto significativo sobre el recuento de mohos termorresistentes.

4.2.3. MICROORGANISMOS PATÓGENOS

a. *Salmonella spp.*

No se detectó presencia de *Salmonella spp.*, tanto en la muestra testigo como en las pulpas sometidas a tratamientos de pelado térmico y químico con la máquina prototipo, estos resultados se muestran en el Anexo 55.

Sin embargo, su análisis de detección en las pulpas de chirimoya sin pasteurizar es muy importante, ya que no se efectuará tratamiento térmico y el único medio de conservación sería el congelamiento y la barrera de disminución del pH.

Al respecto la ICMSF (2000), indica que el ritmo del crecimiento de las salmonelas disminuye marcadamente a temperaturas menores a 15 °C, y es inhibida (en la mayoría) a menos de 7 °C. También señala que hay informes de que las salmonelas tienen la capacidad para crecer a menos de 5 °C, pero sólo a nivel de observación de colonias en medios selectivos.

Durante la operación de congelación, la tasa de muerte es mayor que durante el almacenamiento en congelación, es decir el choque térmico es letal para estos microorganismos. Sin embargo de haber quedado sobrevivientes estos siguen disminuyendo lentamente durante el almacenamiento; se señala que en el intervalo de 0 a -10 °C hay mayor disminución que en el de -17 a -20 °C (ICMSF 2000).

Es decir, a pesar de que la congelación es muy perjudicial para este microorganismo, no garantiza su destrucción.

Por otro lado, la ICMSF (2000) indica que el pH mínimo para el crecimiento de *Salmonella spp.* es 3,8; a medida que el pH sobrepasa el óptimo o desciende por debajo de él, el ritmo de crecimiento disminuye y muere, también influye la naturaleza del ácido orgánico. D' Aoust, citado por Dos Santos (2007) menciona que puede multiplicarse en un rango de pH desde 3,8 hasta 9, y que los ácidos propiónico y acético son más bactericidas que los ácidos láctico y cítrico en los alimentos.

Al respecto, a las pulpas de chirimoya se les corrigió el pH de 4,72 a 4,34 con adición de ácido cítrico, pudiendo influir como barrera para el desarrollo de este microorganismo durante el almacenamiento.

b. *Staphylococcus aureus*

No se encontró este microorganismo en ninguna de las muestras, lo que indica que se trabajó con materia prima de calidad y con las BPM. Los resultados del análisis se muestran en el Anexo 56.

Al respecto, la ICMSF (2000) indica que las células de *Staphylococcus aureus* son destruidas fácilmente por el calor, pero también son muy resistentes a la desecación y sobreviven perfectamente bajo la mayoría de las condiciones ambientales, de ahí su importancia como fuente de contaminación, ya que pueden persistir en el ambiente de proceso. Sus enterotoxinas se producen cuando está en altos recuentos y son muy resistentes al calor (incluso esterilización), en cambio las células son fácilmente destruidas por desinfectantes. Tanto las células como enterotoxinas pueden sobrevivir a la congelación y descongelación en alimentos ($\leq -20^{\circ}\text{C}$).

De forma natural, existe un sistema de defensa de la planta para protegerse de microorganismos patógenos. Generalmente este sistema está compuesto por grandes poblaciones de bacterias indígenas, estudios señalan que cuando se da esta situación, los recuentos de bacterias patógenas y de coliformes termófilos son muy bajos o casi indetectables (Matthews 2006).

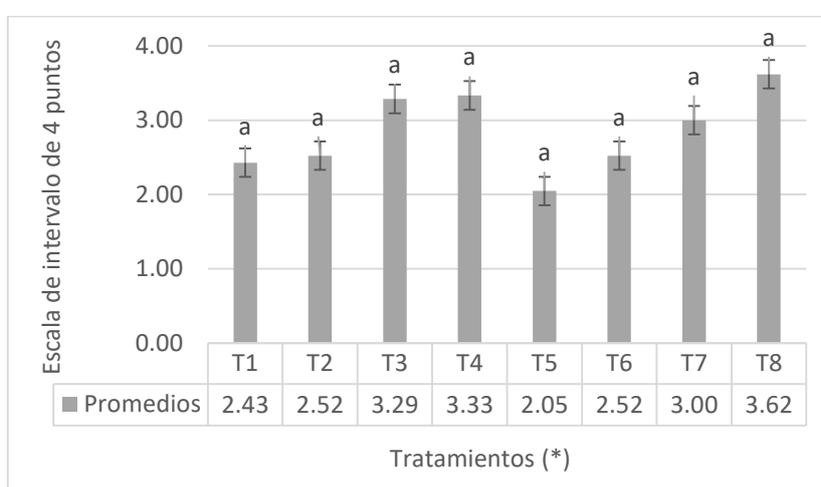
Esto se observó en el estudio de la chirimoya, su propia microflora bacteriana, que comprende mayor cantidad de enterobacterias, mohos y levaduras le ha servido de defensa, y no se han detectado microorganismos patógenos.

4.3. ANÁLISIS SENSORIAL

4.3.1. PRUEBA DE COLOR DE PULPA DE CHIRIMOYA

En la Figura 73 se presentan los resultados de la evaluación de color en las pulpas sometidas a los tratamientos de pelado térmico y químico; se observa que los tratamientos que obtuvieron mayor puntaje de color son **T3, T4** (pelado térmico) y **T7, T8** (pelado químico con 6 por ciento de NaOH).

La prueba de Tukey a un nivel de significación de 0,05 (Anexo 57) indica que los tratamientos no tienen diferencias entre sí. El mayor puntaje le correspondió al **T8 (90 °C x 3 min 5 s y 6 por ciento de NaOH)** con un promedio de 3,62, el cual se califica en la escala de intervalo como «*Natural (crema blanquecino)*».



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

T1: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T2: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T3: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)

T4: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)

T5: 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

T6: 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T7: 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH

T8: 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 74: Comparación de los puntajes promedio de color para pulpa de chirimoya con pelado semiautomatizado

Al respecto, Rodríguez *et al.* (2011) y Pino (2010) mencionan que la calidad de la atemoya (*Annona cherimola* x *A. squamosa*) depende del control del pardeamiento enzimático provocado por la enzima polifenoloxidasas y que los métodos más efectivos frente a este

problema son: aditivos químicos, ajuste del pH, refrigeración, tratamientos térmicos y exclusión del oxígeno.

En este estudio con la chirimoya se comprobó que la adición de los antioxidantes es efectiva para la conservación del color natural de la pulpa y probablemente todos los tratamientos tanto de pelado térmico y químico también influenciaron positivamente en el color, pero no mostraron diferencias entre sí.

Las Figuras 74, 75 y 76 muestran los efectos de los factores *tiempo*, *temperatura* y *concentración de NaOH* sobre el puntaje de color en pulpa de chirimoya.

En la Figura 74 se observa que a un tiempo **t1 (2 min 20 s)** hay una menor distribución de puntajes que para el tiempo **t2 (3min 5s)**, pero las medias de ambos son muy cercanas. Ambas distribuciones tienden a los puntajes mayores, con un alcance de 2 hasta 3 para t1 y de 2 hasta 4 para t2, es decir a mayor tiempo de inmersión en el pelado semiautomatizado mayor puntaje de color en chirimoya.

Sin embargo, el ANVA (Anexo 58) evidencia que no existen diferencias significativas (a un alfa de 0,05) del efecto del tiempo de inmersión sobre el puntaje de color de la pulpa de chirimoya.

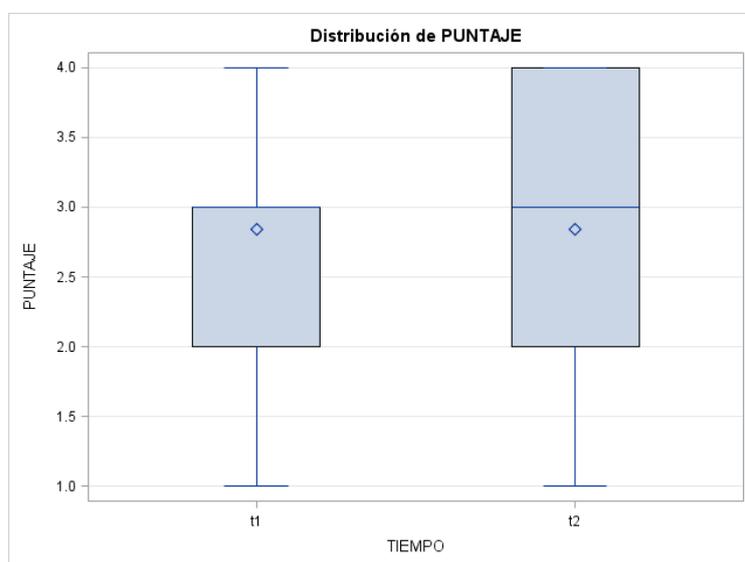


Figura 75: Efecto del tiempo de inmersión sobre el puntaje de color en pulpa de chirimoya

En la Figura 75 se observa que a una temperatura **T1 (90 °C)** hay una mayor distribución de puntajes que para la temperatura **T2 (100 °C)**, pero las medias de ambas son muy

cercanas. Ambas distribuciones tienden a los puntajes mayores, con un alcance de 2 hasta 4 para T1 y de 2 hasta 3 para T2, es decir a menor temperatura de inmersión en el pelado semiautomatizado mayor puntaje de color en chirimoya.

Sin embargo, el ANVA (Anexo 58) evidencia que no existen diferencias significativas (a un alfa de 0,05) del efecto de la temperatura de inmersión sobre el puntaje de color de la pulpa de chirimoya.

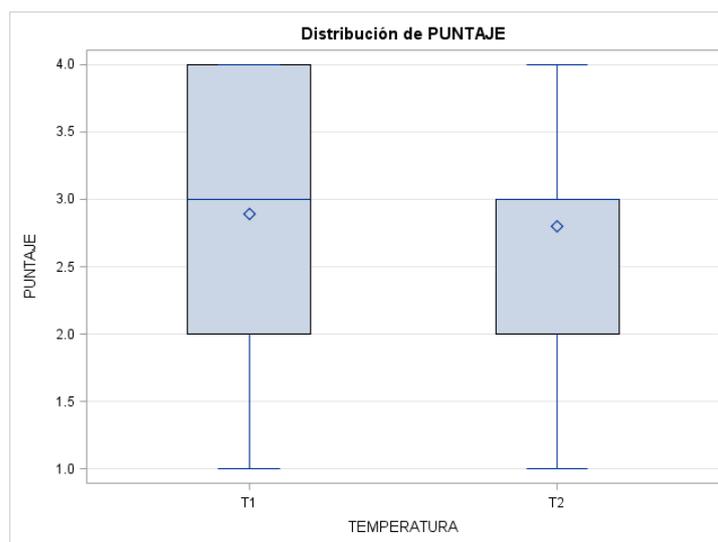


Figura 76: Efecto de la temperatura sobre el puntaje de color en pulpa de chirimoya

En la Figura 76 se observa que a una concentración de NaOH (0,1 N) **n1 (6 por ciento)** hay una menor distribución de puntajes que para la concentración **n2 (0 por ciento)**, pero las medias de ambas son muy cercanas. Ambas distribuciones tienden a los puntajes mayores, con un alcance de 2 hasta 3 para n1 y de 2 hasta 4 para n2, es decir a menor concentración de NaOH en el pelado semiautomatizado mayor puntaje de color en chirimoya.

Sin embargo, el ANVA (Anexo 58) evidencia que no existen diferencias significativas (a un alfa de 0,05) del efecto de la concentración de NaOH sobre el puntaje de color de la pulpa de chirimoya.

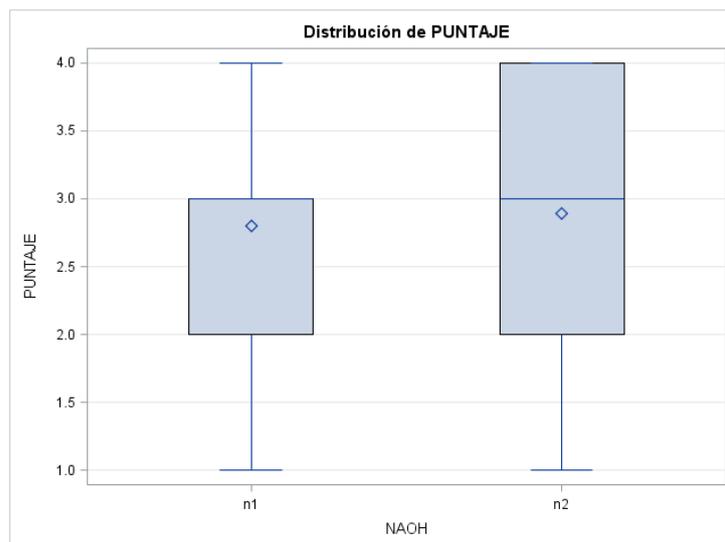


Figura 77: Efecto de la temperatura sobre el puntaje de color en pulpa de chirimoya

Las Figuras 77, 78 y 79 muestran los efectos de las interacciones de los factores: *concentración de NaOH-tiempo*, *concentración de NaOH-temperatura* y *tiempo-temperatura*.

En la Figura 77 se observa que la línea de tiempo **t1 (2 min 20 s)** en relación con el incremento de la concentración de NaOH tiene un comportamiento decreciente del puntaje de color, pues posee pendiente negativa. La línea de tiempo **t2 (3 min 5 s)** también posee el mismo comportamiento, pero tiene una menor inclinación que la de t1. Es decir a medida que se incrementa la concentración de NaOH la caída del puntaje de color es más abrupta para un tiempo t1 que para un tiempo t2.

Sin embargo, el ANVA (Anexo 58) evidencia que no existen diferencias significativas (a un alfa de 0,05) del efecto de la interacción **tiempo de inmersión-concentración de NaOH** sobre el puntaje de color de la pulpa de chirimoya.

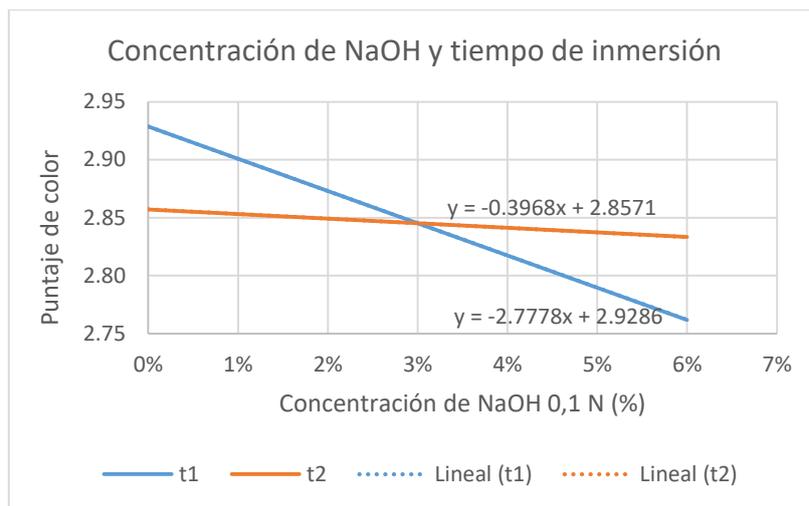


Figura 78: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de color en pulpa de chirimoya

En la Figura 78 se observa que la línea de temperatura **T1 (90 °C)** en relación con el incremento de la concentración de NaOH tiene un comportamiento creciente del puntaje de color, pues posee pendiente positiva. La línea de temperatura **T2 (100 °C)** posee un comportamiento opuesto, es decir, decreciente a medida que se incrementa la concentración de NaOH. Ambas líneas de temperatura se intersectan (no hay diferencias) a una concentración de 2,8 por ciento de NaOH.

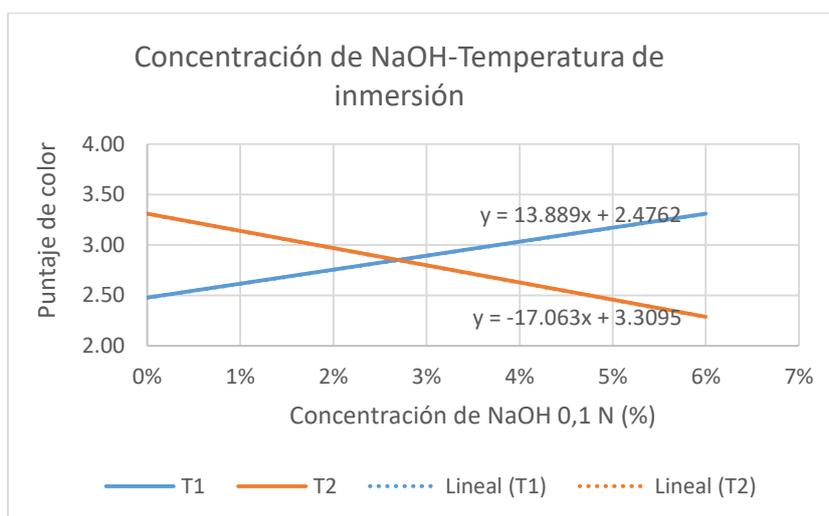


Figura 79: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH-temperatura de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de color en pulpa de chirimoya

El ANVA (Anexo 58) evidencia que existen diferencias significativas (a un alfa de 0,05) del efecto combinado de la **temperatura de inmersión-concentración de NaOH** sobre el puntaje de color de la pulpa de chirimoya.

En la Figura 79 se observa que la línea de tiempo **t1 (2 min 20 s)** en relación con el incremento de la temperatura tiene un comportamiento creciente del puntaje de color, pues posee pendiente positiva. La línea de tiempo **t2 (3 min 5s)** posee un comportamiento opuesto, es decir, decreciente a medida que se incrementa la temperatura. Ambas líneas de tiempo se intersectan (no hay diferencias) a una temperatura 95 °C.

El ANVA (Anexo 58) evidencia que existen diferencias significativas (a un alfa de 0,05) del efecto combinado de **tiempo de inmersión-temperatura** sobre el puntaje de color de la pulpa de chirimoya.

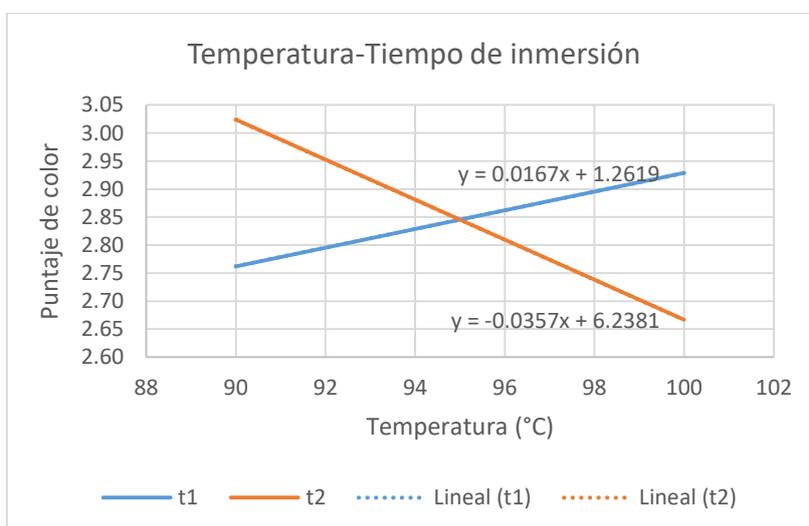
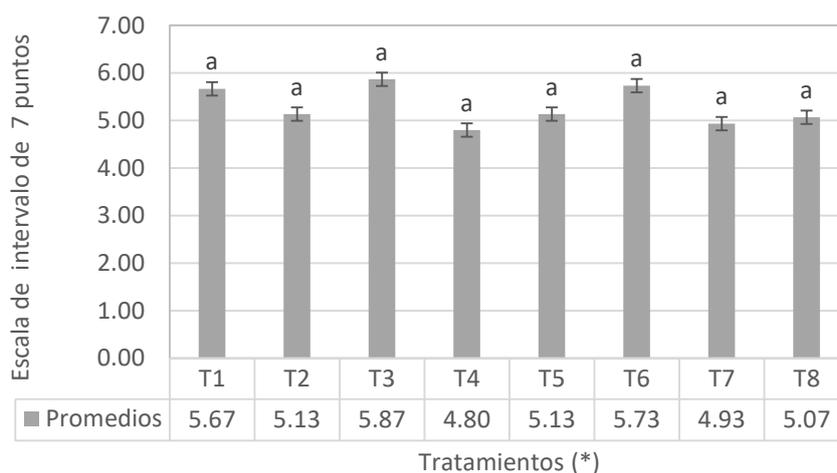


Figura 80: Efecto de la interacción de la temperatura-tiempo de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de color en pulpa de chirimoya

Por otro lado, la interacción de los tres factores *tiempo-concentración de NaOH-temperatura* tiene un efecto significativo sobre el puntaje de color a un nivel de 0,05.

4.3.2. PRUEBA DE SABOR DE PULPA DE CHIRIMOYA

En la Figura 80 se presentan los puntajes otorgados por el panel de degustación respecto al sabor de las pulpas sometidas a los tratamientos de pelado térmico y químico. Se observa que todos los tratamientos tienen similares promedios, esto se corrobora en el Análisis de Varianza (ANVA, Anexo 59), donde no hay diferencias significativas de sabor para un nivel de significación de 0,05.



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

- T1:** 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)
- T2:** 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)
- T3:** 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)
- T4:** 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)
- T5:** 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH
- T6:** 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH
- T7:** 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH
- T8:** 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 81: Comparación de los puntajes promedio de sabor para pulpa de chirimoya con pelado semiautomatizado

El puntaje promedio para el sabor (en la escala de intervalo de siete puntos) fue de cinco, que corresponde a: «*Poco agradable (sabor a chirimoya ligeramente viejo)*». Sin embargo se determinó que de todos los tratamientos el que obtuvo el promedio más alto es T3 (100° x 3min) con un puntaje de seis que corresponde a : «*Agradable (sabor a chirimoya, libre de malos sabores pero no hay balance entre ácido-azúcar)*». Esto puede deberse al efecto

del ácido cítrico que hace aumentar la acidez y por tanto generar en las muestras de pulpa ligeros cambios en el sabor.

Al respecto, Pino (2010) señala que «la pulpa de chirimoya es dulce, jugosa, de carne blanca cremosa, sub ácida y muy fragante, que suele llamarse *custard apple* (manzana cremosa). Su *flavor* se caracteriza como una mezcla de piña, mango y cereza. Otros describen su sabor como la comercial goma de mascar».

Las Figuras 81, 82 y 83 muestran la distribución de los puntajes de sabor por efecto de los factores **tiempo**, **temperatura** y **concentración de NaOH** en el pelado semiautomatizado de la chirimoya.

En la Figura 81 se observa que a un tiempo **t1 (2 min 20 s)** hay una menor distribución (alcance de 5 a 6 puntos) del puntaje de sabor que a un tiempo **t2 (3min 5 s)**, con un alcance de 5 a 7 puntos). Sin embargo, las medias de ambos son muy cercanas y el Análisis de Varianza (ANVA, Anexo 60) evidencia que no existen diferencias significativas (un nivel de 0,05) del efecto del tiempo sobre el puntaje de sabor en pulpa de chirimoya.

