



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TEMA:

“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PULSOS ELÉCTRICOS DE ALTA INTENSIDAD (PEAI) SOBRE LA CARGA MICROBIANA DEL NÉCTAR DE FRESA”

Proyecto de Investigación, Modalidad: Seminario de Graduación. Presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autor: Bombón Pilliza Luis Alfredo

Tutor: Ing. Juan Ramos

AMBATO – ECUADOR

2012

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Juan Ramos

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación con el tema **“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PULSOS ELÉCTRICOS DE ALTA INTENSIDAD (PEAI) SOBRE LA CARGA MICROBIANA DEL NÉCTAR DE FRESA”** del egresado Bombón Pilliza Luis Alfredo, declaro que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de una tesis de grado de Ingeniería en Alimentos; por lo cual considero que el trabajo investigativo posee los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación de los Calificadores que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Julio del 2012

Ing. Juan Ramos
TUTOR

AUTORÍA DE LA TESIS

Los criterios emitidos en el siguiente trabajo de investigación: **“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PULSOS ELÉCTRICOS DE ALTA INTENSIDAD (PEAI) SOBRE LA CARGA MICROBIANA DEL NÉCTAR DE FRESA”**, así también como los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, corresponden exclusivamente a Bombón Pilliza Luis Alfredo; Ing. Juan Ramos, Tutor del Proyecto de Investigación.

Ambato, Julio de 2012

Ing. Juan Ramos

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Julio de 2012

Para constancia firman:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios por darme la oportunidad de vivir y compartir con los seres que más quiero.

A mi madre Carmen Pilliza quien con mucho esfuerzo, amor y trabajo me impulso cada día para alcanzar mi meta propuesta.

Una dedicación especial a mi padre Antonio Bombón, por sus sabios consejos y fuente de inspiración, ahora que Dios le tiene junto a él.

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

A cada una de mis amigas y amigos, en especial a mis compañeros de curso, Laura, Daniela, Juan, Ricardo, Walter, Carlos y Beltrán que en el transcurso de toda mi vida estudiantil fueron pilares muy trascendentales apoyándome, comprendiéndome, y lo fundamental impulsándome a la perseverancia en conseguir el título profesional.

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos a sus autoridades, maestros y a todas las personas que hacen de esta institución digna de reconocimiento ya que impartieron su sabiduría y experiencias durante mi vida estudiantil para poder culminar mis metas propuestas.

A la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos UOITA por permitirme realizar la fase experimental del proyecto con el cual obtuve el tan anhelado título.

A mi director de tesis Ingeniero Juan Ramos quien me impartió sus valiosos conocimientos, ayudándome a perseverar y realizar un trabajo de investigación de alto nivel profesional.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1.CONTEXTUALIZACIÓN	2
1.2.1.1. Macro	2
1.2.1.2. Meso	3
1.2.1.3.Micro.	4
1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO.	5
1.2.3.RELACIÓN CAUSA - EFECTO.....	6
1.2.4. PRÓGNOSIS	7
1.2.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.2.6. PREGUNTAS DIRECTRICES	7
1.2.7. DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN	7
1.3.JUSTIFICACIÓN.....	8
1.4. OBJETIVOS.....	9
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
1.4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	10
2.2.FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	13
2.3.FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	13
2.4.CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	16
2.5.HIPÓTESIS.....	33
2.6.SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	33

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.	35
3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	36
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	37
3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	39
3.7. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	41
3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	44

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS.....	45
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FÍSICO- QUÍMICOS.....	45
4.2.1. SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX).....	45
4.2.2. ACIDEZ.....	46
4.2.3. pH.....	47
4.2.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	48
4.2.5. AZÚCARES REDUCTORES.....	50
4.3. MICROORGANISMOS.....	51
4.3.1. BACTERIAS.....	51
4.3.2. MOHOS Y LEVADURAS.....	52
4.3.3. COLIFORMES.....	53
4.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS SENSORIALES.....	55
4.4.1. COLOR.....	55
4.4.2. OLOR.....	55
4.4.3. SABOR.....	56
4.4.4.ACEPTABILIDAD.....	57
4.5. SELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO.....	57
4.6. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	57

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	58
5.2. RECOMENDACIONES.....	59

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS.....	60
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	61
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	62
6.4. OBJETIVOS.....	62
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	63
6.6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	63
6.7. METODOLOGÍA.....	67
6.8. ADMINISTRACIÓN.....	70
6.9. BIBLIOGRAFÍA.....	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro # 1. Operacionalización de la variable independiente: Escasa aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad.....	39
Cuadro # 2. Operacionalización de la variable dependiente: Control de carga microbiana.....	40
Cuadro # 3. Resumen de las vitaminas solubles en agua.....	65
Cuadro # 4. Modelo Operativo (Plan de acción).....	69
Cuadro # 5. Administración de la propuesta.....	70
Cuadro # 6. Previsión de la evaluación.....	71

ANEXOS

Anexo A

Métodos Empleados para los Análisis Físicos – Químicos, Microbiológicos y Sensoriales.....	79
ANEXO A-1. Determinación de sólidos solubles (°Brix).....	80
ANEXO A-2. Determinación de acidez total (% ácido cítrico).....	81
ANEXO A-3. Determinación de pH.....	83
ANEXO A-4. Determinación de conductividad eléctrica.....	84
ANEXO A-5. Determinación de azúcares reductores.....	85
ANEXO A-6. Determinación de recuento total de bacterias (mesófilos), mohos – levaduras y coliformes totales.....	86
ANEXO A-7. Análisis sensoriales.....	88
ANEXO A-7.1. Evaluación sensorial para el nectar de fresa sin tratamiento y con tratamiento de PEAI.....	90
ANEXO A-8. Determinación de vitamina C.....	91

Anexo B

Tablas de resultados.....	93
Tabla B1.Sólidos solubles (°Brix) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	94
Tabla B2.Porcentaje de acidez (ácido cítrico) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	94
Tabla B3. pH del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	95
Tabla B4. Conductividad eléctrica del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	95
Tabla B5. Azúcares reductores del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	96
Tabla B6. Recuento total de bacterias (mesófilos) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	96
Tabla B7. Mohos y levaduras del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	97
Tabla B8. Coliformes del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	97
Tabla B9. Análisis sensorial del color del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	98
Tabla B10. Análisis sensorial de olor del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	99
Tabla B11. Análisis sensorial de sabor del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	100

Tabla B12. Análisis sensorial de aceptabilidad del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	101
Tabla B13. Selección del mejor tratamiento del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	102
Tabla B14. Verificación de la hipótesis de los parámetros analizados...	102

ANEXO C

Índice de Análisis Estadístico.....	103
Tabla C1. Análisis de varianza de sólidos solubles (°Brix) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	104
Tabla C1.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia) de los sólidos solubles.....	104
Tabla C2. Análisis de varianza de la acidez (% ácido cítrico) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	105
Tabla C2.1. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo) de la acidez....	105
Tabla C3. Análisis de varianza de pH del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	106
Tabla C3.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia) del pH.....	106
Tabla C3.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo) del pH.....	107
Tabla C4. Análisis de varianza de Conductividad eléctrica del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	107
Tabla C4.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)de la Conductividad eléctrica.....	108
Tabla C4.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo) dela Conductividad eléctrica.....	108

Tabla C5. Análisis de varianza de azúcares reductores del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	109
Tabla C5.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)de los azúcares reductores.....	109
Tabla C5.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo) delos azúcares reductores.....	110
Tabla C5.3. Prueba de Tukey para la interacción A (Frecuencia) y B (Tiempo) de los azúcares reductores.....	110
Tabla C6. Análisis de varianza de recuento total de bacterias mesófilas del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	111
Tabla C6.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)de las bacterias mesófilas.....	111
Tabla C6.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo) de las bacterias mesófilas.....	112
Tabla C7. Análisis de varianza del recuento de mohos y levaduras del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	112
Tabla C7.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia) de mohos y levaduras.....	113
Tabla C7.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo) de mohos y levaduras.....	113
Tabla C7.3. Prueba de Tukey para la interacción A (Frecuencia) y B (Tiempo) de mohos y levaduras.....	114
Tabla C8. Análisis de varianza del recuento de coliformes del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	114
Tabla C8.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia) de coliformes.....	115

Tabla C8.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo) de coliformes.....	115
Tabla C8.3. Prueba de Tukey para la interacción A (Frecuencia) y B (Tiempo) de coliformes.....	116
Tabla C9. Análisis de varianza del color del néctar de fresas sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad....	116
Tabla C10. Análisis de varianza del olor del néctar de fresas sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad....	117
Tabla C10.1. Prueba de Tukey para el factor A (Catadores) del olor.....	117
Tabla C11. Análisis de varianza del sabor del néctar de fresas sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad....	118
Tabla C11.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia) del sabor.....	118
Tabla C12. Análisis de varianza de aceptabilidad del néctar de fresas sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad....	119