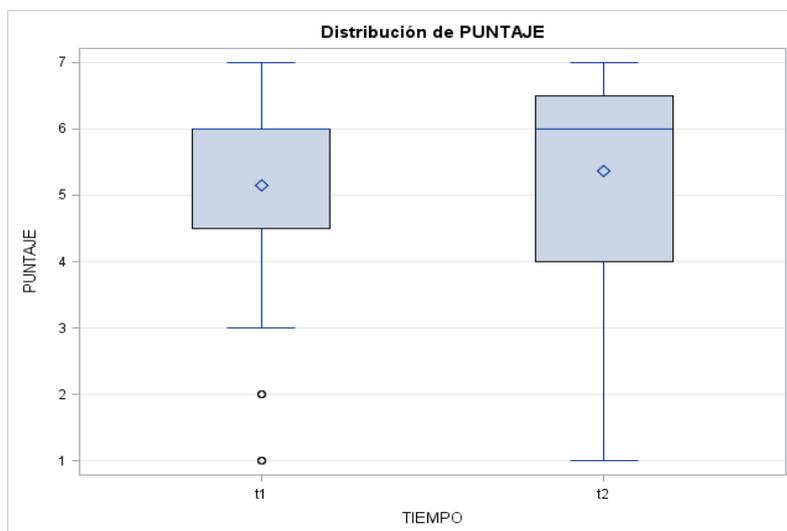


Figura 82: Efecto del tiempo de inmersión sobre el puntaje de sabor en pulpa de chirimoya

En la Figura 82 se observa que a una temperatura **T1 (90 °C)** hay una menor distribución de puntaje de sabor que a una temperatura **T2 (100 °C)**. El ANVA (Anexo 60) evidencia no existen diferencias significativas (a un nivel de 0,05) del efecto de la temperatura de inmersión sobre el puntaje de sabor de la pulpa de chirimoya.

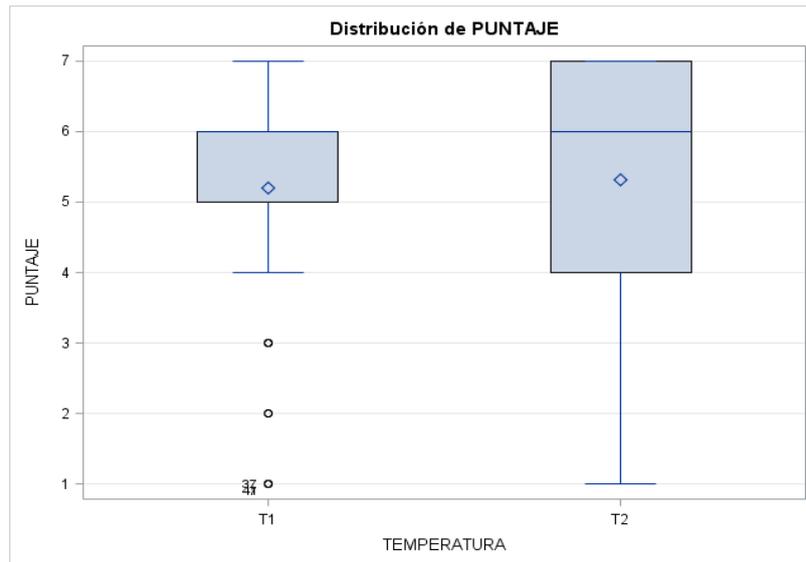


Figura 83: Efecto de la temperatura sobre el puntaje de sabor en pulpa de chirimoya

En la Figura 83 se observa que a una concentración **n1 (6 por ciento)** hay una menor distribución de puntaje de sabor que a la concentración **n2 (0 por ciento)**. El ANVA (Anexo 60) evidencia que el factor concentración de NaOH no tiene efecto significativo (a un nivel de 0,05) sobre el puntaje de sabor de la pulpa de chirimoya.

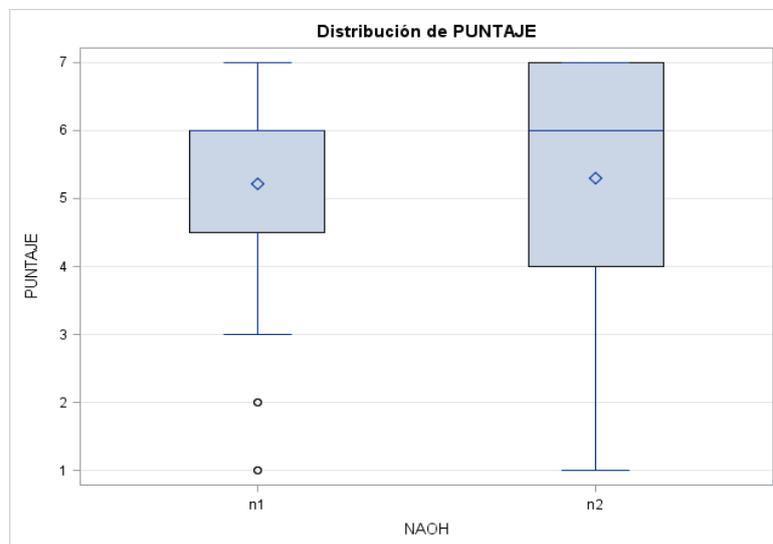


Figura 84: Efecto de la concentración de NaOH sobre el puntaje de sabor en pulpa de chirimoya

Las Figuras 84, 85 y 86 muestran los efectos de las interacciones de los factores: *concentración de NaOH-tiempo*, *concentración de NaOH-temperatura* y *tiempo-temperatura*.

En la Figura 84 se observa que las líneas de tiempo **t1 (2 min 20 s)** y **t2 (3min 5s)** tienen comportamientos diferentes a medida que se incrementa la concentración de NaOH. La línea de t1 tiene una tendencia ligeramente creciente (pendiente positiva), mientras que la línea t2 tiene una tendencia decreciente (pendiente negativa). Ambas convergen se intersectan a una concentración de 5,5 por ciento de NaOH.

El ANVA (Anexo 60) evidencia que no existen diferencias significativas del efecto de la interacción **tiempo-concentración de NaOH** a un nivel de 0,05 sobre el puntaje de sabor.

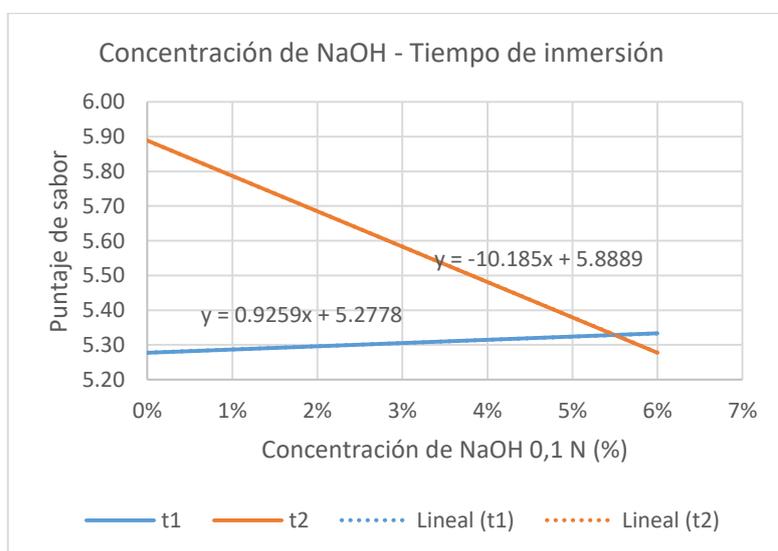


Figura 85: Efecto de la interacción de la temperatura- tiempo de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de color en pulpa de chirimoya

En la Figura 85 se observa que las líneas de temperatura **T1 (90 °C)** y **T2 (100 °C)** tienen tendencias crecientes (pendiente positiva) a medida que se incrementa la concentración de NaOH. Sin embargo la línea T2 tiene mayor pendiente que la línea T1, esto quiere decir, que a una mayor temperatura y mayor concentración en el pelado semiautomatizado se consigue un mayor puntaje de sabor.

Sin embargo, el ANVA (Anexo 60) evidencia que no existen diferencias significativas del efecto de la interacción **temperatura-concentración de NaOH** a un nivel de 0,05 sobre el puntaje de sabor.

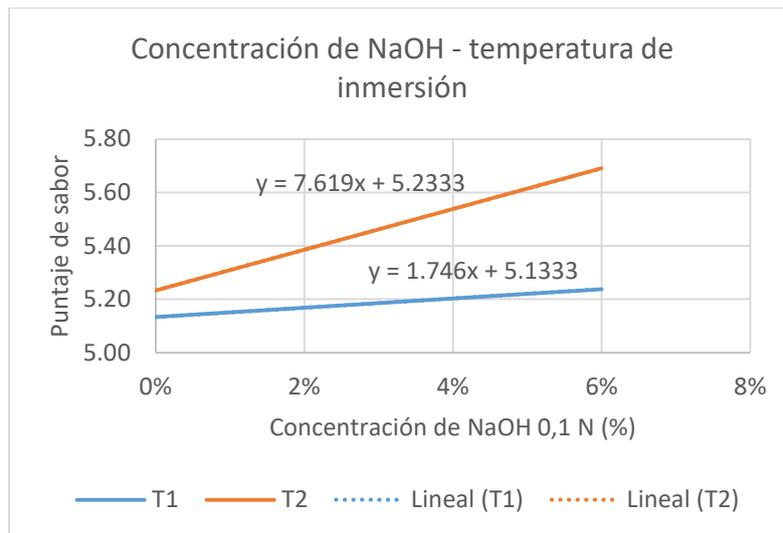


Figura 86: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH- temperatura de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de sabor en pulpa de chirimoya

En la Figura 86 se observa que las líneas de tiempo **t1 (2 min 20s)** y **t2 (3min 5s)** tienen diferentes comportamientos a medida que se incrementa la temperatura. La línea t1 tiene pendiente positiva, el aumento de temperatura es proporcional al puntaje de sabor, mientras que t2 es constante y consigue mayor puntaje que t1. Esto indica que el mayor puntaje en color de una mayor temperatura y sobre todo de un mayor tiempo de inmersión.

El ANVA (Anexo 60) evidencia que no existen diferencias significativas del efecto de la interacción **temperatura-tiempo** a un nivel de 0,05 sobre el puntaje de sabor.

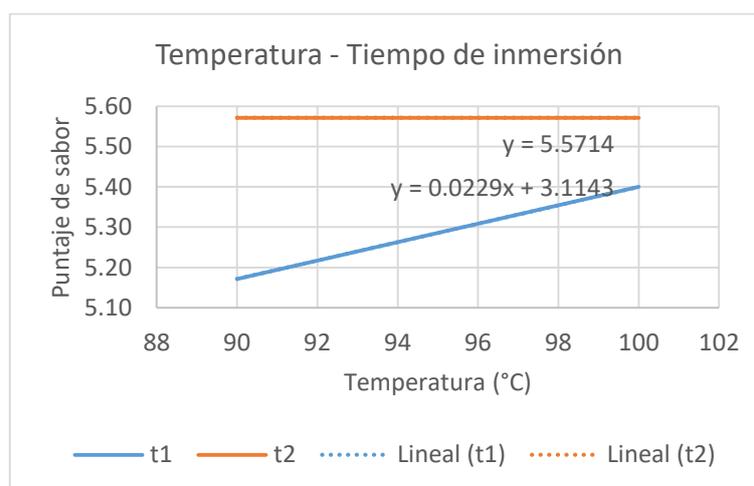
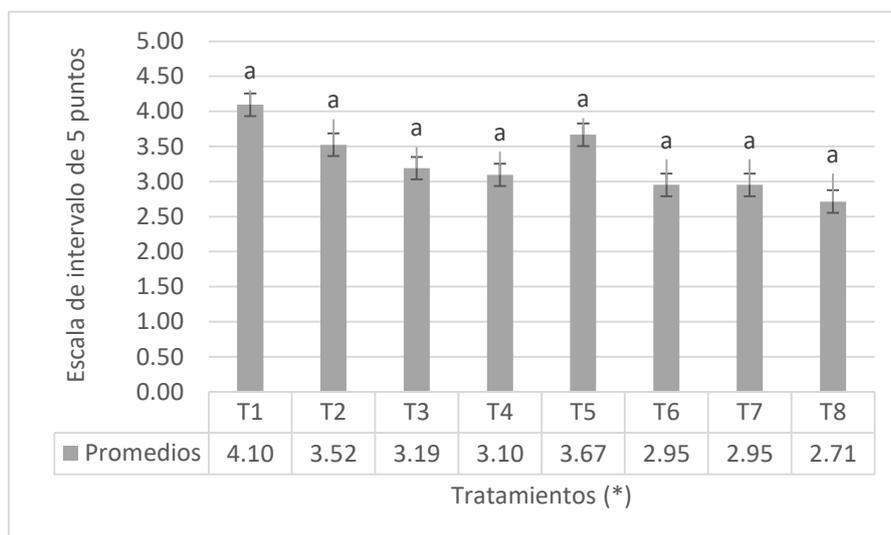


Figura 87: Efecto de la interacción de la temperatura- tiempo de inmersión sobre el recuento promedio del puntaje de sabor en pulpa de chirimoya

Por otro lado, la interacción de los tres factores *tiempo-concentración de NaOH-temperatura* no tiene un efecto significativo sobre el puntaje de color de la pulpa de chirimoya a un alfa de 0,05.

4.3.3. PRUEBA DE AROMA DE PULPA DE CHIRIMOYA

En la Figura 87 se presentan los puntajes de aroma de las pulpas obtenidas por pelado térmico y químico, se observa que el mayor puntaje en la escala de 5 puntos lo consiguió **T1** (90 °Cx 3 min 5 s) con 4 puntos, que corresponde a: «**Agradable** (Frutado, aroma marcado a chirimoya)». La evaluación estadística (Anexo 61), no mostró diferencias significativas a un nivel de significación de 0,05 entre los tratamientos para el atributo de aroma.



(*) Barras con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

Leyenda:

- T1:** 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz)
- T2:** 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz)
- T3:** 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz)
- T4:** 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz)
- T5:** 100 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH
- T6:** 100 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH
- T7:** 90 °C x 2 min 20 s (70 Hz) x 6% NaOH
- T8:** 90 °C x 3 min 5 s (50 Hz) x 6% NaOH

Figura 88: Comparación de los puntajes promedio de aroma para pulpa de chirimoya con pelado semiautomatizado

El puntaje promedio del aroma fue 3, que equivale «**Regular** (Aroma débil, ejemplo: *cocinado, verde*)» de acuerdo a la escala de intervalo utilizada.

Al respecto, Pino (2010) señala que la completa impresión del *flavor*, está determinada por el olor y el sabor. El color y la textura del fruto pueden modificar todo el juicio subjetivo de su *flavor*. Sin embargo, el aroma es por sí solo el atributo más importante que contribuye con el *flavor* característico y está referido a los componentes volátiles.

Herres, citado por Pino (2010), utilizando cromatógrafo de gas de alta resolución Fourier transformado al infrarrojo, identificó 26 químicos volátiles, incluidos 10 ésteres, 13 alcoholes, 2 ácidos y derivados del fenol en la chirimoya. Estos compuestos podrían haberse volatilizado por efecto del tratamiento térmico en la máquina prototipo y con ello influir en el aspecto sensorial.

Adicionalmente Idstein, citado por Pino (2010) analizó un cultivar chileno, usando destilación al vacío, extracción por solvente y columna cromatográfica combinada con espectrometría de masa, e identificó 208 compuestos, 58 ésteres, 54 alcoholes, 47 carbonilos, 23 hidrocarburos y 26 volátiles de estructuras diversas, los autores indican que de todos estos componentes, el que juega un papel más importante en el aroma característico de la chirimoya, son los ésteres, dentro de los cuales los metil y etil ésteres de ácidos alifáticos son los principales, especialmente los del ácido butanoico; asimismo indican que la presencia de butiratos es relevante pero que no es suficiente para explicar el característico *flavor* de la chirimoya.

En cuanto al *puntaje total* (color, sabor y aroma) el mayor promedio correspondió al **T3** (**pelado térmico a 100 °C x 3 min 5 s**) y al cual corresponden las características sensoriales: color *ligeramente oscuro*; sabor *agradable* y aroma *regular*.

Las Figuras 88, 89 y 90 muestran el efecto de los factores *tiempo*, *temperatura* y *concentración de NaOH* sobre los puntajes de aroma de la pulpa de chirimoya.

En la Figura 88 se observa que los tiempos **t1 (2 min 20 s)** y **t2 (3 min 5 s)** tienen igual distribución de puntajes de aroma, pero la media de t2 (3,45) es ligeramente superior a t1 (3,23).

El ANVA (Anexo 62) evidencia que no existen diferencias significativas a un nivel de 0,05 del efecto del tiempo sobre el puntaje de aroma en pulpa de chirimoya.

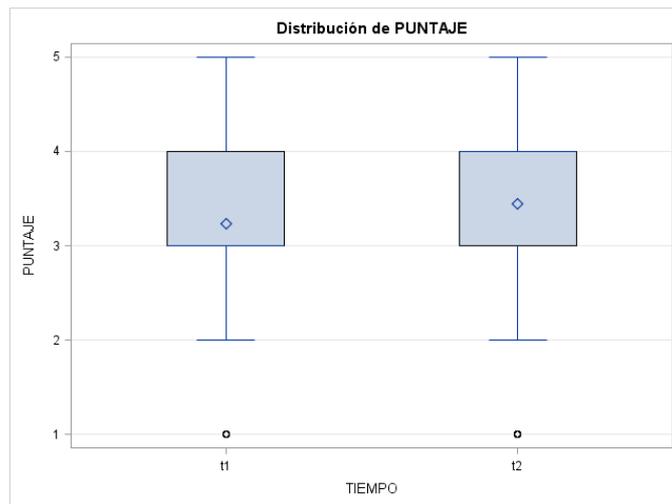


Figura 89: Efecto del tiempo sobre el puntaje de aroma en pulpa de chirimoya

En la Figura 89 se observa que las temperaturas **T1 (90 °C)** y **T2 (100 °C)** tienen igual distribución de puntajes de aroma, y las medias de ambas son muy cercanas; en el ANVA (Anexo 62) se corrobora que no existen diferencias significativas a un nivel de 0,05 del efecto de la temperatura sobre el puntaje de aroma en pulpa de chirimoya

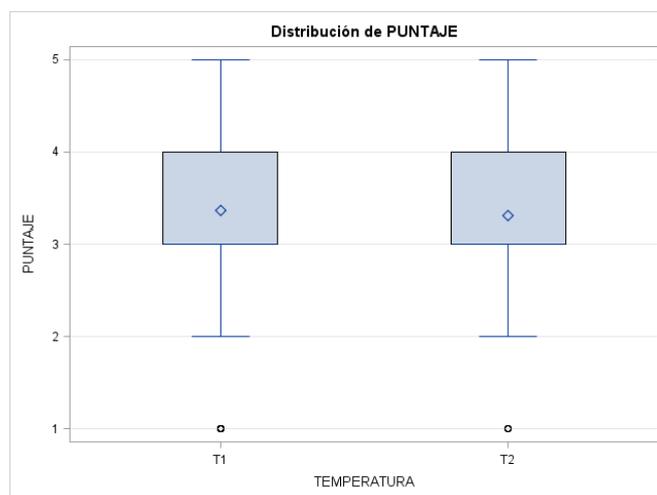


Figura 90: Efecto de la temperatura sobre el puntaje de aroma en pulpa de chirimoya

En la Figura 90 se observa que las concentraciones de NaOH 0,1 N **n1 (6 por ciento)** y **n2 (0 por ciento)** tienen diferente distribución de puntajes de aroma y sus medias son similares, 3,07 para n1 y 3,47 para n2; en el ANVA (Anexo 62) se corrobora que existen diferencias significativas a un nivel de 0,05 del efecto de la concentración de NaOH sobre el puntaje de aroma en pulpa de chirimoya.

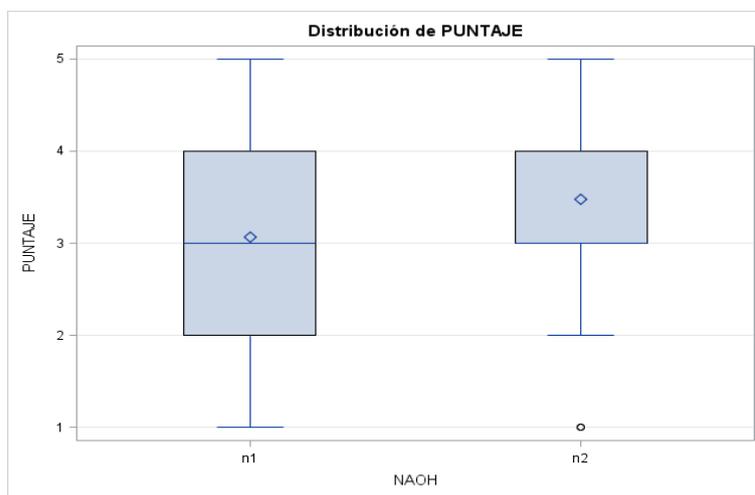


Figura 91: Efecto de la concentración de NaOH sobre el puntaje de aroma en pulpa de chirimoya

Las Figuras 91, 92 y 93 muestran el efecto de las interacciones de los factores *tiempo-concentración de NaOH*, *temperatura- concentración de NaOH* y *tiempo-temperatura*.

En la Figura 91 se observa que las líneas de tiempo t1 y t2 tienen comportamiento decreciente (pendiente negativa) del puntaje de aroma a medida que se incrementa la concentración de NaOH, siendo la inclinación de t2 ligeramente mayor que la de t1. Sin embargo, el ANVA (Anexo 62) evidencia que no existen diferencias significativas del efecto de la interacción de estos dos factores sobre el puntaje de aroma de la pulpa de chirimoya.

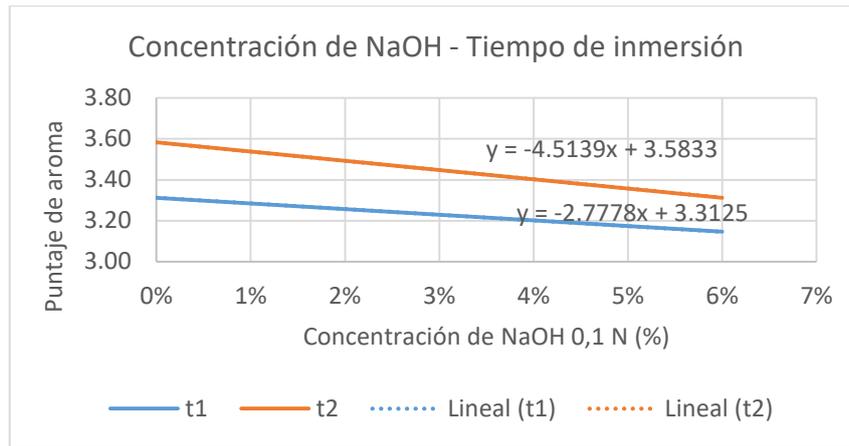


Figura 92: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH - tiempo de inmersión sobre el puntaje promedio de aroma en pulpa de chirimoya

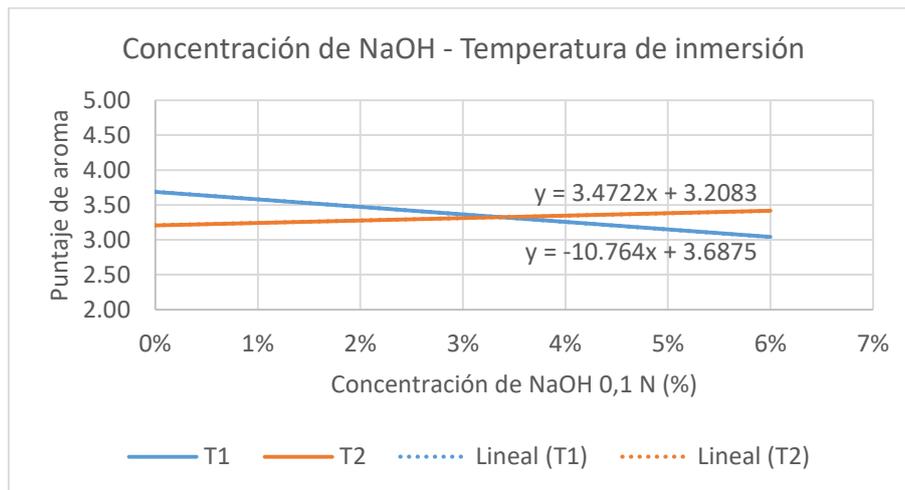


Figura 93: Efecto de la interacción de la concentración de NaOH y la temperatura sobre el puntaje promedio de aroma en pulpa de chirimoya

En la Figura 92 se observa que las líneas de temperatura T1 y T2 tienen comportamientos opuestos del puntaje de aroma, la línea **T1 (90 °C)** es decreciente (pendiente negativa) y la línea **T2 (100 °C)** es creciente (pendiente positiva) a medida que se incrementa la concentración de NaOH.

El ANVA (Anexo 62) evidencia que existen diferencias significativas del efecto de la interacción de estos dos factores sobre el puntaje de aroma de la pulpa de chirimoya.

En la Figura 93 se observa que las líneas de tiempo t1 y t2 tienen comportamientos divergentes del puntaje de aroma a medida que se incrementa la temperatura, la línea **t1 (2 min 20 s)** es decreciente (pendiente negativa) y la **línea t2 (3 min 5 s)** es creciente (pendiente positiva). El ANVA (Anexo 62) evidencia que no existen diferencias significativas del efecto de la interacción de estos dos factores sobre el puntaje de aroma de la pulpa de chirimoya a un alfa de 0,05.

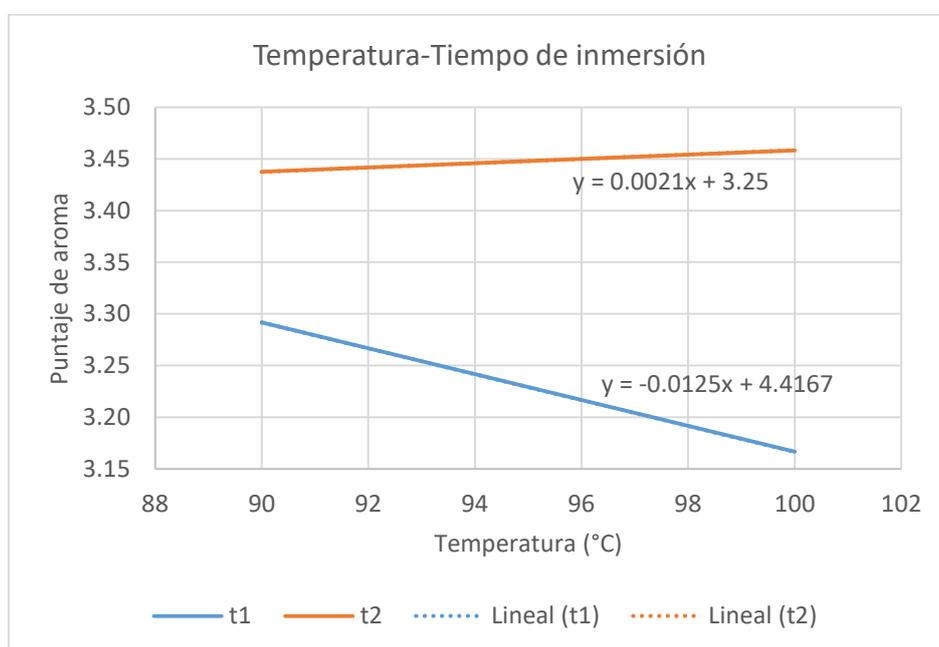


Figura 94: Efecto de la interacción del tiempo- temperatura sobre el puntaje promedio de aroma en pulpa de chirimoya

Por otro lado, la interacción de los tres factores *tiempo-concentración de NaOH-temperatura* no tiene un efecto significativo sobre el puntaje de aroma en pulpa de chirimoya a un alfa de 0,05.

V. CONCLUSIONES

- Los tratamientos de pelado térmico y químico de la chirimoya con la máquina prototipo mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sí sobre el contenido de sólidos solubles, más no sobre la acidez y pH de la pulpa; que en promedio fueron 23 °Brix, 0,39 por ciento y 4,34, respectivamente.
- Se evidencia que a mayor temperatura y concentración de NaOH existe un incremento de los sólidos solubles por el aumento de la solubilidad de azúcares y sales; mientras que a mayor tiempo de inmersión disminuyen los sólidos solubles.
- Las interacciones concentración de NaOH-tiempo, concentración de NaOH-temperatura y tiempo-temperatura tuvieron efecto significativo ($p < 0,05$) sobre el contenido de sólidos solubles y pH de la pulpa de chirimoya.
- Los tratamientos de pelado térmico y químico mostraron diferencias significativas entre sí ($p < 0,05$) sobre el recuento de enterobacterias, bacterias aerobias mesófilas, levaduras y bacterias acidúricas. El factor concentración de NaOH (6 por ciento) en la solución de inmersión disminuyó el contenido de estos microorganismos por arrastre físico, los recuentos de levaduras disminuyeron también por el efecto de la temperatura (100 °C) y las interacciones concentración de NaOH-tiempo y concentración de NaOH-temperatura.
- Los tratamientos de pelado térmico y químico no mostraron diferencias significativas entre sí sobre el recuento de bacterias aerobias esporuladas y mohos termorresistentes, sin embargo los factores que sí presentaron efecto significativo ($p < 0,05$) sobre sus recuentos fueron la temperatura, el tiempo de inmersión y la interacción de ambos.

- No se encontraron recuentos de mohos, coliformes, ni *E.coli* (< 10 UFC/g), *Staphylococcus aureus* (<10 UFC/g), ni se detectó crecimiento de *Alicyclobacillus sp* (Ausencia en 10 g); y *Salmonella* (Ausencia en 25g) en las pulpas sometidas a los tratamientos de pelado térmico y químico.
- Todas las muestras analizadas cumplieron con los requisitos microbiológicos de la Norma Sanitaria peruana que contempla el recuento de bacterias aerobias mesófilas, *E.coli* y detección de *Salmonella*. También cumplieron con los requisitos de calidad microbiológica establecidos por la empresa Selva Industrial SA en cuanto al recuento de coliformes, mohos y levaduras.
- No hay diferencias significativas en color, sabor y aroma de las pulpas obtenidas con los tratamientos de pelado químico y térmico en la máquina prototipo, a un nivel de significación de 0,05.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar la influencia del pelado químico en la máquina prototipo sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de otras variedades de chirimoya, como la criolla.
- Realizar una monitorización microbiológica basada en el recuento de indicadores de higiene en cada etapa del proceso de obtención de pulpa de chirimoya.
- Realizar una evaluación más detallada de la microflora de la chirimoya variedad lisa con métodos avanzados para la identificación de especies, sobre todo de mohos (lábilis y termorresistentes), bacterias aerobio esporuladas, levaduras y enterobacterias.
- Investigar el efecto de mayores concentraciones de soda cáustica y mayores temperaturas, y su influencia en mohos termorresistentes, bacterias acidúricas y en el sabor, color y aroma de pulpa de chirimoya.
- Identificar los componentes volátiles que dan el *flavor* característico a la pulpa de chirimoya peruana variedad lisa.
- Desarrollar un *pantone* de colores de pulpa de chirimoya variedad lisa como referencia para facilitar la evaluación del color en las pruebas sensoriales de calidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, T; Santos, F; Sanches, A; Oliveira, B; Bento, A; Costa, H. 2016. Nutricional and phytochemical composition of *Annona cherimola* Mil. fruits and by products: Potencial health benefits. Food Chemistry.187-195 p.
- Alonso, L.; Poveda, J. 2008. Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas Petrifilm 3M ® para el análisis de alimentos. Tesis Lic. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. 213 p.
- Andalzúa-Morales. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza, España, Acribia S.A. s.p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington D.C, USA.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Virginia D.C, USA.
- Bagci, U; Temiz, A. 2011. Microbiological Quality of Fresh-Squeezed Orange Juice and Efficacy of Fruit Surface Descontamination Methods in Microbiological Quality. Journal of Food Protection 74(8):1238-1244.
- BAM (Bacteriological Analytical Manual).1998. 8 ed. Consultado 16 feb. 2016. Consultado 16 may. 2016. Disponible en <https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>
- Bejarano L.M. 1992. Efecto de la variación de pH sobre la actividad enzimática de la peroxidasa en pulpa de chirimoya (*Annona cherimolia*) fresca y congelada. Tesis Ing. Lima, Perú. UNALM.
- Benzzo, T; Vaccari, C; Belluzzo, S; Sanchis, C; Iacona, A. 2006.Inoculación de néctares frutales con esporos de *Bacillus*. Alteración y riesgo alimentario. Revista Fabicib 10:21-31.

Beuchat, L; Pitt, J. 2001. Detection and Enumeration of Heat –Resistant Molds. APHA (American Public Health Association).

Bioversity International .2008. Descriptores para chirimoyo (*Annona cherimola* Mill). Proyecto CHERLA.Roma, Italia.

Bourgeois, CM; Mescle, JF; Zucca, J. 1988. Microbiología Alimentaria. Volumen 1: Aspectos Microbiológicos de la Seguridad y Calidad Alimentaria. Zaragoza, España. Acribia S.A.

Brenner, D; Farmer, J. 2015. Enterobacteriaceae. Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. France. John Wiley & Sons, Inc. DOI: 10.1002/9781118960608.fbm00222.

Brito, B; Rodríguez, M. 2008. Aplicación de tecnologías agroindustriales para el tratamiento de la chirimoya con fines de exportación (en línea). Departamento de Nutrición y Calidad Estación Experimental Santa Catalina. Ecuador. Consultado 3 mar. 2016. Disponible en <http://www.iniap.gob.ec>

Carrillo, L; Audisio, C. 2007. Manual de Microbiología de los Alimentos: Bacterias. Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy.

Castañeda, C.F. 1988. Estudios para la elaboración de mermelada de chirimoya (*Annona cherimolia* Mill). Tesis Ing. Lima, Perú. UNALM.

Collazos, C; Alvistur, E; Vásquez, J; Quiroz, A; Herrera, N; Robles, N; Arias, M; Viñas, E; Urquieta, R; Días, C; Roca, A; Faching, A; Hernández, E. 1996. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Séptima Edición. Lima, Perú. Ministerio de Salud.

Da Costa, M; Albuquerque, L.2009. *Alicyclobacillus*. Bergey's Manual Trust. John Wiley & Sons, Inc. DOI: 10.1002/9781118960608.gbm00526

Da Silva, M. 2010. Tratamentos químicos na sanitização de morango (*Fragaria vesca* L.). Brazilian Journal of Food Technology 13: 11-17. DOI: 10.4260/BJFT2010130100002

Daub, W.G.; Seese, W.S.1996. Química. Séptima Edición. Pearson Educación. México.

- De la Cruz, F.O. 2015. Temperaturas de almacenamiento en la vida postcosecha de chirimoya (*Annona cherimola*) ecotipo Cumbe. Tesis Ing. Lima, Perú. UNALM.
- Díaz, P; Hermila, B; Mendoza, N. 2015. Evaluación de la potencialidad productiva de los frutales nativos en el valle de Huaura. Lima, Perú. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria).
- Domene, M.A; Segura, M. 2014. Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. Revista Cajamar ADN Agro.005: 1-18.
- Dos Santos, E. 2007. Estudio del Comportamiento Cinético de Microorganismos de Interés en Seguridad Alimentaria con Modelos Matemáticos. Tesis Dr. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona
- Doyle, MP; Beuchat, L; Montville, T. 1997. Microbiología de los Alimentos: Fundamentos y Fronteras. Zaragoza, España, Acribia. 799 p.
- Floros, J; Chinnan, M. 1988. Microstructural Changes During Steam Peeling of Fruits and Vegetables. Journal of Food Science 53(3):849-853.
- Floros, J; Chinnan, M. 1990. Diffusion Phenomena during Chemical (NaOH) Peeling of Tomatoes. Journal of Food Science 55(2):552-553.
- Frazier, W.C; Westhoff, D.C.1993. Microbiología de los Alimentos. Cuarta edición. Zaragoza, España. Acribia.
- García, V. 2004. Introducción a la Microbiología. Segunda Edición. EUNED. Costa Rica.
- Gómez-López, M; García-Quiroga, M; Arbones-Macineira, E; Vazquez-Oderiz, M; Romero-Rodríguez, M. 2014. Comparison of different peeling systems for kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, cv Hayward). International Journal of Food Science and Technology 49:107-113.
- Gómez-Sánchez, A. 2007. Microorganismos de importancia en el tratamiento de alimentos ácidos y de alta acidez. Puebla, México. Universidad de las Américas. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. p. 24-32.

- Granados, R. 1997. Microbiología: Bacteriología, características y clasificación bacteriana; virología; características y técnicas bioquímicas. Madrid, España. Paraninfo. 352 p.
- Guevara, A. 1990. Obtención de Chirimoya (*Annona cherimola*) en Polvo por Atomización. Tesis M. Sc. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).
- Harrigan; Mc Cance. 1979. Métodos de Laboratorio en Microbiología de Alimentos y Productos. España. Académica León.
- Hayes, P.1993. Microbiología e higiene de los alimentos. Zaragoza, España, Acribia.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods of the International Union of Microbiological Societies). 2000. Microorganismos de los Alimentos. Zaragoza, España, Acribia.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 2002. Microorganismos de los Alimentos 7: Análisis microbiológico en la gestión de la seguridad alimentaria. Zaragoza, España, Acribia.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2014. Hidróxido de sodio. Colombia.
- IFU (International Federation of Fruit Juice Producers).2004. Method No. 12. Method on the Detection of taint producing Alicyclobacillus in Fruit Juices. 11 p.
- IFU (International Federation of Fruit Juice Producers).2005. Sensorial Analysis No. 25.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria).1993. Momento óptimo de cosecha en manzana (en línea). Montevideo, Uruguay. Consultado 13 jun. 2016. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2731/1/111219240807155151.pdf>
- Kaleog Lu, M; Bayindirli, L; Bayindirli, A. 2004. Lye peeling of "tombul" hazelnuts and Effect of peeling on quality. Food and Bioproducts Processing 82:201-206.

- Lira, J. 2014. El sesenta por ciento de chirimoya puede utilizarse para hacer productos con valor agregado (en línea). Diario Gestión, Lima, Perú; 21 may. Consultado 4 abr. 2016. Disponible en <http://gestion.pe/economia/60-chirimoya-puede-utilizarse-hacer-productos-valor-agregado-2097979>
- Logan, N; De Vos, P. 2009. *Geobacillus*. Bergey's Manual Trust. John Wiley & Sons, Inc. DOI: 10.1002/9781118960608.gbm00533.
- Macedo, M; Vola, M. 2007. Principales grupos de bacilos Gram positivos aerobios: Temas de Bacteriología y Virología médica (en línea). Uruguay. p. 339-353. Consultado 11 feb. 2016. Disponible en <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/grampositivosaerobios.pdf>
- Manzocco, L; Mastrocola, D; Poiana, M. 1998. Control of browning in frozen puree of cherimoya (*Annona cherimola* mill.) fruit. *Sciences des Aliments* 18:101-107.
- Mariano, M. 2003. Efecto de la radiación gamma en el proceso de maduración de la chirimoya (*Annona cherimola*). Tesis Ing. Lima, Perú. UNALM.
- Martin, R. 2010. Métodos rápidos y automatizados aplicados al análisis microbiológico de los alimentos (en línea). España. Universidad Complutense de Madrid. Consultado 11 feb. 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/277804745_Metodos_rapidos_y_automatizados_aplicados_al_analisis_microbiologico_de_los_alimentos
- Matthews, K. 2006. Microbiología de las frutas y las verduras frescas. Zaragoza, España, Acribia.
- McKnight, IC; Eiroa, MN; Sant' Ana, AS; Massaguer, PR. 2010. Alicyclobacillus acidoterrestris in pasteurized exotic Brazilian fruit juices: Isolation, genotypic characterization and heat resistance. *Food Microbiology* 27:1016-1022.
- Mencías, E. 2003. Intoxicación por cáusticos. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* 26. Pamplona, España. Consultado 28 ago. 2017. Disponible en http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000200012

- MINSA (Ministerio de Salud del Perú). 2008. Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. 071. Lima, Perú.
- Montville. 2009. Microbiología de los Alimentos. Zaragoza, España, Acribia.
- Noratto, G. 1990. Utilización de agentes quelantes en la estabilización de pulpa de chirimoya. Tesis Ing. Lima, Perú. UNALM.
- Olivas, E; Alarcón, L. 2001. Manual de prácticas laboratorio de microbiología básica y microbiología de alimentos. México. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Consultado 9 feb. 2016. Disponible en <http://bivir.uacj.mx/Reserva/Documentos/rva2011297.pdf>
- Palma, T; Aguilera, J; Stanley, D. 1993. A review of postharvest events in cherimoya. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica. Postharvest Biology and Technology 2:187-208.
- Paltrinieri, G; Figuerola, F. 1993. Manual para el curso sobre procesamiento de frutas y hortalizas a pequeña escala en Perú. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Lima, Perú. 88 p.
- Parish, ME; Beuchat, LR; Suslow, TV; Harris, LJ; Garret, EH; Farber, JN; Busta, FF. 2003. Methods to Reduce-Eliminate Pathogens from Fresh and Fresh-Cut Produce. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 2:161-173.
- Pedrero, D; Pangborn, R. 1996. Evaluación sensorial de los alimentos: Métodos analíticos. México D.F, México. Longman.
- Pérez, R; Toledo, J; Grande, J; Gálvez, A; Lucas, R. 2015. Analysis of the effect of high hydrostatic pressure treatment and enterocin AS-48 addition on the bacterial communities of cherimoya pulp. España. Universidad de Jaén. International Journal of Food Microbiology 196:62-69.
- Pino, J; Roncal, E. 2016. Characterisation of odour-active compounds in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) fruit. Flavor and Fragrance Journal. 31: 143-148. DOI: 10.1002/ffj.3292.

- Pino, JA. 2010. Flavors for Fruit Commodities: Annona Fruits. Handbook of Fruit and Vegetables Flavors. Y.H. Hui © y John Wiley & Sons, Inc. 231-463 p.
- Ray, B; Bhunia, A. 2010. Fundamentos de Microbiología de los alimentos. 4 Ed. México. McGraw Hill.
- Rodríguez, C; De Souza, E; Resende, M; Augusto, V. 2011. Polyphenoloxidase from atemoya fruit (*Annona cherimola* Mill.∞*Annona squamosa* L.). Journal of Food Biochemistry 35(6):1583-1592.
- Saá, M. 2014. Alteración de los Alimentos. Capítulo II. Consultado el 15 jun. 2017. Disponible en <https://es.slideshare.net/marianasaa5/alteracin-de-los-alimentos>
- Samish, Z; Etilenger-Tulczynska; Bick, M. 1963. The Microflora within the Tissue of fruits and Vegetables. Israel. National and University Institute of Agriculture Rehovot. p. 259-266
- Santos da Silva, P; Tessaro, I; Ferreira, L. 2013. Integrating a kinetic microbial model with a heat transfer model to predict *Byssochlamys fulva* growth in refrigerated papaya pulp. Journal of Food Engineering 118: 279-288
- Selva Industrial S.A. 2016. Criterios para los análisis microbiológicos de pulpas y concentrados. F-CC-015. Callao, Perú.
- Sevillano, L; Sola, M; Vargas, A. 2008. Induction of Small Heat-Shock Proteins in Mesocarp of Cherimoya Fruit (*Annona cherimola* Mill.) Produces Chilling Tolerance. Journal of Food Biochemistry 34: 625-638.
- Shashirekhaa, M; Baskarana, R; Vijayalakshmia, M; Jaganmohan, R; Rajarathnama, S. 2008. Influence of processing conditions on flavor compounds of custard apple (*Annona squamosa* L.). Food Science and Technology 41: 236–243.
- Sierra Exportadora-AREX (Asociación Regional de Exportadores de Lambayeque). 2015. Perfil Comercial de la Chirimoya. Consultado 12 feb. 2016. Disponible en http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil_comercial/PERFIL%20COMERCIAL%20CHIRIMOYA.pdf

- Silva, FM. Gibbs, P. Vieira, MC. Silva, C.1999. Thermal inactivation of Alicyclobacillus acidoterrestris spores under different temperatura, soluble solids and pH conditions for the design of fruit processes. International Journal of Food Microbiology. Vol 51. 95-103 p.
- Strawn, L; Schneider, K; Danyluk, M. 2011. Microbial Safety of Tropical Fruits. University of Florida. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 151: 132–145.
- Torres, A.L. 2013. Asociaciones Impulsarán Gremio de Chirimoya. Agencia Agraria de Noticias. Consultado el 15 mar. 2016. Disponible en <http://agraria.pe/noticias/asociaciones-impulsaran-gremio-de-chirimoya-4457>.
- Tribst, AAL; Sant' Ana, AS; de Masaguer, P. 2009. Review: Microbiological quality and safety of fruit juices. Past, present and futures perspectives. Critical Reviews in Microbiology 35(4):310-339.
- Trindade, R; Resende, M; Silva, C; Rosa, C. 2002. Yeasts Associated with Fresh and Frozen Pulps of Brazilian Tropical Fruits. Systematic and Applied Microbiology 25:294-300.
- Ukuku, DO; Fett, WF. 2002. Effectiveness of Chlorine and Nisin-EDTA Treatments of Whole Melons and Fresh-Cut Pieces for Reducing Native Microflora and Extending Shelf-Life. Journal of Food Safety 22:231-253.
- UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia). 2012. Técnicas de recuento bacteriano. Consultado 10 feb. 2016. Disponible en http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201504/micro/3_4_3recuento.htm
- UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 2007. Módulo 4: Microorganismos de alteración o deterioro. Consultado 10 jun. 2016. Disponible en http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/4Alteracion_6541.pdf
- UNSA (Universidad Nacional de Salta, AR). 2007. Bacterias. Consultado 10 feb. 2016. Disponible en <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/2%20bacterias.pdf>
- Valdez, J. 2015. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Guía de prácticas. Lima, Perú. UNALM.