ANEXSO D

Índice de Gráficos.....	120
Gráfico: # 1. Relación causa – efecto.....	5
Gráfico # 2. Categorías fundamentales.....	16
Gráfico: # 3. Subcategorías de la variable independiente.....	17
Gráfico: # 4. Subcategorías de la variable dependiente.....	18
Gráfico #.5. Diagrama de flujo de la aplicación de pulsos eléctricos del néctar de fresa.....	41
Gráfico # 6. Estructura de la vitamina C.....	64

Gráfico # 7. La dieta básica.....	67
Gráfico # 8. Sólidos solubles (°Brix) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	121
Gráfico # 9. Porcentaje de Ácido cítrico del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	121
Gráfico # 10. pH del néctar de fresa tratados con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	121
Gráfico # 11. Porcentaje de Conductividad eléctrica del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	122
Gráfico # 12. Porcentaje de azúcares reductores del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	122
Gráfico # 13. Recuento total de bacterias mesófilas (UFC/ml) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	122
Gráfico # 14. Recuento de mohos y levaduras (UFC/ml) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	123
Gráfico # 15. Recuento de coliformes (UFC/ml) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.....	123
Gráfico # 16. Color del néctar de fresa sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.....	123
Gráfico # 17. Olor del néctar de fresa sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.....	124
Gráfico # 18. Sabor del néctar de fresa sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.....	124
Gráfico # 19. Aceptabilidad del néctar de fresa sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.....	124

ANEXO E

Fotografías.....	125
------------------	-----

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TEMA: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PULSOS ELÉCTRICOS DE ALTA INTENSIDAD (PEAI) SOBRE LA CARGA MICROBIANA DEL NÉCTAR DE FRESA"

Autor: Luis Alfredo Bombón Pilliza

Tutor: Ing. Juan Ramos

RESUMEN:

En la presente investigación se determinó el efecto de la aplicación de los pulsos eléctricos de alta intensidad (PEAI) en el néctar de fresa; para ello se utilizó el equipo de pulsos eléctricos aplicando diferentes frecuencias y tiempos de tratamiento con la finalidad de destruir la carga microbiana y alargar la vida útil del producto.

Se elaboró el néctar de fresa aplicando procedimientos adecuados de higiene y sanitización, para posteriormente aplicar pulsos eléctricos de alta intensidad y efectuar análisis físicos, químicos, sensoriales y microbiológicos del producto.

Los resultados de caracterización física - química y sensorial del néctar de fresa indican que estas propiedades varían con relación al néctar de fresa patrón; así por ejemplo el néctar sometido a una frecuencia de 250 Hz con 999 μ s y un tiempo total de aplicación de los pulsos eléctricos de 45 min es considerado como el mejor tratamiento, en donde se observa valores de sólidos solubles (14,07°Brix), acidez (0,30%), pH (3,35), conductividad eléctrica (971,33 μ s/cm) y azúcares reductores (23,59 g/100ml); además se puede indicar que los atributos sensoriales (color, olor, sabor y aceptabilidad), permanecen sin mucha variación con relación a la muestra patrón, es decir, no se observa diferencias de significado estadístico.

Al realizar el recuento microbiológico del néctar de fresa, se observa que para el tratamiento T9 (250 Hz y un tiempo de 45 min.) reporta valores más bajos de microorganismos, así 2 UFC/ml de bacterias, 12 UFC/ml de mohos -levaduras y 0 UFC/ml de coliformes totales; por tanto se establece que mientras mayor es la frecuencia y tiempo de tratamiento menor es la carga microbiana.

Finalmente se determinó que la vitamina C se desnaturaliza en una cantidad de 13,76mg/100g de néctar correspondiendo a un 37,13%. Por ende, se recomienda adicionar ácido ascórbico para compensar lo perdido durante el tratamiento no térmico, así como también envasar en recipientes oscuros y almacenarlos en sitios refrigerados y en donde no haya penetración de luz.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

“Influencia de la aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad (PEAI) sobre la carga microbiana del néctar de fresa”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la falta de aplicación de los pulsos eléctricos de alta intensidad, condiciones inapropiadas de almacenamiento, deficientes procesos de elaboración y aplicaciones deficientes de buenas prácticas de manufactura (BPM), se observó una elevada carga microbiana en el néctar de fresa, la misma que genera pérdidas de los atributos sensoriales del producto, el néctar tiene corta vida útil lo que genera pérdidas económicas a las industrias y provoca enfermedades gastrointestinales a los consumidores del producto.

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

1.2.1.1 CONTEXTO MACRO

La producción mundial de fresa ha aumentado drásticamente durante la última década. En los años 80, aumentó en un 40%, alcanzándose 2,37 millones de toneladas por año, siendo el 50% producido por Europa y el 25% por Norte América. Actualmente, países como EE.UU. Polonia, España, Japón e Italia se reparten la mayoría de la producción mundial, sumando juntos el 69,7%. La aparición de estos nuevos productores se debe a aumentos de producción en zonas de inviernos medios, como Egipto y España, pasando del 35% al 50%, a la falta de continuidad anual de la producción en fresco (específica de primavera), implicando adopción de sistemas de cultivo intensivos y adecuados al medio ambiente para evitar fluctuaciones de precio entre estaciones, aumentos y cambios de las bases de producción por investigaciones en sembrado, recolección, sistemas de cultivo, fisiología del frenal y tecnologías de cultivo. **(Parra y Hernández, 1997)**

La fresa es uno de los frutos altamente apreciados en el mundo por su sabor y por su riqueza en vitaminas y minerales; además es un producto que tiene una amplia posibilidad de utilización industrial en la obtención de néctares. La aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad (PEAI) es una nueva e innovadora tecnología no térmica de procesado mínimo que es usada como un proceso de preservación alternativa para néctares de frutas. El tratamiento de PEAÍ es capaz de inactivar microorganismos y prolongar la vida útil de estos productos sin los efectos indeseables de calor. Diferentes investigaciones realizadas a nivel internacional, muestran que este tipo de tecnología, los campos de alta intensidad de pulsos eléctricos, no deteriora de forma significativa la calidad del producto manteniendo en forma óptima sus características físicas, químicas y organolépticas, además de que son más eficientes energéticamente lo que conllevará a que los productos tengan una vida útil más larga.

Durante el procesado no térmico, la temperatura del alimento se mantiene por debajo de la temperatura que normalmente se utiliza en el procesado térmico y se espera que durante el procesado no térmico las vitaminas, nutrientes esenciales y aromas no experimenten cambios o que los mismos sean mínimos.(Valderrama, **Ángela María, Arenas y León, 2008**).

1.2.1.2 CONTEXTO MESO

Ecuador produce anualmente alrededor de 30.000 toneladas métricas de fresas. El 60% de tal volumen es para el consumo nacional en fruta fresca o procesada en, helados, yogur y mermeladas. El resto se exporta a EE.UU, España y los Países Bajos. La mitad del cultivo de fresa en Ecuador está en Pichincha, luego está Tungurahua con el 20% y el resto se reparten entre Chimborazo, Cotopaxi, Azuay y parte de Imbabura. Recomiendan plantar las especies oso grande ZZ mejorado, Chandler, Irwin, diamante o híbridos con gran resistencia a las plagas. El mercado de jugos y conservas de frutas, empezó a desarrollarse en el año 1960; Industrias Conserveras del Guayas fue una de las empresas pioneras en la incursión de este mercado, actualmente empresas como Agrícola e Industrial Ecuaplantation S.A., Industrias Conserveras Guayas S.A., y Quicornac S.A., son industrias modernas con estándares de tecnología muy avanzados. En 1998 Quicornac S.A. desarrolló una nueva línea de llenado aséptico para proveer la alternativa de los jugos y concentrados de larga vida que no necesitan de refrigeración. Según reportes del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), contribuyendo mayoritariamente al proceso productivo del país. El Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria (CNTA) lleva a cabo un proyecto de investigación, denominado "Vitiviniss", para comprobar la utilidad de la aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad y del micro encapsulación en la producción de vino, mostos, néctares y jugos. El proyecto, está analizando diferentes variedades de uva y subproductos de

las mismas para estudiar en cuál de ellas la aplicación de pulsos eléctricos es más efectiva y rentable. **(Susana Almeida, Flores, 2007).**

1.2.1.3 CONTEXTO MICRO

En la provincia de Tungurahua se procesa la fresa en la Planta Hortofrutícola de Ambato (Planhofa), en la que los fruticultores poseen acciones. La administración actual señala que el volumen procesado no abastece el mercado, por la baja producción, aunque hay una tendencia a aumentar. Esta planta procesa mensualmente alrededor de 15.000 kilos, provenientes 50% de Yaruquí (Pichincha) y el resto de Tungurahua. Planhofa requiere 10.000 kilos adicionales para abastecer el mercado local. El 70 por ciento de la producción va en pulpa pasteurizada y congelada con la marca Frisco a la empresa Ecuajugos. El restante se transforma en mermelada para la elaboración de yogur Tony o Alpina, o se vende en los supermercados. “Hasta el momento no se ha exportado pulpa de fresa y no es recomendable, porque hace falta capacitación a los fruticultores en producción orgánica”, explicó el actual gerente.