Velezmoro, C. 1988. Conservación de pulpa de chirimoya (*Annona cherimola*). Tesis Ing.
Lima, Perú. UNALM.

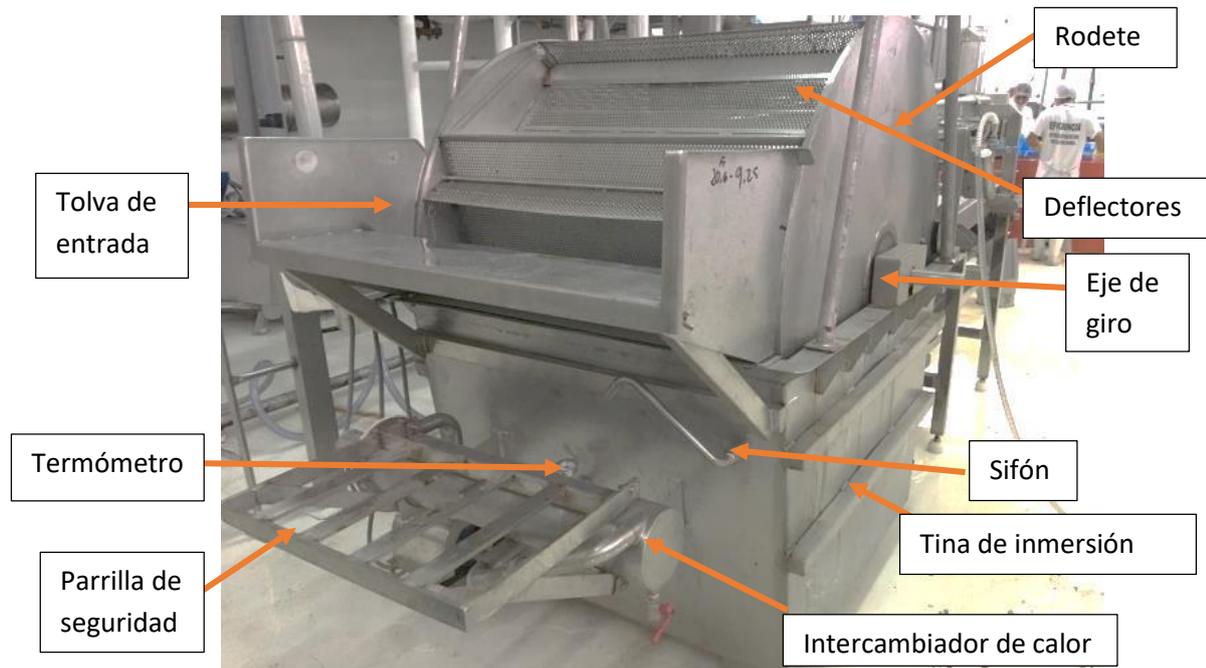
Yousef, A.; Carlstrom, C. 2003. Microbiología de los alimentos: Manual de laboratorio.
Zaragoza, España, Acribia.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. RESULTADOS DE PULPA DE CHIRIMOYA OBTENIDA CON EL PROCESO DE PELADO MANUAL

VARIABLES RESPUESTA	UNIDAD	R1	R2	R3	PROMEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO
Características microbiológicas							
BACT. AEROBIAS MESÓFILAS	UFC/g	13000	12700	10500	12066	13000	10500
MOHOS	UFC/g	1000	900	700	866	1000	700
LEVADURAS	UFC/g	3200	4100	4000	3766	4100	3200
COLIFORMES TOTALES	UFC/g	840	300	450	530	840	300
E.COLI	UFC/g	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SALMONELLA	Ausencia o presencia/25g	Ausencia/ 25g	Ausencia/ 25g	Ausencia/ 25g	Ausencia/ 25g	Ausencia/ 25g	Ausencia/ 25g
Características fisicoquímicas							
BRIX	°Brix	24,5	24,7	24,8	24,67	24,8	24,5
ACIDEZ	%	0,42	0,43	0,42	0,42	0,43	0,42
PH	pH	4,26	4,27	4,30	4,27	4,27	4,26
Características sensoriales							
COLOR	Puntaje 1-4	2	2	3	2.3	3	2
AROMA	Puntaje 1-6	3	3	3	3	3	3
SABOR	Puntaje 1-10	6	6	6	6	6	6

ANEXO 2. MÁQUINA PROTOTIPO DE PELADO QUÍMICO



a. Primera parte: rodete de acero inoxidable de la máquina prototipo.



b. Segunda parte: Fajas transportadoras superior e inferior.

ANEXO 3. MÁQUINA PULPEADORA DE LA EMPRESA SELVA INDUSTRIAL SA

- a. Vista lateral de máquina pulpeadora



- b. Vista de perfil de máquina pulpeadora (abierta e interior con cepillos recambiables)



ANEXO 4. FICHA DE EVALUACIÓN DE RECONOCIMIENTO DE SABORES

FICHA DE EVALUACIÓN RECONOCIMIENTO DE SABORES BÁSICOS

NOMBRES Y APELLIDOS:	FECHA:
	HORA:

INDICACIONES:

En los vasos hay sustancias con sabor dulce, salado, ácido y amargo, una repetición de uno de ellos y agua. Identifique los sabores probándolos de izquierda a derecha, beba un sorbo de agua entre cada muestra y anote las respuestas en la siguiente tabla:

CÓDIGO	GUSTO BÁSICO
563	
625	
342	
896	
142	

OBSERVACIONES:

Muchas gracias! ☺

Proyecto de Innovación “Desarrollo de un prototipo que permita optimizar la obtención de pulpa de chirimoya por el convenio No. 345 – PNICP-PITEI- 2014.” FINCyT- SELVA INDUSTRIAL S.A. 2016

**ANEXO 5. FICHA DE EVALUACIÓN DE RECONOCIMIENTO DE OLORES
BÁSICOS PARA SELECCIÓN DE PANELISTAS**

**FICHA DE EVALUACIÓN
RECONOCIMIENTO DE OLORES BÁSICOS**

NOMBRES Y APELLIDOS:	FECHA:
	HORA:

INDICACIONES:

En los vasitos naranjas hay sustancias con diferentes olores, acérquelos a su nariz y husmee brevemente tres veces y trate de identificar el olor. Si no se le viene a la memoria el nombre exacto de la sustancia, trate de describir alguna cosa con la que usted asocie ese olor.

Espera de 15 a 20 segundos antes de evaluar la siguiente muestra, realice la prueba de izquierda a derecha y anote sus resultados en la siguiente tabla.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL OLOR
349	
246	
966	
818	
103	

OBSERVACIONES:

Muchas gracias! ☺

Proyecto de Innovación “Desarrollo de un prototipo que permita optimizar la obtención de pulpa de chirimoya por el convenio No. 345 – PNICP-PITEI- 2014.” FINCyT- SELVA INDUSTRIAL S.A. 2016

ANEXO 6. FICHA DE EVALUACIÓN DE SELECCIÓN DE PANELISTAS

FICHA DE EVALUACIÓN

SELECCIÓN DE PANELISTAS CON PRUEBA DEL TRIÁNGULO

NOMBRES Y APELLIDOS:	FECHA:
	HORA:

INDICACIONES

En cada serie usted evaluara tres muestras, dos de ellas son idénticas. Pruebe las muestras en el orden de izquierda a derecha e identifique la muestra que es diferente en cuanto al sabor.

Anote sus respuestas en la tabla a continuación:

FECHA	SERIE	CODIGO MUESTRA DIFERENTE
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	
	16	

OBSERVACIONES

Muchas gracias! 😊

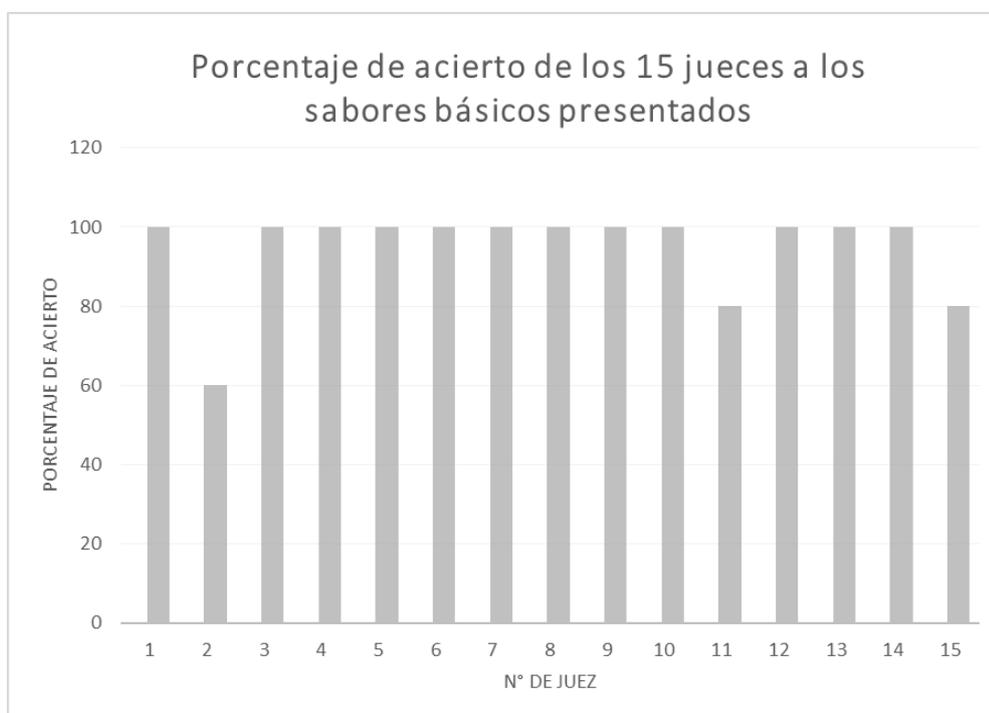
Proyecto de Innovación “Desarrollo de un prototipo que permita optimizar la obtención de pulpa de chirimoya por el convenio No. 345 – PNICP-PITEI- 2014.” FINCyT- SELVA INDUSTRIAL S.A. 2016

ANEXO 7. RESULTADOS DE RECONOCIMIENTO DE SABORES PARA LA SELECCIÓN DE PANELISTAS

a. Resultados de calificación del reconocimiento de sabores básicos

N°	Panelista	Muestra					Puntaje	Porcentaje de acierto
		563	625	342	896	142		
		Acido	Salado	Dulce	Salado	Amargo		
1	LUIS NOA	1	1	1	1	1	5	100
2	LUIS LUCERO	0	1	1	1	0	3	60
3	FELIX RAMOS	1	1	1	1	1	5	100
4	FELIX JAVIER	1	1	1	1	1	5	100
5	CARMEN	1	1	1	1	1	5	100
6	ROSA	1	1	1	1	1	5	100
7	LAMBERT	1	1	1	1	1	5	100
8	MARIA C.	1	1	1	1	1	5	100
9	NATALIA	1	1	1	1	1	5	100
10	JESUS	1	1	1	1	1	5	100
11	MIRIAM	0	1	1	1	1	4	80
12	DIEGO	1	1	1	1	1	5	100
13	JACKELINE	1	1	1	1	1	5	100
14	THALIA	1	1	1	1	1	5	100
15	MILAGROS	1	1	1	1	0	4	80
						Promedio de aciertos (%)	94.67	
						Desviación Estándar (%)	11.87	

b. Porcentaje de aciertos de sabores básicos por juez



ANEXO 8. RESULTADOS DE RECONOCIMIENTO DE OLORES PARA LA SELECCIÓN DE PANELISTAS

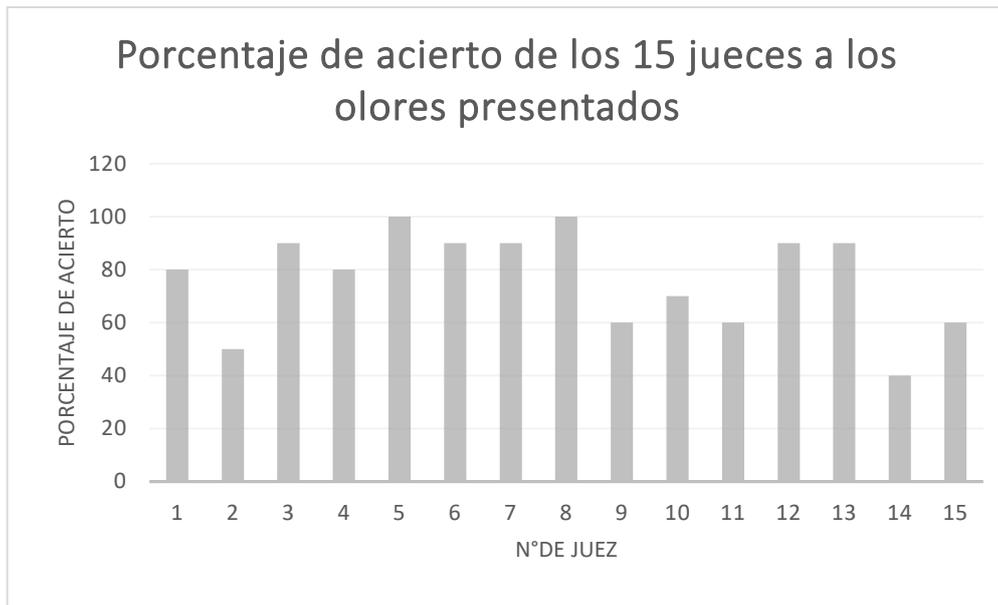
a. Cuadro de resultados de la prueba de reconocimiento de olores

N°	PANELISTA	MUESTRA				
		349	246	966	818	103
		Vinagre	Vainilla	Clavo de olor	Manzanilla	Café
1	LUIS NOA	Vinagre	Vainilla	Clavo de olor	Especia	Café
2	LUIS LUCERO	Vinagre	Dulce	Clavo de olor	Nada	Chocolate
3	FELIX RAMOS	Vinagre	Vainilla	Clavo de olor	Infusión	Café
4	FELIX JAVIER	Fermentado	Vainilla	Especia	Manzanilla	Café
5	CARMEN	Vinagre	Vainilla	Clavo de olor	Manzanilla	Café
6	ROSA	Vinagre	Vainilla	Especia	Manzanilla	Café
7	LAMBERT	Vinagre	Vainilla	Especia	Manzanilla	Café
8	MARIA C.	Vinagre	Vainilla	Clavo de olor	Manzanilla	Café
9	NATALIA	Vinagre	Vainilla	Hierba	Manzanilla	Hierba
10	JESUS	Vinagre	Vainilla	Clavo de olor	Infusión	Café
11	MIRIAM	Nada	Vainilla	Nada	Nada	Café
12	DIEGO	Vinagre	Dulce	Clavo de olor	Manzanilla	Café
13	JACKELINE	Vinagre	Dulce	Clavo de olor	Manzanilla	Café
14	THALIA	Vinagre	Vainilla	Hierba	Papel	Nada
15	MILAGROS	Vinagre	Vainilla	Naranja	Manzanilla	Cocoa

b. Resultados de la calificación en la prueba de olores

	ALUMNO	MUESTRA					PUNTAJE	PORCENTAJE DE ACIERTOS
		349	246	966	818	103		
		Vinagre	Vainilla	Clavo de olor	Manzanilla	Café		
1	LUIS NOA	2	2	2	0	2	8	80
2	LUIS LUCERO	2	1	2	0	0	5	50
3	FELIX RAMOS	2	2	2	1	2	9	90
4	FELIX JAVIER	1	2	1	2	2	8	80
5	CARMEN	2	2	2	2	2	10	100
6	ROSA	2	2	1	2	2	9	90
7	LAMBERT	2	2	1	2	2	9	90
8	MARIA C.	2	2	2	2	2	10	100
9	NATALIA	2	2	0	2	0	6	60
10	JESUS	0	2	2	1	2	7	70
11	MIRIAM	2	2	0	0	2	6	60
12	DIEGO	2	1	2	2	2	9	90
13	JACKELINE	2	1	2	2	2	9	90
14	THALIA	2	2	0	0	0	4	40
15	MILAGROS	2	2	0	2	0	6	60
					Promedio de aciertos (%)			77
					Desviación Estándar (%)			18.77

c. Resultados del porcentaje de acierto en reconocimiento de olores



ANEXO 9. PUNTAJES ACUMULADOS DE PRUEBA TRIANGULAR PARA SELECCIÓN DE JUECES

LUIS NOA	LUIS LUCERO	FELIX RAMOS	FELIX JAVIER	CARMEN	ROSA	LAMBERT	MARIA C.	NATALI A	JESU S	MIRIA M	DIEG O	JACKELIN E	THALI A	MILAGR OS
1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
2	1	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
3	2	3	3	3	2	2	3	1	3	1	3	2	1	1
4	2	3	3	3	3	2	4	1	3	1	4	2	1	2
5	2	4	3	3	4	3	5	2	4	2	4	3	2	3
6	2	5	4	4	5	4	6	2	5	2	5	4	2	3
6	3	6	5	5	6	5	6	3	6	3	6	5	2	4
7	4	7	6	6	7	5	7	3	7	3	7	5	2	4
8	5	8	6	6	8	5	8	3	8	3	7	6	3	4
8	5	8	7	7	9	6	8	4	9	3	8	6	3	4
9	5	9	8	8	10	7	9	4	10	3	9	7	3	4
9	6	10	9	9	11	8	10	4	11	3	10	8	3	4
9	6	10	10	10	11	9	11	5	12	4	11	8	4	4
10	6	11	11	11	12	9	12	6	12	5	11	9	4	4
11	6	12	11	11	13	9	13	6	12	5	11	10	4	4
12	7	13	12	12	13	10	13	6	13	5	12	11	4	5

Para realizar el tratamiento de datos, se debió determinar los límites de la carta secuencias de Wald; para ello se utilizó las siguientes fórmulas:

$$d0 = a0 + bn \quad (\text{Línea inferior } Lo) \quad a0 = -2.81$$

$$d1 = a1 + bn \quad (\text{Línea superior } L1) \quad a1 = 2.81$$

$$b = 0.578$$

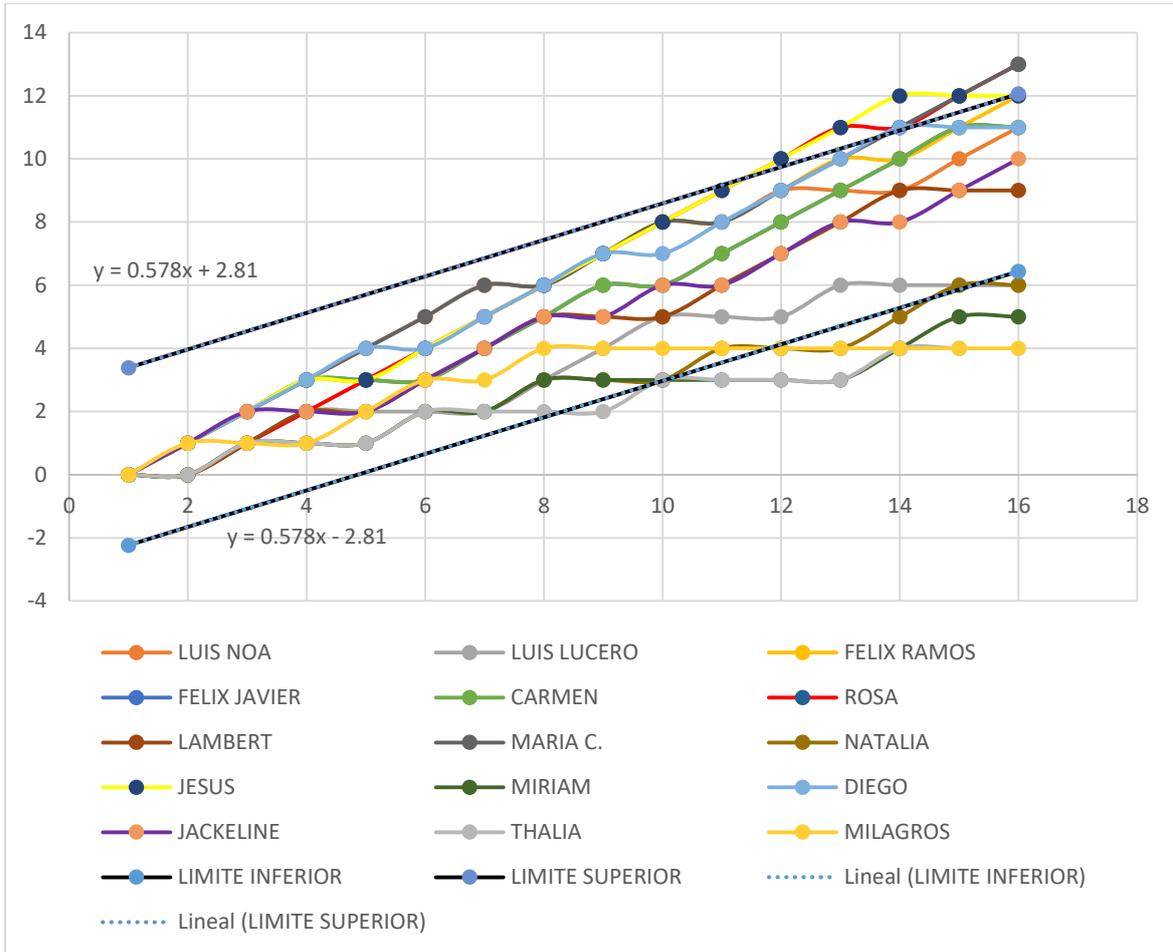
Además, para el análisis secuencial de Wald se consideró $Po=0.45$ (máxima habilidad inaceptable) y $P1=0.7$ (mínima habilidad aceptable); con un $a=b=0.05$; lo cual arroja los siguientes resultados:

$$N = 1 \quad 16$$

$$d0 = -2.232 \quad 6.438$$

$$d1 = 3.388 \quad 12.058$$

ANEXO 10. RESULTADOS DE PRUEBA DISCRIMINATIVA TRIANGULAR DE SELECCIÓN DE JUECES



ANEXO 11. FOTOGRAFÍAS DEL ENTRENAMIENTO SENSORIAL DE PULPA DE CHIRIMOYA EN LA EMPRESA SELVA INDUSTRIAL SA

a. Muestras de escala de color



b. Muestras para prueba de sabor



c. Grupo de panelistas realizando prueba de sabor



**ANEXO 12. INFORMACIÓN Y REFERENCIA DE LOS JUECES
SENSORIALES ENTRENADOS**

	NOMBRES DE LOS JUECES	CARGO/ ÁREA
1	Carmen Castro Castillo	Analista de control de calidad
2	Jesús Arias Oscanoa	Personal de Mantenimiento de Equipos y maquinaria
3	Diego Bulos Sejuro	Gerente de operaciones
4	Rosa Ranilla Azo	Analista de control de calidad
5	Luis Noa Barrientos	Jefe de planta
6	Felix Ramos Guerrero	Jefe de Aseguramiento de la Calidad
7	Maria Claudia Diaz Zúñiga	Asistente de Comercio Exterior
8	Jackeline Estrada Yarico	Jefe de almacén de congelados
9	Lambert Pie Pau	Asesor de ingeniería y tecnología