En la Provincia de Tungurahua, en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, el tema de investigación que realizaron es el estudio de reducción de carga microbiana inicial de la leche cruda entera aplicando pulsos eléctricos de alto voltaje. La tecnología de campos eléctricos pulsados puede provocar descensos microbiológicos importantes del orden de 5×10^6 a $1,4 \times 10^4$ unidades formadoras de colonias/mililitro (ufc/ml) cuando la temperatura es de 20°C y hasta $3,0 \times 10^2$ (ufc/ml) cuando su temperatura es de 2°C (considerando dos y cuatro reducciones logarítmicas respectivamente), siempre y cuando las características del proceso sean las más acordes a cada tipo de microorganismos y alimento tratado. Después del análisis sensorial los catadores no detectaron ningún cambio significativo en las propiedades organolépticas del producto tratado, lo que influye en el alargamiento de la vida útil del producto. **(Carrillo, 2010).**

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

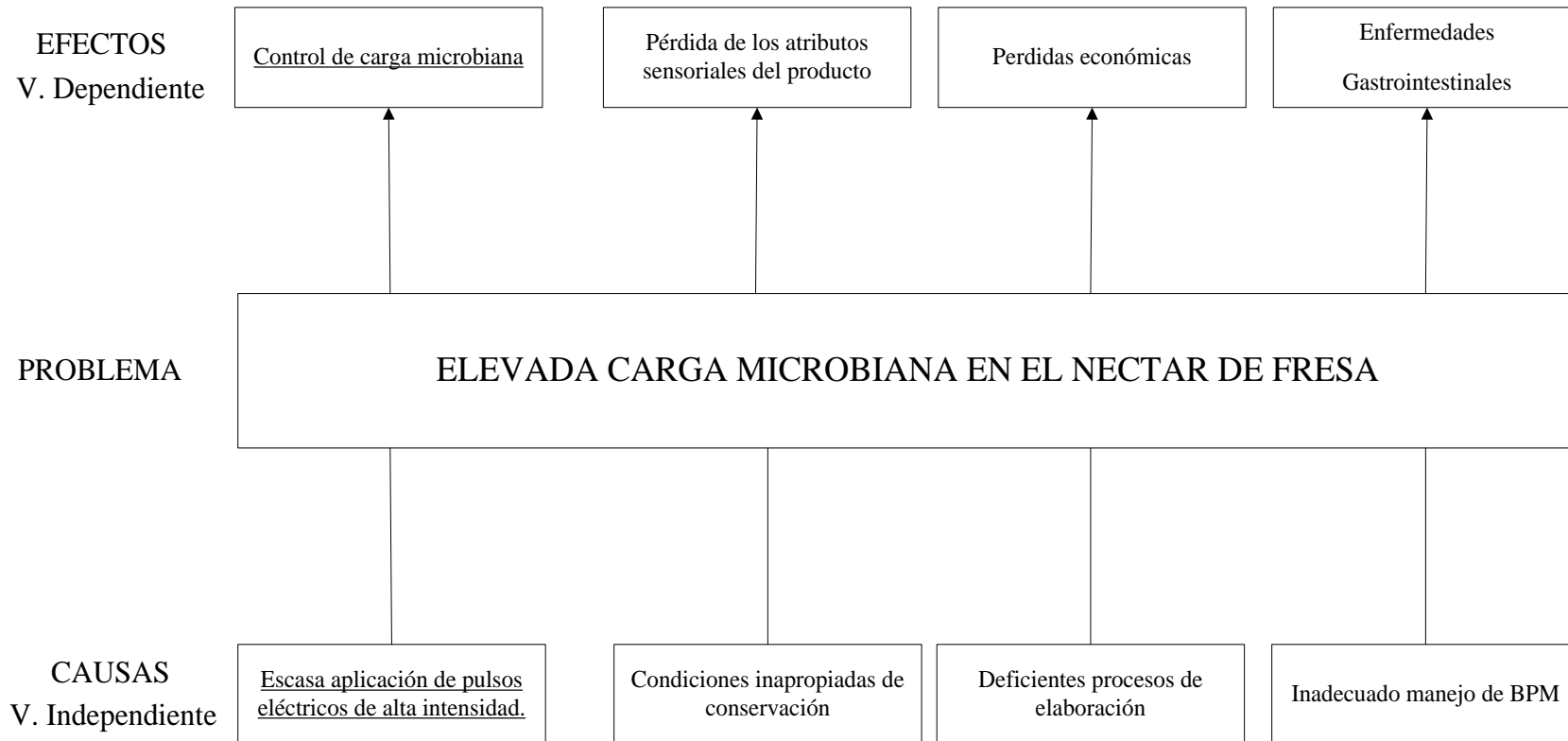


Gráfico: # 1 Relación causa – efecto

Elaborado por: Luis A. Bombón P.

1.2.3 RELACIÓN DE CAUSA-EFECTO

Luego de haber realizado el análisis crítico del problema, se determinó que la no aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad, es la causa para que exista una elevada carga microbiana en el néctar de fresa lo que influye en la corta vida útil del producto.

Las condiciones inapropiadas de conservación es la causa para que exista una elevada carga microbiana en el néctar de fresa lo que influye en la pérdida de los atributos sensoriales, por eso es necesario revisar el interior de los refrigeradores, para eliminar cualquier acumulación de líquidos que pudiera formarse, y por otro lado hay que prestar atención al material y tipo de los envases, si son aptos o no para resistir la conservación durante algún tiempo.

Por su actividad laboral tiene contacto con ellos durante todas las etapas de la cadena alimentaria, y esto hace que necesite una formación específica en manipuleo e higiene. Para que no haya deficientes procesos de elaboración y exista una elevada carga microbiana en el néctar de fresa lo que influye en las pérdidas económicas de las industrias.

Muchas veces, el desconocimiento de las “Buenas Prácticas de Manipulación” genera una la pérdida importante de nutrientes esenciales, las cuales pueden permitir y estimular el crecimiento de microorganismos en el néctar de fresa, lo que influye en las enfermedades gastrointestinales es uno de los principales problemas de salud pública en el mundo. Se transmiten, ya sea por vía fecal-oral, o bien por el consumo de agua y alimentos contaminados. Afectan principalmente a la población infantil, y tanto su incidencia como su prevalencia dependen del nivel socioeconómico de los pacientes. Los agentes patógenos involucrados son virus, parásitos y bacterias que causan daño a los consumidores del producto.

1.2.4 PRÓGNOSIS

Al no aplicar la tecnología de conservación del néctar de fresa por medio de la aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad, se limita el avance tecnológico, y la conservación de este producto se ve alterado por la elevada carga microbiana. Por tanto, el néctar perderá sus características sensoriales, el consumo de este producto puede provocar enfermedades gastrointestinales a los consumidores y finalmente los productores seguirán arrastrando pérdidas económicas debido al deterioro del producto.

1.2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influyen los pulsos eléctricos de alta intensidad sobre la carga microbiana del néctar de fresa?

1.2.6 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Qué tipo de control se aplica para la conservación del néctar de fresa?

¿Existe alguna alternativa de solución a la poca aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad para la conservación del néctar de fresa?

¿De qué manera influye la deficiente aplicación de buenas prácticas de manufactura (BPM) en las características sensoriales del néctar de fresa?

1.2.7 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

DELIMITACIÓN DE CATEGORÍAS

CAMPO: Ingeniería en Alimentos

ÁREA: Tecnología de Alimentos

SUB-AREA: Tecnología de Frutas y Hortalizas

SECTOR: Control microbiano con pulsos eléctricos de alta intensidad del néctar de fresa.

SUB-SECTOR: Conservación de néctares

DELIMITACIÓN ESPACIAL:

El presente trabajo de Investigación se efectuó en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

DELIMITACIÓN TEMPORAL: El Proyecto tiene una duración de 10 meses, desde Octubre del 2011 hasta Julio del 2012.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los consumidores buscan el mercado productos que brinden una nutrición adecuada por medio de alimentos de fácil explotación y que sean susceptibles a ser tratadas tecnológicamente sin alterar sus propiedades y características.

La importancia de esta investigación radica en proporcionar nuevos conocimientos a la investigación científica por el hecho de emplear los pulsos eléctricos de alta intensidad; por otro lado al desarrollo tecnológico en la elaboración del néctar de fresa lleno de propiedades nutritivas para los consumidores.

Se puede manifestar que el propósito principal de la presente investigación es evaluar la reducción de la carga microbiana del néctar de fresa, mediante la aplicación del pulsos eléctricos de alta intensidad con la finalidad de obtener un producto con buenas características sensoriales, aptas para el consumo humano, y prolongar la vida útil, permitiendo alargar el tiempo de comercialización y consumo tanto en el mercado nacional como internacional.

Además con este proyecto se pretende utilizar una nueva tecnología de conservación para ofrecer un producto inocuo lo que garantiza a los consumidores obtener el néctar de fresa de buena calidad.

Las empresas productoras de néctares de fresas tendrán menos pérdidas económicas debido a que el producto mantendrá buenas características sensoriales.

Finalmente la fresa se recomienda a toda la población por sus propiedades nutritivas. Sin embargo, hay personas que se pueden beneficiar aún más de consumir esta fruta, como lo son aquellas que están en riesgo de sufrir deficiencias de vitamina C, como adultos mayores, niños, fumadores, embarazadas, o madres lactantes, deportistas, o personas que no consuman cantidades adecuadas de frutas y /o vegetales al día.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Estudiar la influencia de la aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad (PEAI) sobre la carga microbiana del néctar de fresa.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer el efecto de la aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad sobre los parámetros físicos, químicos y sensoriales del néctar de fresa.
- Evaluar los parámetros microbiológicos del néctar de fresa y su relación con la vida útil del producto.
- Determinar el contenido de vitamina C del néctar de fresa reportado como mejor tratamiento con la finalidad de establecer el porcentaje de desnaturalización de este nutriente debido a la acción de los pulsos eléctricos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Carrillo D., 2010. En su tesis titulada “Estudio de reducción de carga microbiana inicial de leche cruda entera aplicando pulsos eléctricos de alto voltaje”, menciona que la tecnología de campos eléctricos pulsados puede provocar descensos microbiológicos importantes del orden de $5.0 \cdot 10^6$ a $1,4 \cdot 10^4$ unidades formadoras de colonia/mililitro (ufc/ml) cuando la temperatura es de 20°C y a $3.0 \cdot 10^2$ (ufc/ml) cuando la temperatura es de 2°C , con dos y cuatro reducciones logarítmicas respectivamente, siempre y cuando las características del proceso sean las más acordes a cada tipo de microorganismos y alimento tratado.

Según Ingrid A., Robert S., Olga M., 2010. En el artículo técnico titulado “Combinación de pulsos eléctricos de alta intensidad de campo con antimicrobianos naturales para inactivar los microorganismos patógenos y extender la vida útil de los zumos de melón y sandía” manifiestan que los resultados obtenidos en este estudio demostraron que la aplicación del tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad en combinación con ácido cítrico o el aceite de corteza de canela puede ser una buena alternativa a la pasteurización térmica para la preservación de la calidad microbiológica y la seguridad en los zumos de frutas y reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos causada por el consumo de los

jugos no pasteurizados. Sin embargo, se necesitan más estudios para reducir los efectos negativos en los atributos de sabor, olor y sabor agrio al ácido cítrico o el aceite de la corteza de canela que se añaden al melón o jugo de sandía en concentraciones que garantizar su seguridad, ya que la aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad de campo solo no afectó significativamente las propiedades organolépticas de los jugos.

Sampedro., 2008. En su tesis titulada “Impacto del tratamiento por pulsos eléctricos de alta intensidad y altas presiones hidrostáticas sobre la calidad y seguridad microbiológica de un alimento mezclado de zumo de naranja y leche” menciona que las levaduras son las más sensibles por el gran tamaño celular, porque los pulsos eléctricos afectan directamente a las estructuras. Los autores señalan que la combinación de algunos tratamientos (acumulación de barreras) se logra un efecto mayor en la destrucción de microorganismos.

Daniel Sosa., 2006. En el artículo técnico titulado “Pulsos eléctricos de alta intensidad para conservación de alimentos y esterilización médica” manifiesta que los resultados obtenidos en este estudio el sistema de procesos por pulsos eléctricos de alta intensidad de campo es un sistema eléctrico simple consiste en una fuente de alto voltaje, un banco de condensadores, interruptores y cámara de tratamiento. El tipo de disposición de electrodos influye en la inactivación microbiana, se observa que es importante prevenir la rotura dieléctrica de los alimentos, aquellos que sean susceptibles de presentar rotura dieléctrica no son adecuados para este tratamiento, por esto primordialmente los alimentos líquidos se adecuan a estos tipos de tratamientos, o aquellos con pequeñas partículas, cuyo tamaño sea menor que la región de tratamiento. Por lo que los alimentos sólidos que contiene burbujas de aire no son adecuados para un procesado con campo eléctrico debido a las potenciales rupturas dieléctricas en las burbujas.

Phig y col., 2006. En el artículo técnico titulado “Inactivación de la población microbiana de los mostos mediante tratamiento por pulsos eléctricos de alta intensidad de campo” mencionan que los pulsos eléctricos de campo sobre mostos para tratamiento de poblaciones de levaduras, bacterias lácticas y acéticas como: *Kloeckera opiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus hilgardii*, *Gluconobacter oxydarts*, *Lactobacillus platttarum*, *Lactobacillus hilgardii*, *Gluconobacter oxydans*, dan reducciones microbianas superiores a 4 ciclos y 2.5 ciclos logarítmicos para el caso de las levaduras y bacterias acéticas respectivamente.

Según Susanne S, Thorsten A, Stefan T, Sybille N., 2006. En el artículo técnico titulado “Efecto del tratamiento con pulsos eléctricos de campo de la manzana en el rendimiento de jugo de maceración y los atributos de calidad de los jugos de manzana” manifiestan que los resultados obtenidos en este estudio de la aplicación de pulsos eléctricos de campo para aumentar el rendimiento de jugo de manzana representa una alternativa prometedora a los procesos convencionales usando maceración enzimática del puré. Por lo tanto el tratamiento de pulsos eléctricos de campo puede contribuir a la producción sostenible de jugo de manzana ya que el orujo resultante todavía puede ser adecuado para la extracción de pectina. Con el fin de ser aprobados para el mercado europeo de los jugos producidos en las condiciones descritas de los pulsos eléctricos de campo el tratamiento completamente cumplido con los requisitos de las especificaciones. Por lo tanto, estos productos pueden ser comercializados sin restricciones legales del Reglamento sobre nuevos alimentos europeos.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Augusto Comte, citado por Gutiérrez A. (1985), el investigador no puede salir de los límites del conocimiento “positivo”, la ciencia no puede alcanzar la esencia material tan solo describe los nexos externos entre los fenómenos observados, sin dilucidar las leyes que rigen su cambio.

El remplazo de las fuerzas sobrenaturales relativas por abstracciones personificadas y esencias metafísico que son la base de todos los fenómenos observados, genera que las teorías o fenómenos cognoscibles de la realidad objetiva tornen el pensamiento humano a “establecer el vínculo entre los diversos fenómenos particulares”.

El espíritu positivismo huye de todo absolutismo, no importa el “que” sino el “como “de las cosas, y la ciencia ha de conocer las “leyes”, entendiendo como tal es la formulación de las relaciones funcionales de sucesión y semejanzas observadas.

2.3 FUNDAMENTACIÓNLEGAL

La presente investigación se fundamentará en las siguientes Normas y Reglamentos:

- Norma INEN 2337: 2008-12.

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos que deben cumplir los jugos, concentrados, néctares, y bebidas de frutas y vegetales.

- CÓDEX STAN 247-2005

Este Reglamento tiene correspondencia con la Norma General del Codex para Zumos (Jugos) y Néctares de Frutas.

- Reglamento Técnico Centro americano, editado por: Ministerio de Economía, MINECO Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, MIFIC

Secretaría de Industria y Comercio, SIC Ministerio de Economía Industria y Comercio, MEIC. Para Alimentos y bebidas procesadas. Néctares de frutas.