**ANEXO 13. RESULTADOS DEL ENTRENAMIENTO DE JUECES
 SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO DE COLOR EN PULPA
 DE CHIRIMOYA**

a. Resultados

ESCALA DE RESPUESTA DE 4 PUNTOS PARA COLOR								
JUECES	Rep.	MUESTRAS						SUMA
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
María Claudia	I	4	3	2	1	4	2	16
	II	1	4	2	2	3	4	16
	III	4	1	2	1	4	3	15
	Suma	9	8	6	4	11	9	47
	Promedio	3,000	2,667	2,000	1,333	3,667	3,000	
	Desv. Stand	1,732	1,528	0,000	0,577	0,577	1,000	
Jesús	I	4	3	2	1	4	1	15
	II	3	4	2	3	1	4	17
	III	3	2	2	1	3	3	14
	Suma	10	9	6	5	8	8	46
	Promedio	3,333	3,000	2,000	1,667	2,667	2,667	
	Desv. Stand	0,577	1,000	0,000	1,155	1,528	1,528	
Rosa	I	4	2	2	1	4	3	16
	II	4	2	2	1	4	3	16
	III	4	2	2	1	3	3	15
	Suma	12	6	6	3	11	9	47
	Promedio	4,000	2,000	2,000	1,000	3,667	3,000	
	Desv. Stand	0,000	0,000	0,000	0,000	0,577	0,000	
Carmen	I	4	2	2	1	4	3	16
	II	4	3	2	1	3	4	17
	III	4	3	2	1	4	3	17
	Suma	12	8	6	3	11	10	50
	Promedio	4,000	2,667	2,000	1,000	3,667	3,333	
	Desv. Stand	0,000	0,577	0,000	0,000	0,577	0,577	
Félix	I	4	2	3	1	4	3	17
	II	4	2	2	1	4	3	16
	III	4	2	2	1	3	4	16
	Suma	12	6	7	3	11	10	49
	Promedio	4,000	2,000	2,333	1,000	3,667	3,333	
	Desv. Stand	0,000	0,000	0,577	0,000	0,577	0,577	
Lambert	I	4	2	2	1	4	3	16
	II	1	4	2	3	3	4	17
	III	4	2	2	1	4	3	16
	Suma	9	8	6	5	11	10	49
	Promedio	3,000	2,667	2,000	1,667	3,667	3,333	
	Desv. Stand	1,732	1,155	0,000	1,155	0,577	0,577	

Jackelyne	I	4	3	2	4	4	3	20
	II	4	2	1	1	4	3	15
	III	4	2	1	1	4	2	14
	Suma	12	7	4	6	12	8	49
	Promedio	4,000	2,333	1,333	2,000	4,000	2,667	
	Desv. Stand	0,000	0,577	0,577	1,732	0,000	0,577	
Diego	I	4	2	2	3	4	3	18
	II	2	2	2	1	4	3	14
	III	4	3	1	1	3	2	14
	Suma	10	7	5	5	11	8	46
	Promedio	3,333	2,333	1,667	1,667	3,667	2,667	
	Desv. Stand	1,155	0,577	0,577	1,155	0,577	0,577	
Luis	I	4	3	2	1	4	3	17
	II	4	3	1	4	4	3	19
	III	3	3	2	1	4	3	16
	Suma	11	9	5	6	12	9	52
	Promedio	3,667	3,000	1,667	2,000	4,000	3,000	
	Desv. Stand	0,577	0,000	0,577	1,732	0,000	0,000	
SUMA		97	68	51	40	98	81	435
PROMEDIO TOTAL		3,59	2,52	1,89	1,48	3,63	3,00	

b. ANVA a un alfa (α) de 0,05.

FV	GL	SC	CM	FC	F5%
Jueces	8	1,778	0,222	0,066	2,32
Muestras (Tratamientos)	5	105,981	21,196	6,32	2,59
Error experimental	26	87,185	3,353		
Total	39	194,944			

T(tratamientos)	6
n (rep.)	3
b (jueces)	9
TC	1168,056

c. Conclusiones

En cuanto a los jueces, no hay diferencia significativa, pues el F calculado es menor al F tabular; esto indica que son homogéneos. En cuanto a las muestras, el F calculado es mayor al F tabular al 5 % de significancia, esto quiere decir que hay diferencias significativas en cuanto al color de la pulpa.

**ANEXO 14. RESUMEN DEL ANVA DE LOS RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO EN COLOR DE LA PULPA DE
CHIRIMOYA**

FV	GL	MARIA CLAUDIA	ROSA	CARMEN	FELIX	LAMBERT	JACKELYN E	JESUS	DIEGO	LUI S	Valor crítico para F
		CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	
Tratamiento	5	2.056	3.922	3.822	3.922	1.789	3.422	1.156	2.089	2.489	3.106
Error Exp.	12	1.167	0.056	0.167	0.167	1.056	0.667	1.222	0.667	0.611	
Fc		1.762	70.600	22.933	23.533	1.695	5.133	0.945	3.133	4.073	
Probabilidad		0.195	1.77E-08	9.336E-06	8.138E-06	0.210	0.009	0.5	0.048	0.021	
Desviación típica residual		1.08	0.24	0.41	0.41	1.03	0.82	1.11	0.82	0.78	

ANEXO 15. RESULTADOS DEL ENTRENAMIENTO DE JUECES SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO DE SABOR EN PULPA DE CHIRIMOYA.

a. Resultados

ESCALA DE RESPUESTA DE 7 PUNTOS PARA SABOR							
JUECES	Rep.	MUESTRAS					SUMA
		M1	M2	M3	M4	M5	
María Claudia	I	2	2	3	4	5	16
	II	3	2	2	3	4	14
	III	2	3	2	4	2	13
	Suma	7	7	7	11	11	43
	Promedio	2,333	2,333	2,333	3,667	3,667	
	Desv. Stand	0,577	0,577	0,577	0,577	1,528	
Jesús	I	4	3	5	1	2	15
	II	3	2	3	2	3	13
	III	4	3	3	1	2	13
	Suma	11	8	11	4	7	41
	Promedio	3,667	2,667	3,667	1,333	2,333	
	Desv. Stand	0,577	0,577	1,155	0,577	0,577	
Rosa	I	4	5	1	2	3	15
	II	3	5	1	4	2	15
	III	3	5	1	4	2	15
	Suma	10	15	3	10	7	45
	Promedio	3,333	5,000	1,000	3,333	2,333	
	Desv. Stand	0,577	0,000	0,000	1,155	0,577	
Carmen	I	6	5	4	7	1	23
	II	4	3	3	6	2	18
	III	3	3	2	6	2	16
	Suma	13	11	9	19	5	57
	Promedio	4,333	3,667	3,000	6,333	1,667	
	Desv. Stand	1,528	1,155	1,000	0,577	0,577	
Félix	I	2	3	4	6	5	20
	II	2	3	5	6	1	17
	III	3	3	4	6	2	18
	Suma	7	9	13	18	8	55
	Promedio	2,333	3,000	4,333	6,000	2,667	
	Desv. Stand	0,577	0,000	0,577	0,000	2,082	
Lambert	I	2	5	5	6	4	22
	II	3	5	5	3	4	20
	III	2	5	4	1	4	16
	Suma	7	15	14	10	12	58
	Promedio	2,333	5,000	4,667	3,333	4,000	
	Desv. Stand	0,577	0,000	0,577	2,517	0,000	

Jackelyne	I	2	3	4	6	5	20
	II	3	4	5	4	5	21
	III	3	4	5	6	5	23
	Suma	8	11	14	16	15	64
	Promedio	2,667	3,667	4,667	5,333	5,000	
	Desv. Stand	0,577	0,577	0,577	1,155	0,000	
Diego	I	5	5	4	7	1	22
	II	6	4	4	6	2	22
	III	5	4	3	6	1	19
	Suma	16	13	11	19	4	63
	Promedio	5,333	4,333	3,667	6,333	1,333	
	Desv. Stand	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	
Luis	I	4	5	1	2	3	15
	II	3	5	1	4	2	15
	III	3	4	2	4	2	15
	Suma	10	14	4	10	7	45
	Promedio	3,333	4,667	1,333	3,333	2,333	
	Desv. Stand	0,577	0,577	0,577	1,155	0,577	
SUMA		89	103	86	117	76	471
PROMEDIO TOTAL		3,30	3,81	3,19	4,33	2,81	

b. ANVA a un alfa (α) de 0,05

FV	GL	SC	CM	Fc	F5%
Jueces	8	42,267	5,283	0,449	2,48
Muestras (Tratamientos)	4	37,881	9,470	0,805	2,89
Error experimental	19	223,585	11,768		
Total	31	303,733			

T(tratamientos)	5
n (rep.)	3
b (jueces)	9
TC	1643,267

c. Conclusiones

En cuanto a los jueces, no hay diferencia significativa. Pues el F calculado es menor al F tabular. Esto indica que son homogéneos.

En cuanto a las muestras, el F calculado resultó menor al F tabular al 5% de significancia, esto quiere decir que no hay diferencias significativas en cuanto al sabor de la pulpa.

**ANEXO 16. RESUMEN DEL ANVA DE LOS RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO EN SABOR DE LA PULPA DE
CHIRIMOYA**

FV		MARIA CLAUDIA	ROSA	CARMEN	FELIX	LAMBERT	JACKELYNE	JESUS	DIEGO	LUIS	Valor crítico para F 3.478
	GL	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	
Tratamiento	4	1.600	6.500	8.933	6.830	3.433	3.567	2.900	10.767	4.667	
Error Exp.	10	0.733	0.400	1.067	1.000	1.400	0.467	0.533	0.333	0.533	
Fc		2.182	16.25 0	8.375	6.830	2.452	7.643	5.438	32.300	8.750	
Probabilidad		0.145	0.000 2	0.0031	0.0064	0.114	0.004	0.014	1.079E-05	0.00026	
Desviación típica residual		0.86	0.63	1.03	1.00	1.18	0.68	0.73	0.58	0.73	

**ANEXO 17. RESULTADOS DEL ENTRENAMIENTO DE JUECES
 SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO DE AROMA EN PULPA
 DE CHIRIMOYA**

a. Resultados

ESCALA DE RESPUESTA DE 5 PUNTOS PARA AROMA						
JUECES	Rep.	MUESTRAS				SUMA
		M1	M2	M3	M4	
María Claudia	I	4	1	2	1	8
	II	4	3	3	4	14
	III	4	1	3	3	11
	Suma	12	5	8	8	33
	Promedio	4,000	1,667	2,667	2,667	
	Desv. Stand	0,000	1,155	0,577	1,528	
Jesús	I	3	4	5	2	14
	II	3	2	5	4	14
	III	5	4	3	1	13
	Suma	11	10	13	7	41
	Promedio	3,667	3,333	4,333	2,333	
	Desv. Stand	1,155	1,155	1,155	1,528	
Rosa	I	3	2	1	4	10
	II	5	1	2	3	11
	III	5	2	1	3	11
	Suma	13	5	4	10	32
	Promedio	4,333	1,667	1,333	3,333	
	Desv. Stand	1,155	0,577	0,577	0,577	
Carmen	I	3	2	1	4	10
	II	3	2	1	1	7
	III	3	2	1	1	7
	Suma	9	6	3	6	24
	Promedio	3,000	2,000	1,000	2,000	
	Desv. Stand	0,000	0,000	0,000	1,732	
Felix	I	5	2	3	1	11
	II	4	2	3	1	10
	III	5	2	3	1	11
	Suma	14	6	9	3	32
	Promedio	4,667	2,000	3,000	1,000	
	Desv. Stand	0,577	0,000	0,000	0,000	
ambert	I	4	3	2	1	10
	II	2	3	4	4	13
	III	3	2	4	1	10
	Suma	9	8	10	6	33
	Promedio	3,000	2,667	3,333	2,000	

	Desv. Stand	1,000	0,577	1,155	1,732	
Jackelyne	I	4	1	3	2	10
	II	2	3	4	1	10
	III	4	3	2	1	10
	Suma	10	7	9	4	30
	Promedio	3,333	2,333	3,000	1,333	
	Desv. Stand	1,155	1,155	1,000	0,577	
Diego	I	4	3	1	2	10
	II	4	2	2	2	10
	III	3	3	2	2	10
	Suma	11	8	5	6	30
	Promedio	3,667	2,667	1,667	2,000	
	Desv. Stand	0,577	0,577	0,577	0,000	
Luis	I	4	2	1	3	10
	II	3	3	2	2	10
	III	3	3	1	3	10
	Suma	10	8	4	8	30
	Promedio	3,333	2,667	1,333	2,667	
	Desv. Stand	0,577	0,577	0,577	0,577	
SUMA		99	63	65	58	285
PROMEDIO TOTAL		3,67	2,33	2,41	2,15	

b. ANVA a un alfa (α) de 0,05

FV	GL	SC	CM	FC	F5%
Jueces	8	13,167	1,646	0,196	2,85
Muestras (Tratamientos)	3	38,991	12,997	1,548	3,49
Error experimental	12	100,759	8,397		
Total	23	152,917			

T(tratamientos)	4
n (rep.)	3
b (jueces)	9
TC	752,083

c. Conclusiones

En cuanto a los jueces, no hay diferencia significativa. Pues el F calculado es menor al F tabular. Esto indica que son homogéneos.

En cuanto a las muestras, el F calculado es menor al F tabular al 5% de significancia, esto quiere decir que no hay diferencias significativas en cuanto al aroma de la pulpa.

ANEXO 18. RESUMEN DEL ANVA DE LOS RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO EN AROMA DE LA PULPA DE CHIRIMOYA

FV	GL	MARIA CLAUDIA	JESUS	ROSA	CARMEN	FELIX	LAMBERT	JACKELYNE	DIEGO	LUIS	Valor crítico para F
		CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	
Tratamiento	3	2.75	2.08	6.00	2.00	7.33	0.97	2.33	2.33	2.11	4.066
Error exp	8	1.00	1.58	0.58	0.75	0.08	1.42	1.00	0.25	0.33	
Fc		2.75	1.32	10.29	2.67	88.00	0.69	2.33	9.33	6.33	
Probabilidad		0.112	0.335	0.0004	0.119	1.819E-06	0.585	0.150	0.005	0.016	
Desviación típica residual		1.00	1.26	0.76	0.87	0.29	1.19	1.00	0.50	0.57	

**ANEXO 19. PRUEBA DE BARLETT (HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS)
PARA RESULTADOS DEL PUNTAJE DE COLOR**

a. Tabulación de resultados del puntaje de color

REPETICIÓN	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	3	4	2	4	3	2	3	4
2	3	2	3	3	2	2	2	3
3	3	4	2	4	3	2	3	4
4	3	2	4	4	3	3	4	3
5	3	2	4	4	2	3	4	3
6	2	4	3	3	3	3	3	4
7	2	4	1	3	1	1	2	3
8	3	2	4	4	2	2	2	4
9	2	3	4	4	2	3	3	4
10	2	3	1	3	1	1	4	4
11	1	2	4	2	1	3	3	4
12	2	3	3	2	1	2	3	4
13	2	3	4	3	2	3	3	3
14	3	2	3	2	1	2	4	4
15	2	3	4	3	2	3	3	3
16	3	2	4	4	2	2	2	4
17	2	1	3	4	2	3	2	4
18	2	1	3	3	3	3	3	3
19	2	2	3	4	1	3	4	4
20	3	2	4	3	3	1	3	3
21	3	2	3	4	2	2	3	4
22	3	1	4	4	2	3	3	4
23	2	4	3	4	3	3	2	4
24	3	2	3	3	3	3	2	3
25	3	1	4	4	2	3	4	4
26	2	4	3	4	3	3	2	4
27	3	2	3	3	3	3	2	3
SUMA	67	67	86	92	58	67	78	98

b. Identificación de parámetros

r	27
n	216
t	8

Donde, r es número de repeticiones, n es número de observaciones y t es número de tratamientos.

c. Cálculo de suma de cuadrados y estadístico T

TRATAMIENTO	SCi	S ² i	ln(S ² i)	(r-1)ln(S ² i)
T1	8.74074074	0.33618234	-1.0901016	-28.3426416
T2	26.7407407	1.02849003	0.02809173	0.73038511
T3	20.0740741	0.77207977	-0.2586674	-6.72535247
T4	12.5185185	0.48148148	-0.73088751	-19.0030752
T5	15.4074074	0.59259259	-0.52324814	-13.6044517
T6	12.7407407	0.49002849	-0.71329175	-18.5455854
T7	14.6666667	0.56410256	-0.57251919	-14.885499
T8	6.2962963	0.24216524	-1.41813497	-36.8715091
SUMA	117.185185			-34.3376089
S²p	0.56339031			

N° TRATAMIENTO	r	(r-1)	1/(r-1)
1	27	26	0.03846154
2	27	26	0.03846154
3	27	26	0.03846154
4	27	26	0.03846154
5	27	26	0.03846154
6	27	26	0.03846154
7	27	26	0.03846154
8	27	26	0.03846154
		SUMA	0.30769231

T	-83.80
$\chi^2(t-1; 0.05)$	14.07
$\chi^2(7; 0.05)$	

d. Conclusión

Cuando T es menor a χ^2 , la prueba de Análisis de Varianza (ANVA) sí se puede realizar. En este caso T es -83,80 y es menor a 14,07, se procede a utilizar el ANVA para los resultados de color.

**ANEXO 20. PRUEBA DE BARLETT (HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS) PARA
RESULTADOS DEL PUNTAJE DE SABOR**

a. Tabulación de resultados del puntaje de sabor

REPETICIÓN	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	4	4	6	6	6	6	7	7
2	6	7	6	7	4	4	6	6
3	7	4	4	6	6	4	4	7
4	7	7	7	7	6	6	6	6
5	7	6	6	7	5	6	4	7
6	6	7	6	7	6	4	6	7
7	3	5	4	1	6	7	1	3
8	1	2	4	3	5	2	7	6
9	5	4	4	1	5	3	2	4
10	6	6	7	4	5	7	4	6
11	7	6	7	6	4	7	6	4
12	6	7	6	6	5	6	6	4
13	7	7	7	6	6	7	5	5
14	7	7	7	6	6	7	5	5
15	6	6	6	7	6	6	6	4
16	7	7	7	7	7	7	7	7
17	5	5	6	7	5	6	7	7
18	6	5	5	6	6	6	7	6
19	6	3	7	4	3	6	4	1
20	6	4	6	5	4	5	4	6
21	7	5	6	5	4	5	5	6
22	6	5	2	4	4	6	5	7
23	6	6	7	6	7	7	6	6
24	6	5	7	6	7	6	6	6
25	6	6	7	7	5	6	6	6
26	6	6	7	6	5	6	7	6
27	7	6	7	5	4	7	5	5
SUMA	159	148	161	148	142	155	144	150

b. Identificación de parámetros

r	27
n	216
t	8

Donde, r es número de repeticiones, n es número de observaciones y t es número de tratamientos.

c. Cálculo de suma de cuadrados y estadístico T

TRATAMIENTO	SCi	S ² i	ln(S ² i)	(r-1)ln(S ² i)
T1	48.6666667	1.87179487	0.6268978	16.2993427
T2	46.7407407	1.7977208	0.58651964	15.2495106
T3	44.962963	1.72934473	0.54774257	14.2413068
T4	74.7407407	2.87464387	1.0559288	27.4541487
T5	29.1851852	1.12250712	0.11556469	3.00468183
T6	45.1851852	1.73789174	0.55267273	14.3694911
T7	60	2.30769231	0.83624802	21.7424486
T8	54.6666667	2.1025641	0.7431576	19.3220976
SUMA	404.148148			131.683028
S²p	1.94301994			

N° TRATAMIENTO	r	(r-1)	1/(r-1)
1	27	26	0.03846154
2	27	26	0.03846154
3	27	26	0.03846154
4	27	26	0.03846154
5	27	26	0.03846154
6	27	26	0.03846154
7	27	26	0.03846154
8	27	26	0.03846154
		SUMA	0.30769231

T	6.39
X²(t-1; 0.05)	14.07
X²(7; 0.05)	

d. Conclusión

Cuando T es menor a X^2 , la prueba de Análisis de Varianza (ANVA) sí se puede realizar. En este caso T es 6,39 y es menor a 14,07, se procede a utilizar el ANVA para los resultados de sabor.