- En el ANEXO A1, Determinación de Sólidos solubles (°Brix), método 932.12 AOAC Official Method Solids (Soluble) in Fruits and Fruit Products, Refractometer Method, First Action 1932, Final Action 1980.
- La acidez (%ácido cítrico) se determinará por titulación del sobrenadante valorado con Hidróxido de sodio 0.1N. Norma NTE INEN 2337: 2008-12.
- El pH de la fruta se determinará mediante un pH metro. Norma NTE INEN 398.
- Determinación de azúcaresreductores, método 923.09 AOAC Official Method, Invert Sugar in Sugars and Syrups, Lane-Eynon General Volumetric Method, First Action 1923.
- Determinación de recuento total de bacterias. Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización INEN 0411: 1979.
- Determinación de recuento de hongos y levaduras INEN 1093–1984 – 04.
- Determinación de coliformes totales INEN 529-7- 1990-02.
- Las placas Petrifilms 3M constan de la certificación de la AOAC (AOAC 986.33, AOAC 989. 10, AOAC 991,14), son métodos reconocidos mundialmente. Los mismos que significan y evitan la contaminación involuntaria de los medios de cultivo tradicionales,

además su utilización simplifica y ahorra tiempo en la preparación de medios de cultivos tradicionales difíciles de obtener.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

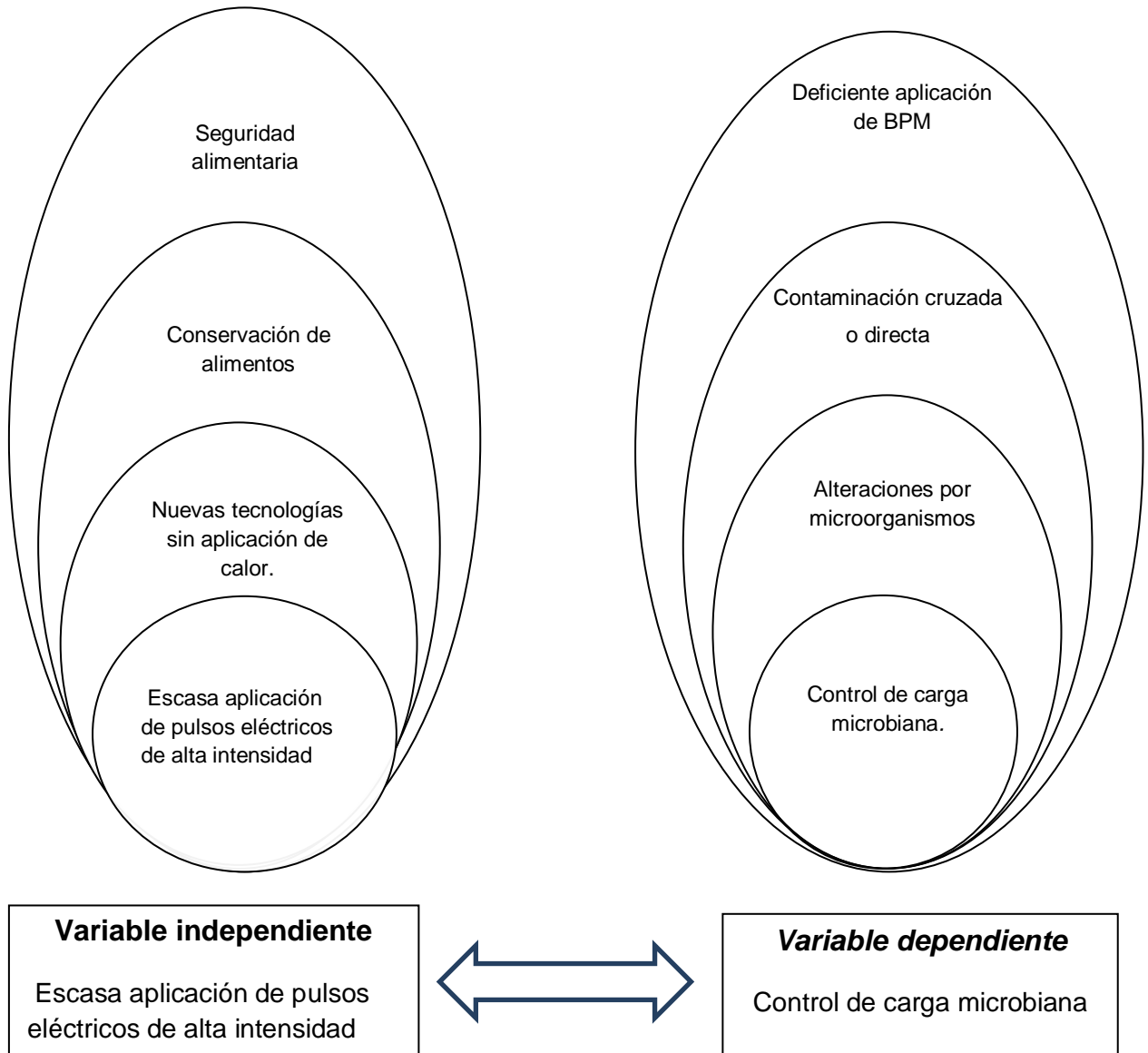


Gráfico # 2 categorías fundamentales

Elaborado por: Luis A. Bombón P.

2.4.1 CONSTELACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

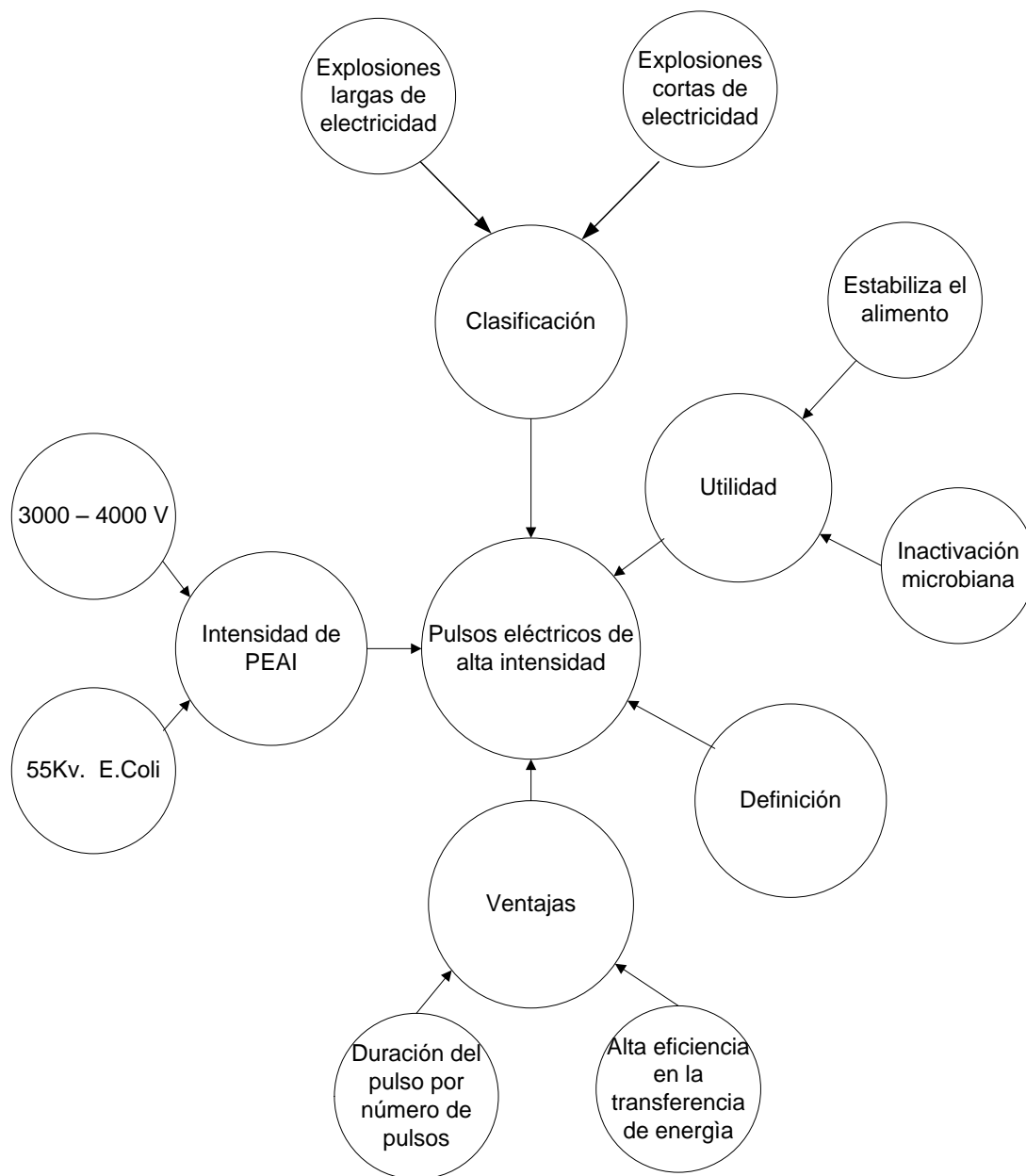


Gráfico: # 3 Subcategorías de la variable independiente

Elaborado por: Luis A. Bombón P.