**ANEXO 21. PRUEBA DE BARLETT (HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS)
PARA RESULTADOS DEL PUNTAJE DE AROMA**

a. Tabulación de resultados del puntaje de aroma

REPETICIÓN	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	5	4	3	3	5	3	4	4
2	4	4	3	3	4	2	4	4
3	4	3	3	3	4	2	4	3
4	4	3	3	4	4	3	4	1
5	4	4	2	3	4	4	4	2
6	5	3	3	4	3	3	3	1
7	5	5	4	3	4	3	1	5
8	5	5	4	3	4	2	2	4
9	4	5	3	4	3	3	1	4
10	4	3	3	4	4	3	4	1
11	4	3	3	3	3	2	4	2
12	3	4	3	3	4	2	3	1
13	5	3	3	3	2	2	3	1
14	5	3	3	2	2	2	3	1
15	4	2	3	3	1	1	2	2
16	4	4	3	4	5	4	3	4
17	5	4	3	4	4	4	3	4
18	4	5	2	3	5	3	2	3
19	4	4	3	4	5	4	3	4
20	4	4	2	4	5	4	3	4
21	3	3	3	3	4	3	3	3
22	3	3	4	4	4	5	4	5
23	3	3	3	4	4	4	4	4
24	2	3	4	3	3	5	5	5
25	3	2	5	1	4	3	3	4
26	4	3	4	2	4	3	4	3
27	3	2	5	1	3	4	4	3
SUMA	107	94	87	85	101	83	87	82

b. Identificación de parámetros

r	27
n	216
t	8

Donde, r es número de repeticiones, n es número de observaciones y t es número de tratamientos.

c. Cálculo de suma de cuadrados y estadístico T

TRATAMIENTOS	SCi	S ² i	ln(S ² i)	(r-1)ln(S ² i)
T1	16.962963	0.65242165	- 0.42706422	- 11.1036697
T2	20.7407407	0.7977208	- 0.22599662	- 5.87591213
T3	14.6666667	0.56410256	- 0.57251919	- -14.885499
T4	19.4074074	0.74643875	- 0.29244172	- 7.60348471
T5	25.1851852	0.96866097	- 0.03184061	- 0.82785575
T6	25.8518519	0.99430199	-0.0057143	- 0.14857183
T7	24.6666667	0.94871795	- 0.05264373	- 1.36873707
T8	48.962963	1.88319088	0.63296762	16.457158
SUMA	196.444444			- 25.3565722
S²p	0.94444444			

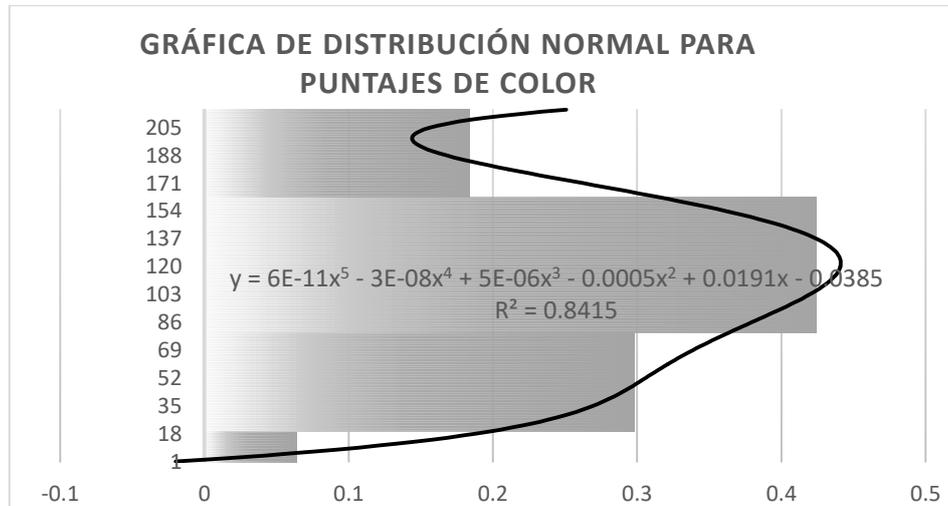
N° TRATAMIENTOS	r	(r-1)	1/(r-1)
1	27	26	0.03846154
2	27	26	0.03846154
3	27	26	0.03846154
4	27	26	0.03846154
5	27	26	0.03846154
6	27	26	0.03846154
7	27	26	0.03846154
8	27	26	0.03846154
		SUMA	0.30769231

T	13.28
X²(t-1; 0.05)	14.07
X²(7; 0.05)	

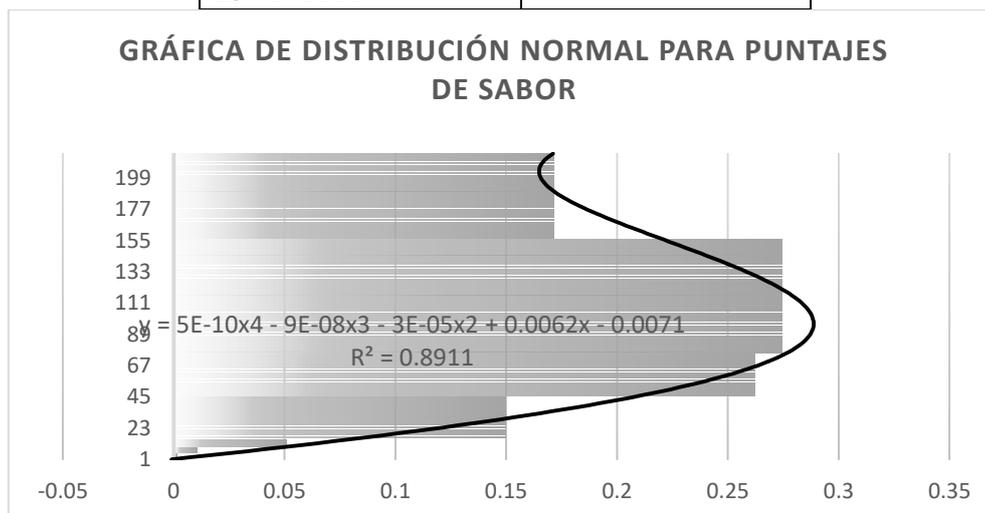
d. Conclusión

Cuando T es menor a X^2 , la prueba de Análisis de Varianza (ANVA) sí se puede realizar. En este caso T es 13,28 y es menor a 14,07, se procede a utilizar el ANVA para los resultados de aroma.

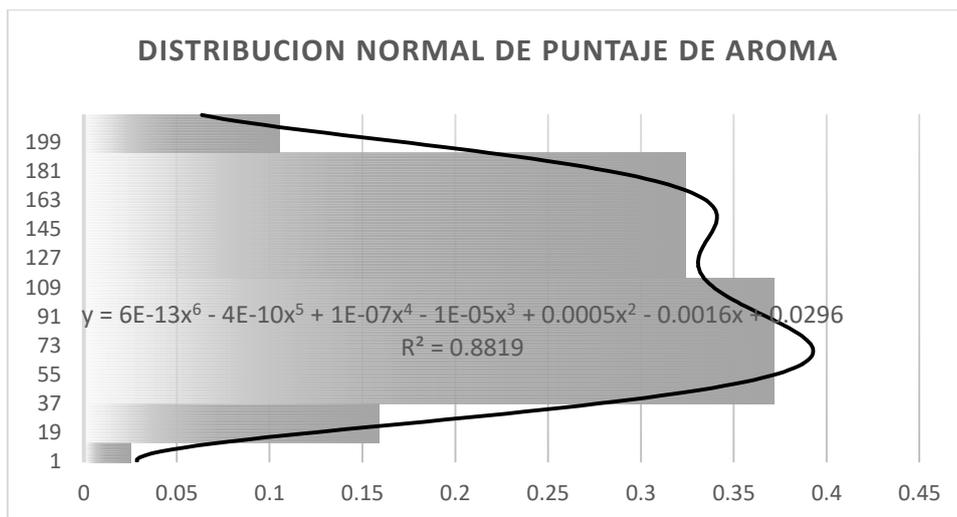
ANEXO 22. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA PUNTAJE DE COLOR, SABOR Y AROMA



MEDIA	2.79
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.92



MEDIA	5.59
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.39



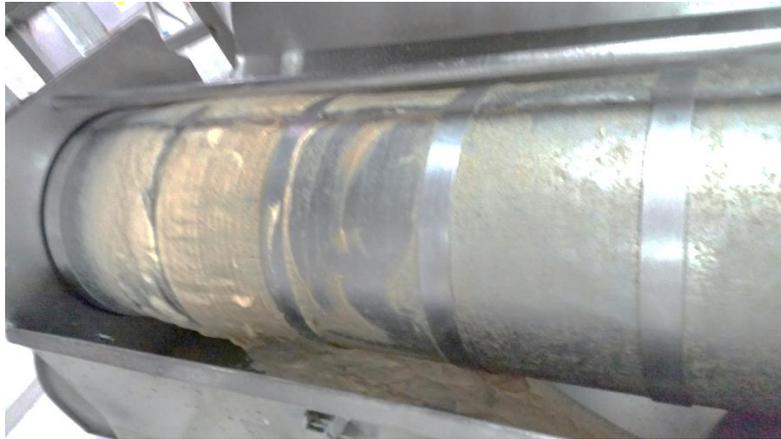
MEDIA	3.36
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.00

ANEXO 23. RESULTADOS DE MEDICIÓN DE FIRMEZA (KG/CM²) EN LA RECEPCIÓN DE CHIRIMOYA.

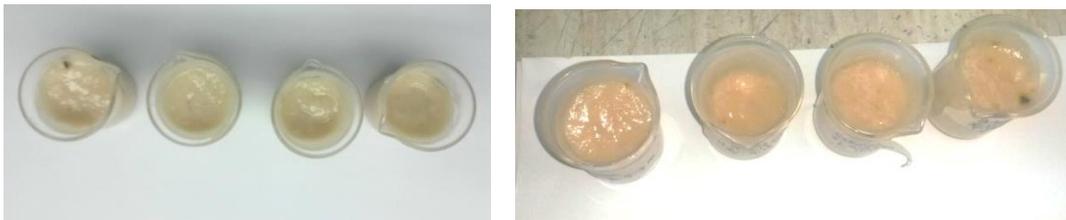
REPETICIONES	MUESTRAS				
	M1	M2	M3	M4	M5
1	4,6	18,6	0,8	24,4	3,6
2	0,0	22,2	2,6	19,4	19,4
3	24,4	12,0	4,6	8,8	22,4
4	10,6	20,6	7,0	22,6	11,4
5	8,4	14,4	4,6	13,0	24,4
6	24,0	16,8	0,0	16,0	9,2
7	21,0	8,5	16,4	14,6	11,6
8	7,4	9,2	10,6	22,6	12,0
9	22,0	17,4	24,0	23,2	14,6
10	20,0	17,0	3,8	24,6	16,4
Promedio	14,2	15,7	7,4	18,9	14,5
Desviación Estándar	8,53	4,36	7,19	5,22	5,99

ANEXO 24. PRUEBAS PREVIAS EN LA UTILIZACIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO Y ÁCIDO ASCÓRBICO EN SOLUCIÓN ANTIOXIDANTE DURANTE EL PULPEADO DE CHIRIMOYA

- a. Pulpa de chirimoya oxidada en el tamiz de la pulpeadora (proceso convencional de pelado manual sin adición de solución antioxidante)



- b. Evidencia de oxidación superficial de pulpa de chirimoya (1 hora de exposición)



- c. Pulpa de chirimoya envasada en bolsas de polietileno de baja densidad y en baldes de 20 kg, con adición superficial de solución de ácido cítrico (0,5%) y ácido ascórbico (1,0%) en *spray*.



d. Prueba de laboratorio para producción de pulpa de chirimoya con adición de solución antioxidante

Prueba:	04082016 ADICIÓN DE OPERACIÓN DE INMERSIÓN EN SOLUCIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO										
DATOS PRELIMINARES:											
FECHA:	8/04/2016										
OBJETIVO:	1) Determinar la influencia de una inmersión de solución antioxidante (0.5%ácido ascórbico) en las características sensorial de la pulpa										
ESCALA:	Industrial										
CULTIVAR:	Criolla										
VARIABLES:											
INDEPENDIENTES:	Procedimiento indicado en proceso										
DEPENDIENTES:	Características fisicoquímicas (°Brix, %acidez y pH) Características microbiológicas (UFC/g de RT, Mohos, Levaduras y CT) Características sensoriales (Aroma, Color y Sabor) Rendimiento y productividad										
CONDICIONES:											
Fue un prueba hecha durante la producción del día 08/04/2016											
Fue aplicada en una muestra de 5Kg de fruta pelada											
PROCEDIMIENTO:											
CHIRIMOYA											
↓											
SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN	Por grado de maduración. Textura blanda										
↓											
LAVADO Y DESINFECTADO	54ppm, 200mL Cloro para 250L										
↓											
ENJUAGADO	Con agua										
↓											
ESCALDADO	80°C x 2min										
↓											
CHOQUE TÉRMICO	Con agua a 23°C x 3min aprox										
↓											
PELADO MANUAL											
↓											
INMERSIÓN SOL. ANTIOXIDANTE	0.5% de Acido ascórbico										
↓											
PULPEADO Y REFINADO	0.5 micras										
↓											
ESTANDARIZADO	0.12%/0.06%										
↓											
ENVASADO											
↓											
ALMACENADO											
EN PRODUCTO FINAL:											
MUESTRA	OQUÍMICOS:		SENSORIALES				MICROBIOLÓGICAS				
	BRIX°	Acidez %	pH	COLOR	OLOR	SABOR	TOTAL	RT	MOHOS	LEVADURAS	CT
PRUEBA	23.5	0.54	3.92	4	4	7	15	105,000	300	1,000	700
Límite evaluación sensorial:			12 PUNTOS								
Límite de Recuento Total			5000 UFC/g								
Límite de Mohos			1000 UFC/g								
Límite de levaduras			1000 UFC/g								
Límite de Coliformes Totales			1 UFC/g								
COMENTARIOS Y CONCLUSIONES:											
<ul style="list-style-type: none"> - La muestra es la que mejor puntaje sensorial tiene. Debido a que el mal sabor que se genera es por la oxidación de la chirimoya al agregarle antioxidante disminuye la velocidad de oxidación y por lo tanto también disminuye la degradación del sabor. - Se siente un ligera sabor amargo, sin embargo es mínimo y no tan prolongado como las evaluaciones anteriores. - Microbiológicamente, la prueba sigue incumpliendo con los requisitos legales 											

ANEXO 25. FOTOGRAFÍAS DEL PELADO SEMIAUTOMATIZADO DE LA CHIRIMOYA



- a. Etapa de pelado asistido en máquina prototipo con aplicación de solución antioxidante



b. Etapa retoque en máquina prototipo



c. Frutos enteros de chirimoya luego del pelado químico en la máquina prototipo



d. Pulpas de chirimoya envasadas como muestras para los análisis

ANEXO 26. RESULTADOS DE SÓLIDOS SOLUBLES DE LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS

a. Resultados

SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix)	TRATAMIENTOS								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Repeticiones									
1	22,2	22,3	23,1	21,5	23,2	23,4	23,2	23,2	23,1
2	22,4	22,5	23,4	21,4	23,4	23,6	23,5	23,5	23,5
3	22,5	22,4	23,3	21,3	23,6	23,5	23,6	23,7	23,3
Promedio	22,37	22,4	23,27	21,4	23,4	23,5	23,43	23,47	23,3
Desviación estándar	0,53	0,1	0,153	0,1	0,2	0,1	0,208	0,252	0,2

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: ° BRIX

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F	F-CRÍTICO
Tratamiento	8	12,820	1,603	54,77	<0,0001	4,955
Error	18	0,526	0,029			
Total corregido	26	13,347				

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0,961	0,745	0,171	22,948

c. Prueba de Tukey en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TR
A	23,500	3	T5
A			
A	23,467	3	T7
A			
A	23,433	3	T6
A			
A	23,400	3	T4
A			
A	23,300	3	T8
A			
A	23,267	3	T2
B	22,400	3	T1
B			
B	22,367	3	T0
C	21,400	3	T3

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

**ANEXO 27. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE LOS SÓLIDOS SOLUBLES**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: sólidos solubles

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	24
Número de observaciones usadas	24

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: BRIX

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	11.67958333	1.66851190	55.62	<.0001
Error	16	0.48000000	0.03000000		
Total corregido	23	12.15958333			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.960525	0.752384	0.173205	23.02083

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	0.18375000	0.18375000	6.13	0.0249
TIEMPO	1	3.30041667	3.30041667	110.01	<.0001
NAOH	1	3.92041667	3.92041667	130.68	<.0001
TEMPERATURA*TIEMPO	1	0.30375000	0.30375000	10.12	0.0058
TEMPERATURA*NAOH	1	0.40041667	0.40041667	13.35	0.0021
TIEMPO*NAOH	1	2.87041667	2.87041667	95.68	<.0001
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	0.70041667	0.70041667	23.35	0.0002

- c. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para BRIX a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	23.10833	12	T1
B	22.93333	12	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	23.39167	12	t1
B	22.65000	12	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	23.42500	12	n1
B	22.61667	12	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

ANEXO 28. RESULTADOS DE ACIDEZ DE LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS

a. Resultados

ACIDEZ (%)	TRATAMIENTOS								
Repeticiones	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	0,24	0,35	0,41	0,4	0,42	0,37	0,42	0,37	0,38
2	0,22	0,4	0,32	0,38	0,39	0,39	0,36	0,39	0,42
3	0,2	0,42	0,42	0,41	0,41	0,4	0,36	0,32	0,34
Promedio	0,22	0,39	0,383	0,397	0,407	0,387	0,38	0,36	0,38
Desviación estándar	0,02	0,036	0,055	0,015	0,015	0,015	0,035	0,036	0,04

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: ACIDEZ

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F	F-CRÍTICO
Modelo	8	0,077	0,010	9,07	<0,0001	4,955
Error	18	0,019	0,001			
Total corregido	26	0,096				

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0,801	8,867	0,032	0,367

c. Prueba de Tukey en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TR
A	0,407	3	T4
A			
A	0,397	3	T3
A			
A	0,390	3	T1
A			
A	0,387	3	T5
A			
A	0,383	3	T2
A			
A	0,380	3	T8
A			
A	0,380	3	T6
A			
A	0,360	3	T7
B	0,220	3	T0

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

**ANEXO 29. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE LA ACIDEZ**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: acidez

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	24
Número de observaciones usadas	24

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: ACIDEZ

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	0.00392917	0.00056131	0.49	0.8271
Error	16	0.01826667	0.00114167		
Total corregido	23	0.02219583			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.177023	8.766761	0.033789	0.385417

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	0.00120417	0.00120417	1.05	0.3197
TIEMPO	1	0.00020417	0.00020417	0.18	0.6780
NAOH	1	0.00183750	0.00183750	1.61	0.2227
TEMPERATURA*TIEMPO	1	0.00033750	0.00033750	0.30	0.5941
TEMPERATURA*NAOH	1	0.00000417	0.00000417	0.00	0.9526
TIEMPO*NAOH	1	0.00033750	0.00033750	0.30	0.5941
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	0.00000417	0.00000417	0.00	0.9526

- d. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ACIDEZ a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	0.39250	12	T1
A	0.37833	12	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	0.38833	12	t1
A	0.38250	12	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	0.39417	12	n1
A	0.37667	12	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

**ANEXO 30. RESULTADOS DEL PH DE LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA
DE LOS TRATAMIENTOS**

a. Resultados

pH	TRATAMIENTOS								
Repeticiones	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	4,8	4,32	4,36	4,37	4,28	4,37	4,33	4,3	4,28
2	4,62	4,3	4,36	4,35	4,27	4,4	4,36	4,33	4,32
3	4,75	4,36	4,28	4,32	4,33	4,4	4,38	4,35	4,34
Promedio	4,723	4,327	4,333	4,347	4,293	4,39	4,357	4,327	4,31
Desviación estándar	0,093	0,031	0,046	0,025	0,032	0,017	0,025	0,025	0,03

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: PH

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F	F-CRÍTICO
Modelo	8	0,418	0,0523	29,66	<0,0001	4,955
Error	18	0,032	0,002			
Total corregido	26	0,450				

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0,929	0,959	0,042	4,379

c. Prueba de Tukey en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

TUKEY AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TR
A	4,723	3	T0
B	4,390	3	T5
B			
B	4,357	3	T6
B			
B	4,347	3	T3
B			
B	4,333	3	T2
B			
B	4,327	3	T1
B			
B	4,327	3	T7
B			
B	4,313	3	T8
B			
B	4,293	3	T4

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

**ANEXO 31. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE EL PH**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: pH

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	24
Número de observaciones usadas	24

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: pH

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	0.01791667	0.00255952	2.83	0.0402
Error	16	0.01446667	0.00090417		
Total corregido	23	0.03238333			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.553268	0.693508	0.030069	4.335833

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	1	0.00281667	0.00281667	3.12
TIEMPO	1	1	0.00166667	0.00166667	1.84
NAOH	1	1	0.00281667	0.00281667	3.12
TEMPERATURA*TIEMPO	1	1	0.00426667	0.00426667	4.72
TEMPERATURA*NAOH	1	1	0.00601667	0.00601667	6.65
TIEMPO*NAOH	1	1	0.00026667	0.00026667	0.29
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	1	0.00006667	0.00006667	0.07

- d. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para pH a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	4.34667	12	T1
A	4.32500	12	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	4.34417	12	t1
A	4.32750	12	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	4.34667	12	n1
A	4.32500	12	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

ANEXO 32. RESULTADOS DEL RECUENTO DE ENTEROBACTERIAS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS

a. Resultados

ENTEROBACT.	TRATAMIENTOS*								
Repeticiones	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	1,60 2	1,47 7	0,00 0	1,47 7	3,25 5	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0
2	2,17 6	1,84 5	1,00 0	1,69 9	3,54 4	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0
3	1,84 5	0,00 0	0,00 0	1,84 5	3,75 6	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0
Promedio	1,87 4	1,10 7	0,33 3	1,67 4	3,51 8	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0
Desviación estándar	0,28 8	0,97 7	0,57 7	0,18 5	0,25 1	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0

*Unidades en Log₁₀UFC/g

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: RECUENTO (Log UFC/g)

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F	F-CRÍTICO
Modelo	8	35,969	4,496	27,58	<0,0001	4,955
Error	18	2,935	0,163			
Total corregido	26	38,904				

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0,925	42,717	0,404	0,945

c. Prueba de Tukey en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TR
A	3,518	3	T4
B	1,874	3	T0
B			
B	1,674	3	T3
B			
C	1,107	3	T1
C			
C	0,333	3	T2
C			
C	0,000	3	T5
C			
C	0,000	3	T6
C			
C	0,000	3	T7
C			
C	0,000	3	T8

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

**ANEXO 33. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA CÁSCARA DE CHIRIMOYA
POR MÉTODO DE ENJUAGUE**

REP.	RT*	CT*	MOHOS*	LEVADURAS*	OBSERVACIONES
1	<10 ⁴	<10	10000	2000	1 <i>Aspergillus</i> , 9 mohos blancos
2	<10 ⁴	10	8000	<1000	2 <i>Penicillium</i> , 6 mohos blancos con centro ámbar

*Unidades: UFC/g unidades formadoras de colonia por gramo de muestra

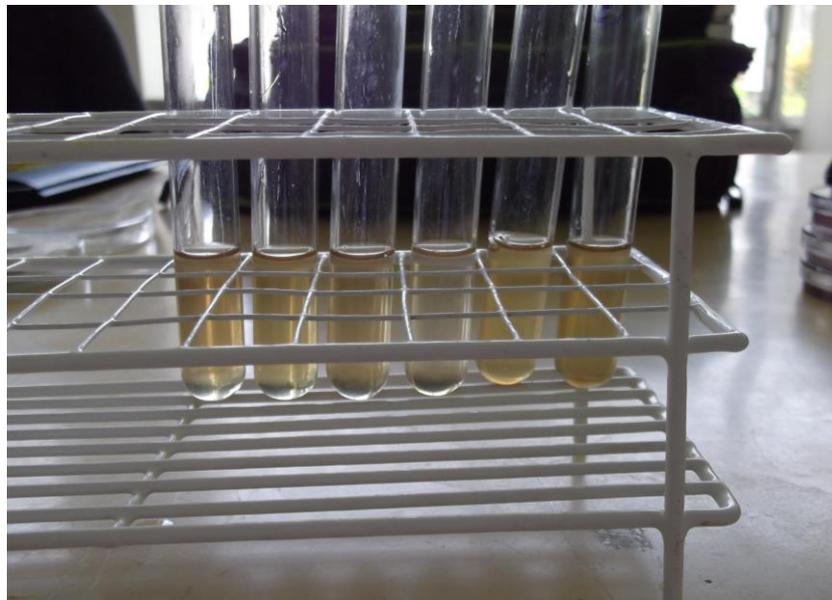
**ANEXO 34. RUEBAS BIOQUÍMICAS PARA RESULTADOS POSITIVOS DE
ENTEROBACTERIAS EN PULPA DE CHIRIMOYA**

PRUEBAS BIOQUÍMICAS PARA ENTEROBACTERIAS						
Enterobacteria 1.		OX	NI	GLUCOSA	LACTOSA	H2S
		(-)	(+)	Ag*	(+)	(+)
Probables enterobacterias**:						
División 2	<i>Arizona</i> spp.	(-)	(+)	Ag	(+-)	(+)
	<i>Citrobacter</i> spp.	(-)	(+)	Ag	(+-)	(+)
Enterobacteria 2. y Enterobacteria 3						
Probable enterobacteria**:						
<i>Shiguella</i> spp.		(-)	(-)	A	(-)	(-)
Se aislaron 3 cultivos de enterobacterias positivas, la enterobacteria 1 fue obtenida de la muestra de materia prima, la enterobacteria 2 y enterobacteria 3 , de la muestra del Tratamiento 4.						