2.4.2 CONSTELACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

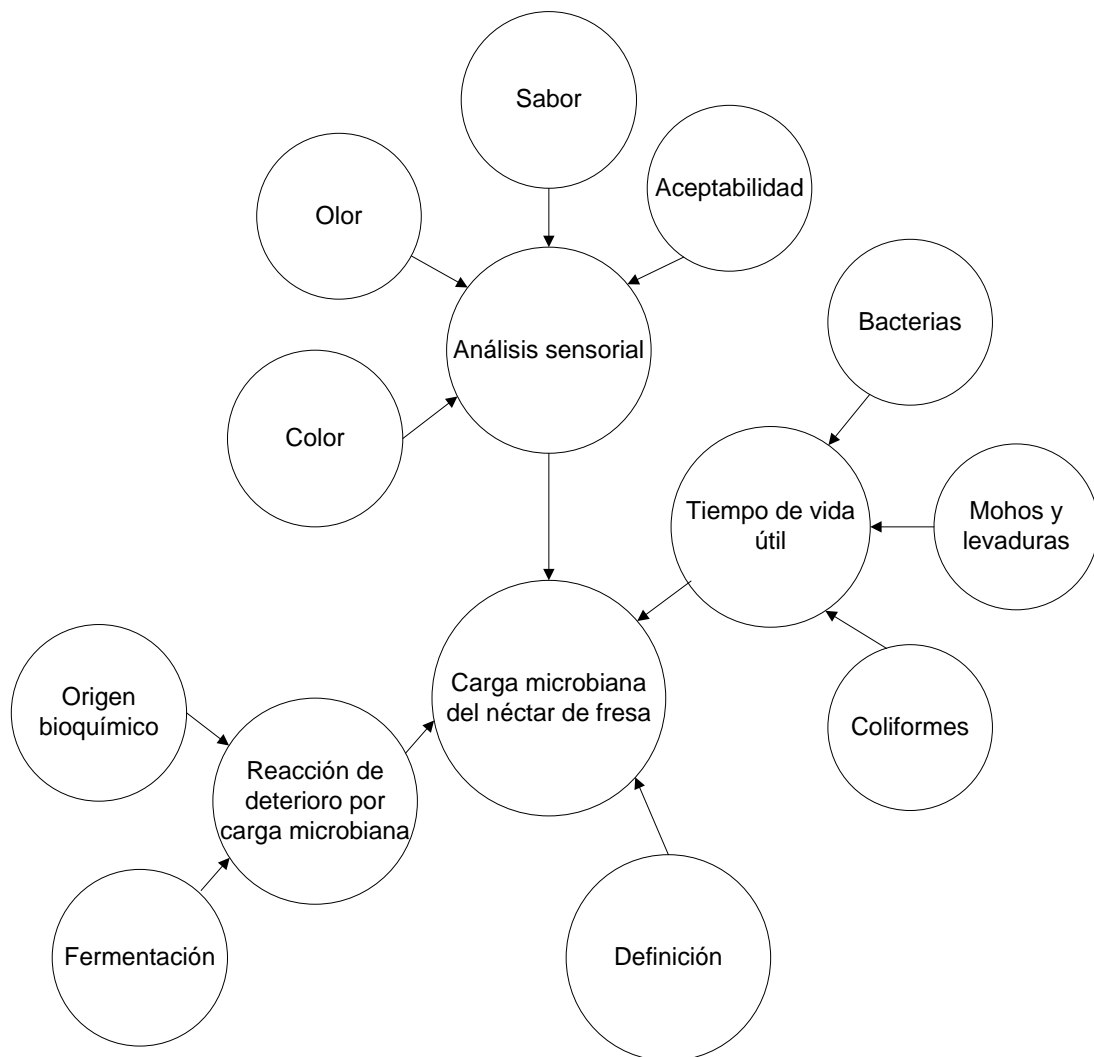


Gráfico: # 4 Subcategorías de la variable dependiente

Elaborado por: Luis A. Bombón P.

Variable independiente: Escasa aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad

Seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria es la más importante y primordial responsabilidad que la industria alimentaria debe asumir, e implica fundamentalmente la protección de la contaminación.

Ese concepto implica la inocuidad de los alimentos, la que estará mejor asegurada cuando los mismos se producen, procesan, almacenan, sirven o distribuyen y expenden, ajustándose a sistemas de buenas prácticas de manufactura (BPM).

Las normas elementales para preparar alimentos seguros son normas de buenas prácticas de manipulación e higiene que, en el fondo, no son más que “normas de sentido común”. www.ms.gba.gov.ar.

Conservación de alimentos

En la conservación de alimentos se apuesta generalmente a la inactivación o control de los microorganismos, que son los principales factores de descomposición. Ahora el hecho de detener la multiplicación de microorganismos no necesariamente evita su descomposición. En el desarrollo de flora microbiana influyen determinados factores de la composición del alimento como son: Potencial de Hidrógeno (PH), Necesidad de agua, Potencial de Oxido – Reducción este influye en el tipo de microorganismo que se puede desarrollar en función de sus exigencias en oxígeno y/o toxicidad, Sustancias inhibidoras, son moléculas que poseen un poder bacteriostático y/o bactericida, Temperatura, es uno de los más importantes por su incidencia en el crecimiento de los microorganismos. Los procedimientos de conservación de alimentos buscan:

- Prevenir o retrasar:
 - ✓ Actividad microbiana.
 - ✓ Descomposición de los alimentos, destruyendo o inactivando sus enzimas, previendo y retardando las reacciones puramente químicas, impidiendo la oxidación utilizando antioxidantes.
- Prevenir las lesiones debidas a insectos, roedores, causas mecánicas.**(Daniel Sosa, 2006).**

Tecnologías nuevas sin aplicación de calor

Los métodos no térmicos de conservación de alimentos están bajo investigación evaluando su potencial como un proceso alternativo o complementario a los métodos tradicionales de conservación de alimentos. Tradicionalmente la mayoría de los alimentos conservados son procesados térmicamente sometiendo al alimento a temperaturas elevadas, durante este tiempo de tratamiento se trasmite gran energía al alimento, la misma puede provocar reacciones indeseables, como la formación de subproductos.

Durante el procesado no térmico, la temperatura del alimento se mantiene por debajo de la temperatura que normalmente se utiliza en el procesado térmico y se espera que durante el procesado no térmico las vitaminas, nutrientes esenciales y aromas no experimenten cambios o que los mismos sean mínimos, estos procedimientos emplean menos energía que los térmicos. Técnicas que se emplean son la alta presión hidrostática, campos magnéticos oscilantes, campos de alta intensidad de pulsos eléctricos, pulsos lumínicos intensos, irradiación, aditivos químicos – bioquímicos y tecnología de barreras.**(Daniel Sosa, 2006).**

Deterioro del néctar de fresa

Las principales reacciones de deterioro que sufren los néctares son originadas por los microorganismos. En menor proporción y más lentamente están las reacciones de origen bioquímico, que tienen lugar

por la reacción de ciertos compuestos con el oxígeno del aire y otros compuestos en donde participan activamente las enzimas. Las reacciones microbiológicas producen rápidas reacciones de degradación como la fermentación y con estos cambios sensoriales importantes. Las reacciones de origen bioquímico causan cambios lentos de apariencia, color, aroma, sabor, viscosidad y valor nutricional.

Proceso de conservación

Todas las prevenciones consignadas para el transporte y el almacenamiento son válidas para la conservación. Debe prestarse especial atención a los productos perecederos y en general los que necesitan refrigeración, tales como las frutas, verduras y hortalizas frescas, etc., prestando atención al material y tipo de los envases, si son aptos o no para resistir la conservación durante algún tiempo. Es necesario revisar el interior de los refrigeradores, para eliminar cualquier acumulación de líquidos que pudiera formarse.

Temperatura.- las variaciones de temperatura en los locales de almacenamiento pueden ser perjudiciales lo cual se evita si los cuartos de almacenamiento están suficientemente aislados con un equipo de refrigeración adecuado, y la diferencia de temperatura de los espirales refrigerantes así como la temperatura del cuarto de almacenamiento es pequeña.

La temperatura se controla mejor en cuartos grandes que en cámaras pequeñas.

Humedad relativa.- La humedad del aire en los cuartos de almacenamiento está relacionada con el mantenimiento de la calidad de los productos **(Ángel, E. 2008)**.

Escasa aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad

Definición

La demanda actual, por parte de los consumidores, son alimentos procesados lo más parecidos al producto fresco, tanto en su sabor y contenido nutricional, los estudios dirigidos a procesos de conservación no térmicos, señalan que las dos técnicas con más visión y que prometen mejores resultados son los tratamientos de aplicación de pulsos eléctricos de alto voltaje (PEF “pulsedelectricfields”), y la tecnología de altas presiones hidrostáticas.

Utilidad de los pulsos eléctricos

La utilidad de los pulsos eléctricos de alta intensidad radica en la destrucción física de la membrana microbiana, el desequilibrio osmótico y finalmente la muerte de los microorganismos presentes en el néctar de fresa.

La aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad de campo es una técnica desarrollada para la conservación de alimentos mediante un proceso no térmico, con la que se obtiene un producto de gran calidad parecido al producto fresco. Esta técnica, cada vez más estudiada y perfeccionada, debe su importancia a la capacidad de estabilizar alimentos sin variar la calidad original del producto. **(Raventós, M. 2005).**

Características de los pulsos eléctricos

Los pulsos eléctricos de campo (PEF) es un proceso no térmico método de conservación de los alimentos que utiliza las explosiones cortas de la electricidad para la inactivación microbiana y las causas de mínima o ningún efecto perjudicial sobre los atributos de calidad de los alimentos. Los Pulsos eléctricos de campo pueden ser utilizados para el procesamiento de productos alimenticios líquidos y semilíquidos. **(Tony y Howard., 2003).**

Intensidad de los pulsos eléctricos

Beattie y Lewis demostraron el efecto letal de las descargas eléctricas sobre los microorganismos al aplicar sobre el alimento un voltaje de 3.000-4.000 V. Posteriormente, otros científicos, como Fetterman (1928) y Getchell (1935), combinaron la corriente eléctrica con la temperatura para pasteurizar leche e inactivar bacterias. Entre 1928 y 1938 la corriente eléctrica se utilizó como medio de generar calor para la pasteurización de unos 200 millones de litros de leche para el consumo. **(Meses, 1938).**

La velocidad de inactivación dependía de la fuerza iónica del medio y del pH; tratando leche inoculada con *E. coli* con pulsos de 55 kV demostraron que la efectividad del tratamiento era superior a valores más bajos de pH, mientras que a medida que aumentaba la fuerza iónica la inactivación era menor. Según Hülshager. (1981) y Martin. (1994), al añadir al alimento cationes monovalentes (como Na^+ o K^+) no se encuentran diferencias en la inactivación microbiana, mientras que si se añaden cationes divalentes (como Mg^{2+} o Ca^{2+}) la inactivación es menos efectiva. Wouters. (1999) consiguieron más inactivación de *Listeria innocua* a valores de pH más bajos. **(Vega., 1996).**

Ventajas

Los parámetros más importantes son el voltaje y el número de pulsos del tratamiento, también hay otros factores como la amplitud del pulso por el número de pulsos, temperatura del tratamiento, conductividad, pH, fuerza iónica del alimento y del tipo y tamaño del microorganismo, concentración y etapa de crecimiento, además los alimentos actúan como una resistencia al paso de la corriente eléctrica, debido al contenido de minerales, triglicéridos, vitaminas, entre otros, que ayudan o resisten el paso de las descargas eléctricas. **(Barbosa, 1999).**

En los últimos años la demanda de consumo de alimentos naturales de alta calidad se ha incrementado. Por lo tanto, los alimentos mínimamente procesados presentan mejor sabor y excelentes características de color, así como un alto valor nutritivo. En particular, resultados de alta temperatura en la degradación de las vitaminas y los cambios en el color y sabor. Como alternativa al convencional método de pasteurización, la aplicación de pulsos eléctricos (PEF) se ha propuesto, debido a una serie de ventajas en comparación con los tratamientos térmicos ya que esta tecnología ha ganado un creciente interés. (**Schilling, Alber, Schieber, 2006**).

La población bacteriana dependía principalmente de dos factores:

- la intensidad de los pulsos eléctricos
- el tiempo de tratamiento (la duración del pulso por el número de pulsos)

Aun así, existen factores como la fase de crecimiento de los microorganismos y su estado que hacen variar su sensibilidad frente al tratamiento con pulsos eléctricos. Jacob. (1981) y Hülshager. (1983). Encontraron que células de levaduras en fase de crecimiento logarítmico eran más sensibles a los pulsos eléctricos que las que se encontraban en fase estacionaria. Estos resultados fueron corroborados por Pothakamury. (1996) con *Escherichia coli*. Wouters. (1999) también estudiaron la influencia del estado fisiológico de los microorganismos, especialmente de *Listeria innocua*, en la cinética de inactivación, y observaron que, a menor tiempo de incubación, la inactivación después de aplicar pulsos eléctricos de alta intensidad de campo era mayor. (**Sale y Hamilton., 1967 y 1968**).

Variable Dependiente: Control de carga microbiana

Delimitada aplicación de BPM

Muchas veces, el desconocimiento de las “Buenas Prácticas de Manipulación” genera una la pérdida importante de nutrientes esenciales. Por ejemplo, la aplicación de pulsos eléctricos muy prolongada de algunos alimentos puede ocasionar pérdida y dilución de vitaminas.

Todos los alimentos sufren, al ser sometidos a cualquier tratamiento, algún tipo de pérdidas en su contenido de vitaminas y minerales, pero una correcta manipulación basada en las “buenas prácticas” puede disminuir las mismas o hasta evitar esa circunstancia.

La mayor parte de los alimentos se convierte potencialmente en patógenos para el consumidor, después que han sido violados los principios de higiene, limpieza y desinfección durante el proceso de elaboración, transporte y conservación. Si los alimentos han estado sometidos a condiciones favorables para la entrada y /o multiplicación de agentes infecciosos o toxigénicos, los mismos pueden constituir un vehículo de transmisión de enfermedades, como salmonelosis o la intoxicación estafilocócica.

La deficiente calidad sanitaria de los alimentos se traduce en daños de variada naturaleza para las poblaciones implicadas. Los daños incluyen aparición de enfermedades, gastos de alteración médica, deterioro de la calidad de vida, pérdidas económicas por deterioro de alimentos, daño al turismo y causa de muerte. **(Ángel E. Cabarrelo Torres, 2008)**

Contaminación cruzada o directa

La contaminación cruzada es la contaminación de los alimentos con otros materiales. Se llama contaminación cruzada porque se tienen que cruzar barreras y algo tiene que pasar de un lugar a otro. Un contaminante que cruza puede ser cualquier cosa que encontramos en un alimento y sabemos que no debería estar allí. Puede ser un alimento que cause

reacción alérgica como los cacahuates, o bacterias que causen enfermedades como la *Escherichia coli*.

La contaminación cruzada ocurre cuando no se obedecen las reglas, cuando las medidas de control no son adecuadas o cuando hay errores o accidentes del personal. Por esa razón no podemos confiar solamente en la prevención de la contaminación cruzada.

Contaminación cruzada bacteriana

Las bacterias no tienen patas, por lo tanto no pueden transportarse por sí mismas. Tienen que ser acarreadas por gente, equipo, materiales de empaquetado, etc. Para poder llegar de un lugar a otro. Este acarreo de bacterias se llama contaminación cruzada. **(J. J. Keller, 2001)**.

Alteraciones por microorganismos

La actividad microbiana es el principal mecanismo que produce alteración en la apariencia de un alimento, en cuanto a frecuencia e intensidad. El deterioro de los alimentos es desde luego, como la presencia de microorganismos patógenos, una condición indeseable, que puede ser detectada por el consumidor frente al alimento, por lo que puede decidir si lo acepta o no.

La presencia de los agentes patógenos en contraste, no suele acompañarse de cambios sensoriales objetables: mientras menos sea la incidencia de microorganismos deterioradores en activo, mayor riesgo de que una colonización concurrente por patógenos pase inadvertida, situación evidente de riesgo mayor.

La regla general es que la colonización de un alimento por bacterias patógenas no se traduce en cambios sensoriales adversos, lo cual significa que no evolucionan con deterioro del alimento.

Los principales grupos de microorganismos alteradores están formados por:

Gérmenes psicrófilos, microorganismos capaces de desarrollarse a bajas temperaturas, como las temperaturas de refrigeración de los alimentos. **(Ángel E. Cabarrelo Torres, 2008)**

Enfermedades gastrointestinales

Las enfermedades gastrointestinales ocupan una de las primeras causas de consulta médica y son también una de las primeras causas de muerte en México y en el mundo. No perdonan a nadie ni por edad ni por condición social, aunque el grupo más vulnerable a sus síntomas son los niños pequeños y los ancianos. Son ocasionadas por varios motivos que pueden ser desde orgánicos y psicológicos, pero principalmente son causadas por bacterias, virus o parásitos que penetran al organismo por medio de alimentos y agua contaminada principalmente con materia fecal, que también se disemina por el ambiente, sobre todo en temporada de calor. Entre los principales microorganismos que las ocasionan están: la Salmonella, la Escherichia coli, la Shigella, y las temibles amebas.

Intoxicaciones en los consumidores

Es una enfermedad que generalmente ocurre dentro de las primeras 1 a 36 horas posteriores a la ingestión de alimentos contaminados. Los contaminantes pueden ser microorganismos (bacterias, virus, hongos) o ciertas sustancias químicas, metales; venenos vegetales. Sus síntomas pueden durar entre un día y una semana, e incluyen uno o varios síntomas generales vistos. Ejemplos de intoxicaciones alimentarias son las causadas por: Staphylococcus, Clostridium perfringens, Clostridium botulinum, etc.

Perdida de las propiedades sensoriales

El análisis sensorial es el estudio de los alimentos a través de los sentidos, la aceptación o rechazo de un alimento por parte del consumidor está en estrecha relación con las sensaciones que provoca por medio del olfato, gusto, tacto y oído es posible detectar las propiedades o atributos

sensoriales del néctar de fresa como el color, aroma, gusto y sabor. El aroma es el principal componente del sabor, enmascarando el sabor y el gusto varía de acuerdo a la persona debido a que cada uno tiene diferentes umbrales de percepción, el olor por su parte tiene diferentes notas y a su vez bastante persistencia lo que genera acostumbamiento que puede llegar a dificultar el análisis sensorial **(Di Bartolo, E.2005)**.