***Ag:** acidez y gas es glucosa positiva.

ANEXO 35. ILUSTRACIONES DE LAS PRUEBAS BIOQUÍMICAS DE ENTEROBACTERIAS EN PULPA DE CHIRIMOYA

PRUEBA NITRATO



Primera reacción: se añadió reactivo de *gries* a y b , no hubo cambio de color.

Segunda reacción: se añadió zinc, y no cambió de color.

Resultado: POSITIVO

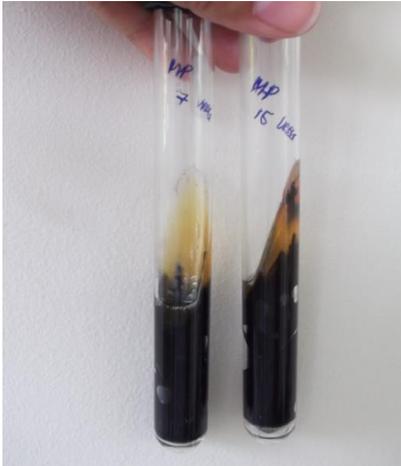
PRUEBA OXIDASA



Resultado:

NEGATIVO

PRUEBA KLIGLER



Muestra: **Enterobacteria 1**, obtenida en la materia prima.

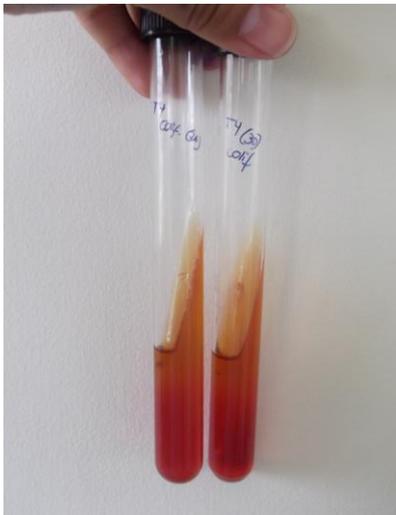
Glucosa positivo: superficie amarilla

Oxidasa negativo

Nitrato positivo (adición de zinc)

Formación de gas positivo

Lactosa positiva



Muestra: **Enterobacteria 2**, supuesto coliforme aislado de Petrifilm. Proveniente de tratamiento T4.

Glucosa negativo

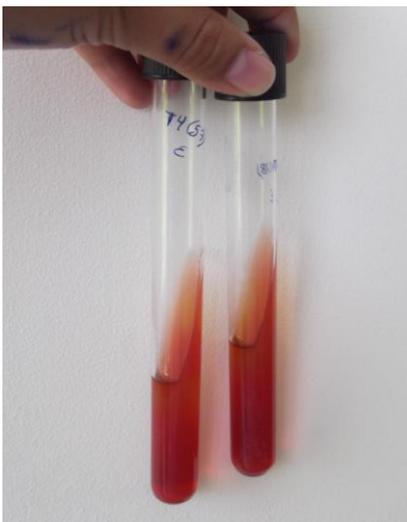
Oxidasa negativo

Nitrato negativo

Formación de gas negativo

Lactosa negativo

Acidez positiva



Muestra: **Enterobacteria 3**, supuesto coliforme aislado de Petrifilm, proveniente de tratamiento T4.

Glucosa negativo

Oxidasa negativo

Nitrato negativo

Formación de gas negativo

Lactosa negativo

Acidez positiva

**ANEXO 36. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE LAS ENTEROBACTERIAS**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: Enterobacterias

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	24
Número de observaciones usadas	24

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: Enterobacterias

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	33.10086667	4.72869524	27.23	<.0001
Error	16	2.77813333	0.17363333		
Total corregido	23	35.87900000			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.922569	50.20402	0.416693	0.830000

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	5.28281667	5.28281667	30.43	<.0001
TIEMPO	1	0.42666667	0.42666667	2.46	0.1365
NAOH	1	16.53360000	16.53360000	95.22	<.0001
TEMPERATURA*TIEMPO	1	2.57415000	2.57415000	14.83	0.0014
TEMPERATURA*NAOH	1	5.28281667	5.28281667	30.43	<.0001
TIEMPO*NAOH	1	0.42666667	0.42666667	2.46	0.1365
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	2.57415000	2.57415000	14.83	0.0014

c. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para pH a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	1.2992	12	T1
B	0.3608	12	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	0.9633	12	t1
A	0.6967	12	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	1.6600	12	n1
B	0.0000	12	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

ANEXO 37. RESULTADO DE COLIFORMES TOTALES (UFC/G) EN PULPA DE CHIRIMOYA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	1	2	3
T0	<10	<10	<10
T1	<10	<10	<10
T2	<10	<10	<10
T3	<10	<10	<10
T4	<10	<10	<10
T5	<10	<10	<10
T6	<10	<10	<10
T7	<10	<10	<10
T8	<10	<10	<10
T9	<10	<10	<10

*<10 UFC/g quiere decir no detectado

ANEXO 38. RECUENTO DE *E.coli* (UFC/g) EN PULPA DE CHIRIMOYA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	1	2	3
T0	<10	<10	<10
T1	<10	<10	<10
T2	<10	<10	<10
T3	<10	<10	<10
T4	<10	<10	<10
T5	<10	<10	<10
T6	<10	<10	<10
T7	<10	<10	<10
T8	<10	<10	<10

*<10 UFC/g quiere decir no detectado

**ANEXO 39. RESULTADOS DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE
LOS RECUENTO DE BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS EN LA
PULPA DE CHIRIMOYA**

a. Resultados

RT	TRATAMIENTOS*								
Repeticiones	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	2,903	2,415	1,000	1,000	2,079	0,000	0,000	0,000	1,000
2	2,845	2,146	0,000	1,301	2,301	0,000	0,000	0,000	0,000
3	2,362	2,732	0,000	1,000	2,477	0,000	0,000	0,000	0,000
Promedio	2,703	2,431	0,333	1,100	2,286	0,000	0,000	0,000	0,333
Desviación estándar	0,297	0,293	0,577	0,174	0,199	0,000	0,000	0,000	0,577

*Unidades en Log₁₀UFC/g

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: RECUENTO (Log UFC/g)

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F	F-CRÍTICO
Modelo	8	33,165	4,146	64,58	<0,0001	0,725
Error	18	1,156	0,064			
Total corregido	26	34,320				

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0,966	25,755	0,253	0,984

c. Prueba de Tukey en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TR
A	2,703	3	T0
A			
A	2,431	3	T1
A			
A	2,286	3	T4
B	1,100	3	T3
C	0,333	3	T2
C			
C	0,000	3	T5
C			
C	0,000	3	T6
C			
C	0,000	3	T7
C			
C	0,000	3	T8

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

ANEXO 40. FICHA TÉCNICA DEL AGENTE DESINFECTANTE P3-OXONIA
ACTIVE



P3- oxonia active 150

Desinfectante en base a ácido peracético para la industria cervecera, agroindustria, industria láctea, de bebidas, y alimenticia en general.

Composición y Propiedades

P3- oxonia active 150 es un desinfectante líquido ácido en base a una combinación estabilizada de ácido peracético y peróxido de hidrógeno, de acción inmediata y eficaz de amplio espectro; para sistemas CIP en Agroindustria, industria láctea, industria cervecera y de bebidas, y alimenticia en general.

Aspecto físico:	Líquido transparente incoloro
Olor:	Picante
Miscibilidad:	A 20°C en agua en todas proporciones
Densidad:	1,10 – 1.15 g/cm ³ (20°C)
Almacenamiento:	Durante un año. Entre -20°C y 35°C
pH:	2,3 – 3.3 (1% agua, 20°C)

Concentration in %	0°d	16°d	30°d
Water	5.0	7.2	7.6
0.05	4.1	7.1	7.2
0.10	3.7	6.3	6.8
0.30	3.2	4.4	5.1
0.50	3.0	3.9	4.3
1.00	2.8	3.4	3.9
5.00	2.4	2.7	3.0
10.00	2.2	2.4	2.7

Conductividad específica:	0,285 mS/cm (1% agua desionizada, 20°C)
Coefficiente temperatura:	0,7%/°C
Punto de inflamación:	No aplicable. No calentar por encima de 40°C
Poder espumante:	No espumante. Adecuado para sistemas CIP

ANEXO 41. FICHA TÉCNICA DEL DETERGENTE ÁCIDO TOPAX 56

Topax 56

Detergente ácido con inhibidores de la corrosión para la limpieza por espuma.

CARACTERÍSTICAS **Topax 56** es un detergente ácido multipropósito de alta espuma que elimina la suciedad inorgánica y orgánica de los equipos procesadores de alimentos y bebidas. **Topax 56** elimina totalmente las incrustaciones minerales. Por su formulación con inhibidores de la corrosión no ataca el enchapado de estaño, el aluminio, el cobre y sus aleaciones.

APLICACIONES **Poder de limpieza rápido y superior**
Limpió la suciedad proteica, las grasas y los aceites.
Remueve completamente los depósitos minerales.
Su espuma consistente y estable permanece activa en una gran variedad de condiciones

- Su espuma permanece más tiempo sobre las superficies verticales, obteniéndose resultados de limpieza superiores.
- Su espuma es estable en soluciones a altas temperaturas (hasta 55°C).

Ahorra tiempo, trabajo, agua y dinero

- Requiere mínima limpieza por cepillado.
- Se enjuaga rápida y completamente.
- Aumenta la vida útil del equipo y mejora la higiene de la planta.
- Es compatible con los metales blandos cuando se lo usa siguiendo las instrucciones.

No perjudica al medio ambiente

- Sus componentes orgánicos son biodegradables
- Posee bajo DQO (Demanda Química de Oxígeno)

PROPIEDADES FÍSICAS	
Aspecto	Líquido
Color	Marrón
Capacidad espumante	Muy alta
Acidez	37.8% como ácido fosfórico
pH (1% solución)	1.9-2.1
Densidad a 25°C	1.210-1.250

COMPATIBILIDAD Se puede usar **Topax 56** con seguridad con todos los materiales resistentes al ácido, tales como el acero inoxidable, la cerámica y la mayoría de los plásticos. **Topax 56** es un producto inhibidor de la corrosión, lo que minimiza el ataque ácido sobre el enchapado de estaño, el aluminio, el cobre y sus aleaciones. La solución de **Topax 56** puede atacar el acero blando (mild steel) o las superficies galvanizadas.

ColoLab S.A.
Ficha de seguridad 2002084

ColoLab S.A.
Calle 9, esq. 2° Parque Industrial Plat.
91828MNA Bk. As. Argentina.
Tel.: 021377-345080 Fax: 02132-463058.

ECOLAB

**ANEXO 42. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE EQUIPOS
Y AMBIENTE EN LA PRODUCCIÓN DE PULPA DE CHIRIMOYA**

**PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE AMBIENTES Y
EQUIPOS PARA EL PROCESO DE PULPA DE CHIRIMOYA**

ÁREA : SALA DE PROCESO DE PULPAS

OBJETIVO : DESINFECTAR EL AMBIENTE Y LAS SUPERFICIES ANTES DE REALIZAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PULPA DE CHIRIMOYA.

RESPONSABLE : RESPONSABLE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PULPAS

TAREAS:

LIMPIEZA DE EQUIPOS

1. Lavado de superficie con agua a presión
2. Retirar residuos con ayuda de una escobilla
3. Enjuagar superficies con agua
4. Aplicar Topax con el equipo aplicador en todas las superficies y esquinas de los equipos.
5. Refregar la superficies con escobilla
6. Aplicar agua para enjuagar

DESINFECCIÓN DE EQUIPOS

7. Preparar soluciones de ácido peracético (OXONIA) al 0.1%.
8. Aplicar sobre las superficies que se quieren desinfectar y dejar reposar por 10 minutos.

DESINFECCIÓN DE AMBIENTE

9. Preparar solución de Ácido Peracético (OXONIA) al 0.5%.
10. Apagar el extractor de aire
11. Aplicar al ambiente cercano donde se realizará el proceso por un espacio de 15 minutos.
12. Dejar reposar por 15 minutos
13. Abrir el extractor de aire

**ANEXO 43. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE LAS BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: Bacterias aerobias mesófilas

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	24
Número de observaciones usadas	24

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: Bacterias aerobias mesófilas

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	21.93529583	3.13361369	30.53	<.0001
Error	16	1.64240000	0.10265000		
Total corregido	23	23.57769583			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.930341	39.53403	0.320390	0.810417

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	0.03153750	0.03153750	0.31	0.5870
TIEMPO	1	0.57970417	0.57970417	5.65	0.0303
NAOH	1	12.68760417	12.68760417	123.60	<.0001
TEMPERATURA*TIEMPO	1	4.90510417	4.90510417	47.78	<.0001
TEMPERATURA*NAOH	1	0.34320417	0.34320417	3.34	0.0862
TIEMPO*NAOH	1	0.12470417	0.12470417	1.21	0.2867
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	3.26343750	3.26343750	31.79	<.0001

- c. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para bacterias aerobio mesófilas a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	0.8467	12	T1
A	0.7742	12	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	0.9658	12	t1
B	0.6550	12	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	1.5375	12	n1
B	0.0833	12	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

ANEXO 44. RESULTADOS DEL RECUENTO DE MOHOS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA TESTIGO Y CON PÉLADO SEMIAUTOMATIZADO

- a. Resultados

MOHOS	TRATAMIENTOS*								
Repeticiones	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,301	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Promedio	0,000	0,333	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,434	0,000
Desviación estándar	0,000	0,577	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,751	0,000

*Unidades en Log₁₀UFC/g

ANEXO 45. RESULTADOS DEL RECUENTO DE LEVADURAS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS

a. Resultados

LEVADURAS	TRATAMIENTOS								
Repeticiones	MP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	2,663	1,000	1,000	1,477	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	2,886	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	2,613	1,477	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Promedio	2,721	1,159	0,333	0,826	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Desviación estándar	0,146	0,275	0,577	0,754	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*Unidades en Log₁₀UFC/g

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: RECUENTO (Log UFC/g)

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F	F-CRÍTICO
Modelo	8	20,152	2,519	22,70	<0,0001	4,955
Error	18	1,997	0,111			
Total corregido	26	22,149				

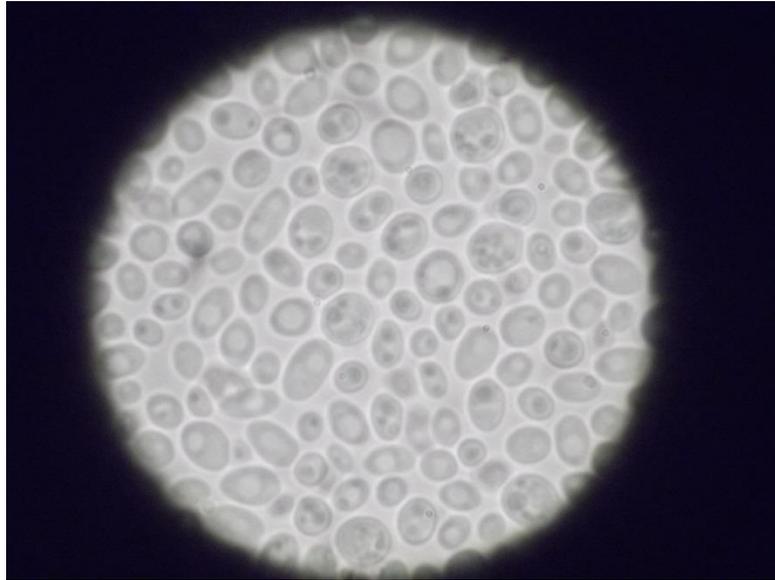
COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0,909	59,497	0,333	0,559

a. Prueba de Tukey en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

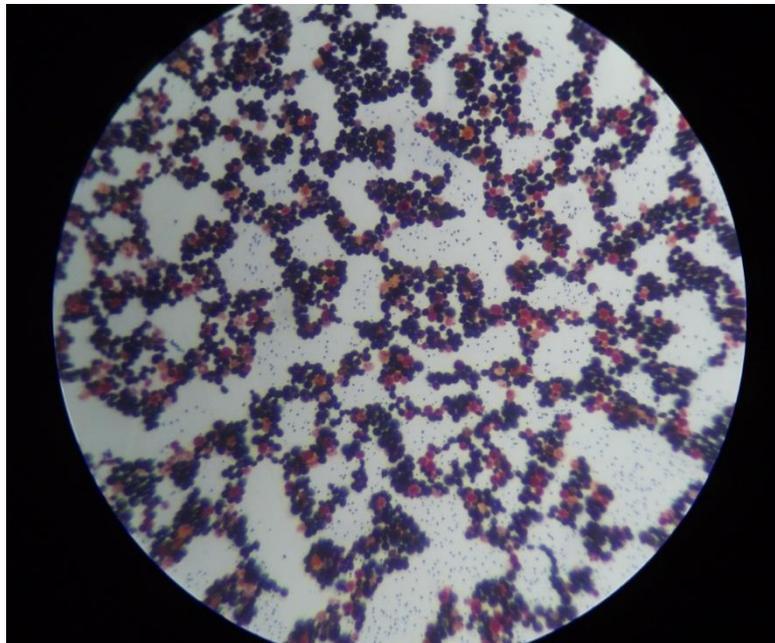
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TR
A	2,721	3	MP
B	1,159	3	T1
B			
C	0,826	3	T3
C			
C	0,333	3	T2
C			
C	0,000	3	T4
C			
C	0,000	3	T5
C			
C	0,000	3	T6
C			
C	0,000	3	T7
C			
C	0,000	3	T8

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

ANEXO 46. FOTOGRAFÍAS DE MICROORGANISMOS OBSERVADOS AL MICROSCOPIO



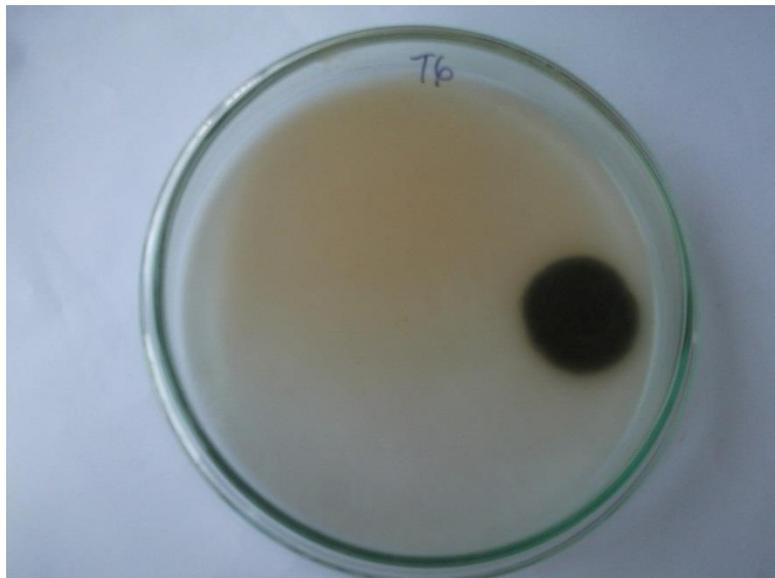
a. Levaduras de pulpa de chirimoya



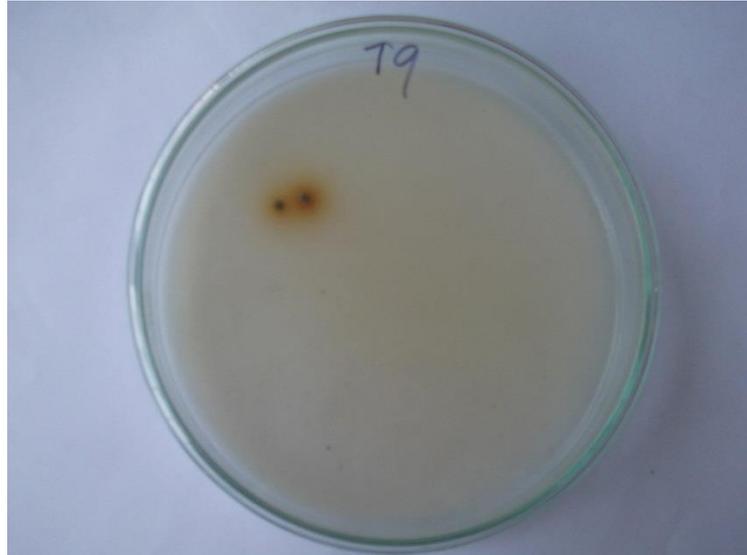
b. Bacterias acidúricas en pulpa de chirimoya



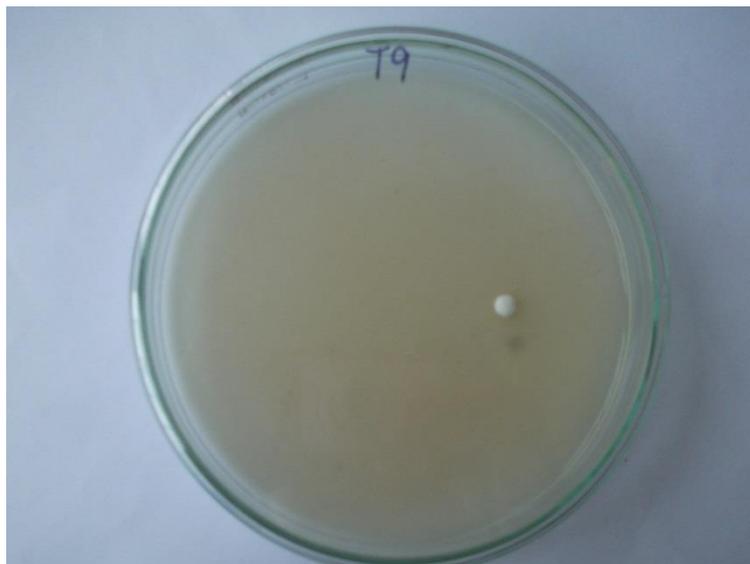
- c. Hongo termorresistente en muestra de pulpa de chirimoya (materia prima) sin tratamiento de pelado semiautomatizado.



- d. Hongo termorresistente en muestra de pulpa de chirimoya (T6) sometida a 100°C X 2min 20s X 6% NaOH.



- e. Hongo termorresistente en muestra de pulpa de chirimoya (T8) sometida a 90 °C X 3min 5 s X 6 % NaOH.



- f. Hongo termorresistente en muestra de pulpa de chirimoya (T8) sometida a 90°C X 3min 5s X 6% NaOH.

**ANEXO 47. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE LAS LEVADURAS**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: Levaduras

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	24
Número de observaciones usadas	24

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: Levaduras

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	4.40186667	0.62883810	5.13	0.0033
Error	16	1.96053333	0.12253333		
Total corregido	23	6.36240000			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.691856	120.7061	0.350048	0.290000

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	0.16666667	0.16666667	1.36	0.2606
TIEMPO	1	1.02506667	1.02506667	8.37	0.0106
NAOH	1	2.01840000	2.01840000	16.47	0.0009
TEMPERATURA*TIEMPO	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000
TEMPERATURA*NAOH	1	0.16666667	0.16666667	1.36	0.2606
TIEMPO*NAOH	1	1.02506667	1.02506667	8.37	0.0106
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000

- c. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para levaduras a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	0.3733	12	T1
A	0.2067	12	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	0.4967	12	t1
B	0.0833	12	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	0.5800	12	n1
B	0.0000	12	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

ANEXO 48. RESULTADOS DEL RECUENTO DE BACTERIAS AEROBIAS ESPORULADAS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS

a. Resultados

B.A. ESPOR.	TRATAMIENTOS*								
Repeticiones	MP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	4,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	2,00 0	0,00 0
2	3,00 0	3,00 0	4,17 6	3,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	2,00 0	0,00 0
3	3,50 0	1,50 0	2,08 8	1,50 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	2,00 0	0,00 0
Promedio	3,50 0	1,50 0	2,08 8	1,50 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	2,00 0	0,00 0
Desviación estándar	0,50 0	1,50 0	2,08 8	1,50 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0

*Unidades en Log₁₀UFC/g

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: RECUENTO (Log UFC/g)

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F	F-CRÍTICO
Modelo	8	36,793	4,599	3,41	0,015	4,955
Error	18	24,293	1,349			
Total corregido	26	61,086				

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0,602	115,420	1,162	1,007

**ANEXO 49. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE LAS BACTERIAS AEROBIAS ESPORULADAS**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: Bacterias aerobias esporuladas

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	24
Número de observaciones usadas	24

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: Bacterias aerobias esporuladas

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	20.44042917	2.92006131	2.61	0.0531
Error	16	17.90286667	1.11892917		
Total corregido	23	38.34329583			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.533090	116.6149	1.057794	0.907083

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	5.77220417	5.77220417	5.16	0.0373
TIEMPO	1	0.31970417	0.31970417	0.29	0.6003
NAOH	1	3.97720417	3.97720417	3.55	0.0777
TEMPERATURA*TIEMPO	1	6.79470417	6.79470417	6.07	0.0254
TEMPERATURA*NAOH	1	0.00220417	0.00220417	0.00	0.9651
TIEMPO*NAOH	1	3.54970417	3.54970417	3.17	0.0939
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	0.02470417	0.02470417	0.02	0.8837

- c. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para bacterias aerobio mesófilas a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	1.3975	12	T1
B	0.4167	12	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	1.0225	12	t1
A	0.7917	12	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	1.3142	12	n1
A	0.5000	12	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

ANEXO 50. RESULTADOS DEL RECUENTO DE BACTERIAS ACIDÚRICAS EN LA PULPA DE CHIRIMOYA

a. Resultados

B. ACIDURICAS	TRATAMIENTOS*								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Repeticiones									
1	3,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,00	1,60	0,00	0,00
2	3,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,00	1,00	0,00	1,00
3	3,041	1,301	0,000	0,000	0,000	0,00	1,00	0,00	0,00
Promedio	3,014	0,767	0,000	0,000	0,000	0,333	1,201	0,000	0,333
Desviación estándar	0,024	0,681	0,000	0,000	0,000	0,577	0,348	0,000	0,577

*Unidades en Log₁₀UFC/g

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: RECUENTO (Log UFC/g)

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F	F-CRÍTICO
Modelo	8	23,369	2,921	21,00	<0,0001	4.955
Error	18	2,504	0,139			
Total corregido	26	25,874				

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0,903	59,431	0,373	0,628

a. Prueba de Tukey en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TR
A	3,014	3	T0
B	1,201	3	T6
B			
B	0,767	3	T1
B			
C	0,333	3	T5
C			
C	0,333	3	T8
C			
C	0,000	3	T3
C			
C	0,000	3	T2
C			
C	0,000	3	T7
C			
C	0,000	3	T4

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones

**ANEXO 51. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE LAS BACTERIAS ACIDÚRICAS**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: acidúricas

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	24
Número de observaciones usadas	24

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: acidúricas

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	4.14958333	0.59279762	3.79	0.0129
Error	16	2.50000000	0.15625000		
Total corregido	23	6.64958333			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.624037	120.0865	0.395285	0.329167

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	0.07041667	0.07041667	0.45	0.5116
TIEMPO	1	0.02041667	0.02041667	0.13	0.7225
NAOH	1	0.45375000	0.45375000	2.90	0.1077
TEMPERATURA*TIEMPO	1	1.45041667	1.45041667	9.28	0.0077
TEMPERATURA*NAOH	1	1.45041667	1.45041667	9.28	0.0077
TIEMPO*NAOH	1	0.63375000	0.63375000	4.06	0.0611
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	0.07041667	0.07041667	0.45	0.5116

- c. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para acidúricas a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	0.3833	12	T1
A	0.2750	12	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	0.3583	12	t1
A	0.3000	12	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	0.4667	12	n1
A	0.1917	12	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

ANEXO 52. RECUENTO DE *Alicyclobacillus* sp. (UFC/G) EN PULPA DE CHIRIMOYA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	1	2	3
T0	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g
T1	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g
T2	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g
T3	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g
T4	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g
T5	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g
T6	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g
T7	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g
T8	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g	Ausencia en 10g

ANEXO 53. RESULTADOS DEL RECuento DE MOHOS TERMORRESISTENTES EN LA PULPA DE CHIRIMOYA Y ANVA DE LOS TRATAMIENTOS

a. Resultados

M.TERMORRES.	TRATAMIENTOS*								
Repeticiones	MP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	1	2	1	1	0	1	0	0	1
2	2	0	0	0	0	0	0	0	2
3	2	0	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	1,25	0,50	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	1,50
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desviación estándar	0,95	1,00	0,50	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	1,29
	7	0	1						

*Unidades en Log₁₀UFC/g

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: RECuento (Log UFC/g)

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F	F-CRÍTICO
Modelo	8	9,889	1,236	2,57	0,032	4,758
Error	27	13,000	0,481			
Total corregido	35	22,889				

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0,432	156,125	0,694	0,444

**ANEXO 54. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE LOS MOHOS TERMORRESISTENTES**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: mohos termorresistentes

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	32
Número de observaciones usadas	32

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: mohos termorresistentes

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	6.96875000	0.99553571	2.33	0.0577
Error	24	10.25000000	0.42708333		
Total corregido	31	17.21875000			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.404719	190.1138	0.653516	0.343750

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	1.53125000	1.53125000	3.59	0.0704
TIEMPO	1	2.53125000	2.53125000	5.93	0.0227
NAOH	1	0.28125000	0.28125000	0.66	0.4251
TEMPERATURA*TIEMPO	1	0.78125000	0.78125000	1.83	0.1888
TEMPERATURA*NAOH	1	0.28125000	0.28125000	0.66	0.4251
TIEMPO*NAOH	1	0.78125000	0.78125000	1.83	0.1888
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	0.78125000	0.78125000	1.83	0.1888

- c. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para acidúricas a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	0.5625	12	T1
A	0.1250	12	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	0.6250	12	t1
B	0.0625	12	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	0.4375	12	n1
A	0.2500	12	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

ANEXO 55. RESULTADOS DE PRUEBA DE DETECCIÓN DE *Salmonella* sp. EN PULPA DE CHIRIMOYA

TRATAMIENTOS	RESULTADO
T0	Ausencia en 25g
T1	Ausencia en 25g
T2	Ausencia en 25g
T3	Ausencia en 25g
T4	Ausencia en 25g
T5	Ausencia en 25g
T6	Ausencia en 25g
T7	Ausencia en 25g
T8	Ausencia en 25g

ANEXO 56. RECUENTO DE *Staphylococcus aureus* EN PULPA DE CHIRIMOYA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	1	2	3
T0	<10	<10	<10
T1	<10	<10	<10
T2	<10	<10	<10
T3	<10	<10	<10
T4	<10	<10	<10
T5	<10	<10	<10
T6	<10	<10	<10
T7	<10	<10	<10
T8	<10	<10	<10

*<10 UFC/g quiere decir no detectado

**ANEXO 57. RESULTADOS SENSORIALES DE LA PRUEBA DE COLOR PARA
PANELISTAS ENTRENADOS**

a. Resultados

ESCALA DE RESPUESTA DE 4 PUNTOS PARA COLOR										
JUECES	Rep.	MUESTRAS								SUMA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
Jesús	I	3	2	4	4	3	3	4	3	26
	II	3	2	4	4	2	3	4	3	25
	III	2	4	3	3	3	3	3	4	25
	Suma	8	8	11	11	8	9	11	10	76
	Promedio	2,667	2,667	3,667	3,667	2,667	3,000	3,667	3,333	
	Desv. Stand	0,577	1,155	0,577	0,577	0,577	0,000	0,577	0,577	
Rosa	I	2	4	1	3	1	1	2	3	17
	II	3	2	4	4	2	2	2	4	23
	III	2	3	4	4	2	3	3	4	25
	Suma	7	9	9	11	5	6	7	11	65
	Promedio	2,333	3,000	3,000	3,667	1,667	2,000	2,333	3,667	
	Desv. Stand	0,577	1,000	1,732	0,577	0,577	1,000	0,577	0,577	
Carmen	I	2	3	1	3	1	1	4	4	19
	II	1	2	4	2	1	3	3	4	20
	III	2	3	3	2	1	2	3	4	20
	Suma	5	8	8	7	3	6	10	12	59
	Promedio	1,667	2,667	2,667	2,333	1,000	2,000	3,333	4,000	
	Desv. Stand	0,577	0,577	1,528	0,577	0,000	1,000	0,577	0,000	
Félix	I	2	3	4	3	2	3	3	3	23
	II	3	2	3	2	1	2	4	4	21
	III	2	3	4	3	2	3	3	3	23
	Suma	7	8	11	8	5	8	10	10	67
	Promedio	2,333	2,667	3,667	2,667	1,667	2,667	3,333	3,333	
	Desv. Stand	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	
Jackelyne	I	2	2	3	4	1	3	4	4	23
	II	3	2	4	3	3	1	3	3	22
	III	3	2	3	4	2	2	3	4	23
	Suma	8	6	10	11	6	6	10	11	68
	Promedio	2,667	2,000	3,333	3,667	2,000	2,000	3,333	3,667	
	Desv. Stand	0,577	0,000	0,577	0,577	1,000	1,000	0,577	0,577	
Luis	I	3	1	4	4	2	3	3	4	24
	II	2	4	3	4	3	3	2	4	25
	III	3	2	3	3	3	3	2	3	22
	Suma	8	7	10	11	8	9	7	11	71
	Promedio	2,667	2,333	3,333	3,667	2,667	3,000	2,333	3,667	
	Desv. Stand	0,577	1,528	0,577	0,577	0,577	0,000	0,577	0,577	
Diego	I	3	1	4	4	2	3	4	4	25
	II	2	4	3	4	3	3	2	4	25
	III	3	2	3	3	3	3	2	3	22
	Suma	8	7	10	11	8	9	8	11	72
	Promedio	2,667	2,333	3,333	3,667	2,667	3,000	2,667	3,667	

	Desv. Stand	0,577	1,528	0,577	0,577	0,577	0,000	1,155	0,577	
SUMA		51	53	69	70	43	53	63	76	478
PROMEDIO TOTAL		2.43	2.52	3.29	3.33	2.05	2.52	3.00	3.62	

b. ANVA a un alfa (α) de 0,05

FV	GL	SC	CM	FC	F5%
Jueces	6	7,476	1,246	0,41	2,45
Muestras (Tratamientos)	7	43,5	6,214	2,047	2,36
Error experimental	28	85	3,036		
Total	41	135,976			

T(tratamientos)	8
n (rep.)	3
b (jueces)	7
TC	1360,024

c. Conclusión

El F calculado es menor al F tabular para los jueces, esto indica que no hay diferencias significativas, el grupo de jueces tienen respuestas homogéneas. Para los tratamientos también se tiene un F calculado menor al F tabular, es decir no tienen diferencias entre sí en cuanto al color.

**ANEXO 58. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE EL COLOR DE LA PULPA DE CHIRIMOYA**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: mohos termorresistentes

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	168
Número de observaciones usadas	168

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: mohos termorresistentes

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	43.5000000	6.2142857	10.75	<.0001
Error	160	92.4761905	0.5779762		
Total corregido	167	135.9761905			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.319909	26.71999	0.760247	2.845238

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	0.38095238	0.38095238	0.66	0.4181
TIEMPO	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000
NAOH	1	0.38095238	0.38095238	0.66	0.4181
TEMPERATURA*TIEMPO	1	2.88095238	2.88095238	4.98	0.0270
TEMPERATURA*NAOH	1	36.21428571	36.21428571	62.66	<.0001
TIEMPO*NAOH	1	0.21428571	0.21428571	0.37	0.5435
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	3.42857143	3.42857143	5.93	0.0160

- c. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para color a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	2.8929	12	T1
A	2.7976	12	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	2.8452	12	t1
A	2.8452	12	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	2.8929	12	n1
A	2.7976	12	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

**ANEXO 59. RESULTADOS SENSORIALES DE LA PRUEBA DE SABOR PARA
PANELISTAS ENTRENADOS**

a. Resultados

ESCALA DE RESPUESTA DE 7 PUNTOS PARA SABOR										SUMA
JUECES	Rep.	MUESTRAS								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
Rosa	I	3	5	4	1	6	7	1	3	30
	II	1	2	4	3	5	2	7	6	30
	III	5	4	4	1	5	3	2	4	28
	Suma	9	11	12	5	16	12	10	13	88
	Promedio	3,000	3,667	4,000	1,667	5,333	4,000	3,333	4,333	
	Desv. Stand	2,000	1,528	0,000	1,155	0,577	2,646	3,215	1,528	
Félix	I	7	7	7	6	6	7	5	5	50
	II	7	7	7	6	6	7	5	5	50
	III	6	6	6	7	6	6	6	4	47
	Suma	20	20	20	19	18	20	16	14	147
	Promedio	6,667	6,667	6,667	6,333	6,000	6,667	5,333	4,667	
	Desv. Stand	0,577	0,577	0,577	0,577	0,000	0,577	0,577	0,577	
Jackelyne	I	6	3	7	4	3	6	4	1	34
	II	6	4	6	5	4	5	4	6	40
	III	7	5	6	5	4	5	5	6	43
	Suma	19	12	19	14	11	16	13	13	117
	Promedio	6,333	4,000	6,333	4,667	3,667	5,333	4,333	4,333	
	Desv. Stand	0,577	1,000	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	2,887	
Luis	I	6	5	2	4	4	6	5	7	39
	II	6	6	7	6	7	7	6	6	51
	III	6	5	7	6	7	6	6	6	49
	Suma	18	16	16	16	18	19	17	19	139
	Promedio	6,000	5,333	5,333	5,333	6,000	6,333	5,667	6,333	
	Desv. Stand	0,000	0,577	2,887	1,155	1,732	0,577	0,577	0,577	
Diego	I	6	6	7	7	5	6	6	6	49
	II	6	6	7	6	5	6	7	6	49
	III	7	6	7	5	4	7	5	5	46
	Suma	19	18	21	18	14	19	18	17	144
	Promedio	6,333	6,000	7,000	6,000	4,667	6,333	6,000	5,667	
	Desv. Stand	0,577	0,000	0,000	1,000	0,577	0,577	1,000	0,577	
SUMA		85	77	88	72	77	86	74	76	635
PROMEDIO TOTAL		5,67	5,13	5,87	4,80	5,13	5,73	4,93	5,07	

b. ANVA a un alfa (α) de 0,05

FV	GL	SC	CM	FC	F5%
Jueces	4	102,25	25,563	2,385	2,45
Muestras (Tratamientos)	7	17,058	2,437	0,227	2,36
Error experimental	16	171,483	10,718		
Total	27	290,792			

T(tratamientos)	8
n (rep.)	3
b (jueces)	5
TC	3360,208

c. Conclusión

El F calculado es menor al F tabular para los jueces, esto indica que no hay diferencias significativas, el grupo de jueces tienen respuestas homogéneas. Para los tratamientos también se tiene un F calculado menor al F tabular, es decir no tienen diferencias entre sí en cuanto al sabor.

**ANEXO 60. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE EL SABOR DE LA PULPA DE CHIRIMOYA**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: sabor

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	120
Número de observaciones usadas	120

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: sabor

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	13.3916667	1.9130952	0.75	0.6344
Error	112	287.6000000	2.5678571		
Total corregido	119	300.9916667			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.044492	30.47455	1.602453	5.258333

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	0.40833333	0.40833333	0.16	0.6908
TIEMPO	1	1.40833333	1.40833333	0.55	0.4605
NAOH	1	0.20833333	0.20833333	0.08	0.7763
TEMPERATURA*TIEMPO	1	0.40833333	0.40833333	0.16	0.6908
TEMPERATURA*NAOH	1	3.00833333	3.00833333	1.17	0.2814
TIEMPO*NAOH	1	6.07500000	6.07500000	2.37	0.1268
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	1.87500000	1.87500000	0.73	0.3946

- c. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para sabor a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	5.3167	60	T1
A	5.2000	60	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	5.3667	60	t1
A	5.1500	60	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	5.3000	60	n1
A	5.2167	60	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.

**ANEXO 61. RESULTADOS SENSORIALES DE LA PRUEBA DE AROMA PARA
PANELISTAS ENTRENADOS**

a. Resultados

ESCALA DE RESPUESTA DE 5 PUNTOS PARA AROMA										SUM A
JUECES	Rep.	MUESTRAS								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
Jesús	I	5	5	4	3	4	3	1	5	30
	II	5	5	4	3	4	2	2	4	29
	III	4	5	3	4	3	3	1	4	27
	Suma	14	15	11	10	11	8	4	13	86
	Promedio	4,66 7	5,00 0	3,66 7	3,33 3	3,66 7	2,66 7	1,33 3	4,33 3	
	Desv. Stand	0,57 7	0,00 0	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,57 7	
Rosa	I	5	3	3	3	2	2	3	1	22
	II	5	3	3	2	2	2	3	1	21
	III	4	2	3	3	1	1	2	2	18
	Suma	14	8	9	8	5	5	8	4	61
	Promedio	4,66 7	2,66 7	3,00 0	2,66 7	1,66 7	1,66 7	2,66 7	1,33 3	
	Desv. Stand	0,57 7	0,57 7	0,00 0	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,57 7	
Carmen	I	4	4	3	4	5	4	3	4	31
	II	5	4	3	4	4	4	3	4	31
	III	4	5	2	3	5	3	2	3	27
	Suma	13	13	8	11	14	11	8	11	89
	Promedio	4,33 3	4,33 3	2,66 7	3,66 7	4,66 7	3,66 7	2,66 7	3,66 7	
	Desv. Stand	0,57 7								
Félix	I	4	4	3	4	5	4	3	4	31
	II	4	4	2	4	5	4	3	4	30
	III	3	3	3	3	4	3	3	3	25
	Suma	11	11	8	11	14	11	9	11	86
	Promedio	3,66 7	3,66 7	2,66 7	3,66 7	4,66 7	3,66 7	3,00 0	3,66 7	
	Desv. Stand	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,00 0	0,57 7	
Jackelyn e	I	3	2	5	1	4	3	3	4	25
	II	4	3	4	2	4	3	4	3	27
	III	3	2	5	1	3	4	4	3	25
	Suma	10	7	14	4	11	10	11	10	77
	Promedio	3,33 3	2,33 3	4,66 7	1,33 3	3,66 7	3,33 3	3,66 7	3,33 3	
	Desv. Stand	0,57 7								

Diego	I	4	3	3	4	4	3	4	1	26
	II	4	4	2	3	4	4	4	2	27
	III	5	3	3	4	3	3	3	1	25
	Suma	13	10	8	11	11	10	11	4	78
	Promedio	4,33 3	3,33 3	2,66 7	3,66 7	3,66 7	3,33 3	3,66 7	1,33 3	
	Desv. Stand	0,57 7								
Luis	I	4	3	3	4	4	3	4	1	26
	II	4	3	3	3	3	2	4	2	24
	III	3	4	3	3	4	2	3	1	23
	Suma	11	10	9	10	11	7	11	4	73
	Promedio	3,66 7	3,33 3	3,00 0	3,33 3	3,66 7	2,33 3	3,66 7	1,33 3	
	Desv. Stand	0,57 7	0,57 7	0,00 0	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,57 7	0,57 7	
SUMA		86	74	67	65	77	62	62	57	550
PROMEDIO TOTAL		4,10	3,52	3,19	3,10	3,67	2,95	2,95	2,71	

b. ANVA a un alfa (α) de 0,05

FV	GL	SC	CM	FC	F5%
Jueces	6	23,405	3,901	0,856	2,45
Muestras (Tratamientos)	7	30,452	4,350	0,955	2,36
Error experimental	28	127,548	4,555		
Total	41	181,405			

T(tratamientos)	8
n (rep.)	3
b (jueces)	7
TC	1800,595

c. Conclusión

El F calculado es menor al F tabular para los jueces, esto indica que no hay diferencias significativas, el grupo de jueces tienen respuestas homogéneas. Para los tratamientos también se tiene un F calculado menor al F tabular, es decir no tienen diferencias entre sí en cuanto al aroma.

**ANEXO 62. ANVA DEL EFECTO DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES
SOBRE EL AROMA DE LA PULPA DE CHIRIMOYA**

DCA en arreglo factorial 2x2x2: aroma

a. Información de nivel de clase

CLASE	NIVELES	VALORES
TEMPERATURA	2	T1 T2
TIEMPO	2	t1 t2
NAOH	2	n1 n2

Número de observaciones leídas	168
Número de observaciones usadas	168

b. Procedimiento ANVA en SAS 9.4 a un alfa (α) de 0,05.

Variable dependiente: sabor

FUENTE	GL	SC	CM	F-VALOR	PR > F
Modelo	7	30.4523810	4.3503401	4.61	0.0001
Error	160	150.9523810	0.9434524		
Total corregido	167	181.4047619			

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RAÍZ DE CME	PROMEDIO
0.167870	29.66925	0.971315	3.273810

FUENTE	GL	ANOVA SS	CM	F-VALOR	PR > F
TEMPERATURA	1	0.38095238	0.38095238	0.40	0.5260
TIEMPO	1	3.42857143	3.42857143	3.63	0.0584
NAOH	1	6.88095238	6.88095238	7.29	0.0077
TEMPERATURA*TIEMPO	1	0.59523810	0.59523810	0.63	0.4282
TEMPERATURA*NAOH	1	13.71428571	13.71428571	14.54	0.0002
TIEMPO*NAOH	1	0.09523810	0.09523810	0.10	0.7511
TEMPERAT*TIEMPO*NAOH	1	5.35714286	5.35714286	5.68	0.0183

- c. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para aroma a factores: temperatura, tiempo y NaOH.

AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TEMPERATURA
A	3.3214	84	T1
A	3.2262	84	T2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	TIEMPO
A	3.4167	84	t1
A	3.1310	84	t2
AGRUPAMIENTO*	MEDIA	N	NAOH
A	3.4762	84	n1
B	3.0714	84	n2

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. N son repeticiones.