Control de la carga microbiana

Definición

La calidad microbiológica adecuada es la más delicada y necesaria de mantener. Se logra cuando durante todo el proceso de obtención de los néctares, desde la compra de la fruta hasta el almacenamiento de los néctares empacados, se mantiene un estricto control de las condiciones de higiene y sanidad en áreas, equipos, materiales y en el personal.

Los mohos participan activamente en la alteración de néctares, por presentar características aerobias desarrollándose en la superficie micelios algodonosos, dentro de los mohos hay que tener en cuenta el peligro que constituye al consumidor la presencia de micotoxinas.

Frazier. Indica que los mohos son capaces de crecer en la superficie de néctares, si se hallan expuestos al aire, su elevado porcentaje de agua favorece al crecimiento de levaduras y bacterias que se multiplican con mayor rapidez. La predicción acerca del cual de estos últimos microorganismos predominará en los néctares con escaso porcentaje de azúcares y de baja acidez, dependerá más de la temperatura a que se encuentren que de su composición. La separación de las partículas sólidas de los néctares obtenidos por extracción y su tamizado elevan el potencial de óxido – reducción y favorecen al crecimiento de las levaduras. La mayoría de néctares de frutas tienen la suficiente acidez y la suficiente concentración de azúcar para favorecer el crecimiento de las levaduras dentro del intervalo de temperatura que favorece su crecimiento, a saber, entre 15,5 y 35 °C. Las alteraciones por bacterias y

levaduras ocurren en productos que presentan un insuficiente tratamiento térmico; los únicos elementos alternantes suelen ser las especies fúngicas osmófilas, capaces de vivir en grandes concentraciones de azúcar.

Tiempo de vida útil

La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo en el cual el producto almacenado no se percibe significativamente distinto al producto inicial o recién elaborado. Para la evaluación del producto se utiliza técnicas de evaluación sensorial, análisis físicos, químicos y microbiológicos **(Alvarado, 1996)**.

La vida útil (VU) es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil **(Singh, 2000)**.

La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo que transcurre entre la producción/ envasado del producto y el punto en el cual se vuelve inaceptable bajo determinadas condiciones ambientales. La finalización de la vida útil de alimentos puede deberse a que el consumo implique un riesgo para la salud del consumidor, o porque las propiedades sensoriales se han deteriorado hasta hacer que el alimento sea rechazado. En este último caso el análisis sensorial es la principal herramienta de evaluación, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que replacen adecuadamente a nuestros sentidos. **(Labusa, 1982)**.

Influencia de los pulsos eléctricos de alta intensidad en la corta vida útil del producto

La caída dieléctrica o la alteración dieléctrica de los alimentos al ser tratados con pulsos eléctricos de campo, provoca la interrupción del

tratamiento, por la alta conductividad que se genera en las burbujas de aire dentro del alimento formando el llamado arco dieléctrico.

La conductividad eléctrica del alimento mientras más alta sea el tratamiento es menos efectiva. Así un descenso en la conductividad eléctrica producirá alto diferencial de resistividad eléctrica entre los microorganismos y el medio en el que están inmersos, creando un flujo osmótico y iónico de sustancias a través de la membrana bacteriana, permeabilidad y sensibilidad a los tratamientos. **(Sampedro, 2008).**

El sistema de procesado por pulsos eléctricos de campo de alta intensidad es un sistema eléctrico simple consiste en una fuente de alto voltaje, un banco de condensadores, interruptores y cámara de tratamiento. El tipo de disposición de electrodos influye en la inactivación microbiana, se observa que es importante prevenir la rotura dieléctrica de los alimentos, aquellos que sean susceptibles de presentar rotura dieléctrica no son adecuados para este tratamiento, por esto primordialmente los alimentos líquidos se adecuan a estos tipos de tratamiento, o aquellos con pequeñas partículas, cuyo tamaño sea menor que la región de tratamiento. Por lo que los alimentos sólidos que contiene burbujas de aire no son adecuados para un procesado con campo eléctrico debido a las potenciales rupturas dieléctricas en las burbujas. **(Daniel Sosa, 2006).**

Influencia de los microorganismos en la corta vida útil del producto

El principio básico de ésta tecnología consiste en generar un alto voltaje en el alimento contenido en medio de dos electrodos separados por una distancia determinada. Los rangos de operación son, un tiempo de tratamiento de 1 – 2500 μ s y campo eléctrico de 10 - 80 [kV/cm]. Y el objetivo que persigue ésta tecnología es conservar los alimentos a través del tiempo manteniendo las características nutricionales y organolépticas iniciales del alimento sin tratar. **(Sampedro, 2008).**

Análisis Sensorial

Los cambios físico-químicos durante el procesamiento y almacenamiento del néctar de fresa pueden causar un deterioro en su calidad, afectando el color, la textura, el sabor, el olor y el valor nutritivo.

El aroma, sabor y consistencia son los tres parámetros más relevantes menciona Coronado, ya que si el néctar es debido, estos factores son detectados necesariamente por un consumidor normal. Es cierto que la apariencia y el color también están expuestos, pero hoy en día es posible minimizarlos mediante el empleo de empaques atractivos y no transparentes.

Entre los tres parámetros mencionados, el sabor es quizás el que determina con más énfasis la calidad del néctar ante el consumidor, el aroma no se puede descuidar ya que debe ser intenso al de la fruta, o aún puede ser bajo pero nunca extraño o desagradable. Igualmente la consistencia debe ser fluida pero no demasiada ni muy espesa.

Entre los componentes propios del sabor se hallan el dulce, ácido, y los que caracterizan a una determinada fruta. El grado de madurez y sanidad son los factores determinantes de la concentración de estos componentes del sabor.

Reacciones de deterioro por carga microbiana

Origen bioquímico

Las principales reacciones de deterioro que sufren las pulpas son originadas por los microorganismos. En menor proporción y más lentamente están las reacciones de origen bioquímico, que tienen lugar por la reacción de ciertos compuestos con el oxígeno del aire y otros compuestos en donde participan activamente las enzimas.

Las reacciones microbiológicas producen rápidas reacciones de degradación como la fermentación y con estos cambios sensoriales importantes.

Las reacciones de origen bioquímico causan cambios lentos de apariencia, color, aroma, sabor, viscosidad y valor nutricional.

Fermentación

Es el defecto más frecuente, puede darse por una insuficiente aplicación de los pulsos eléctricos de alta intensidad o un cerrado deficiente del envase. Al respecto se debe tener en cuenta que la efectividad de los pulsos eléctricos está en función de la carga microbiana del producto, por lo que es necesario cuidar la calidad microbiológica de la materia prima, y trabajar durante todo el proceso guardando la debida higiene.

Separación de fases

Uno de los problemas más usuales en la elaboración de néctares es la separación de fases en el envase, lo cual es causa de varios factores como deficiente pulpeado o tamizado, excesiva cantidad de agua añadida, escasa cantidad de estabilizante o una inadecuada homogenización del néctar, este inconveniente ha permitido el desarrollo de envases o etiquetas que no permiten la visualización de dicha sedimentación.

2.5. HIPÓTESIS

- **Hipótesis nula (H₀):**

H₀: ¿La escasa aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad en el néctar de fresa no incide en el control de carga microbiana?

- **Hipótesis alternativa (H₁):**

H₁: ¿La escasa aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad en el néctar de fresa incide en el control de carga microbiana?

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable independiente:

Escasa aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad

2.6.2. Variable dependiente:

Control de carga microbiana.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Con la presente investigación se pretende encontrar un tratamiento efectivo de conservación del néctar de fresa para alargar el tiempo de vida útil; esto se lo realizará mediante investigaciones bibliográficas y experimentales (que serán analizadas estadísticamente). Por tanto, es un trabajo cualitativo como cuantitativo.

Los datos del estudio obtenidos mediante los análisis estadísticos que son procesados en el programa estadístico STATGRAPHICS PLUS. Este programa permite realizar cálculos complejos y se presenta gráficos para un mejor análisis. El mismo programa realizó el análisis de regresión avanzada, permitiendo ver el grado de distribución de los datos, análisis de hipótesis nula y alternativa. Entonces STATGRAPHICS PLUS permite conocer el o los tratamientos que tienen mayor aceptabilidad, logrando así seleccionar una tecnología adecuada para obtener néctar de fresa de calidad y con buenas características organolépticas.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro del presente trabajo investigativo se utilizó diferentes modalidades de investigación, las cuales son:

Investigación Bibliográfica-documental: La recopilación de información se efectuó en documentos como tesis de grado, trabajos de investigación, revistas científicas, periódicos, publicaciones en Internet, entre otros; por lo tanto se entiende que lo mencionado anteriormente sostiene el tema de estudio.

Investigación Campo: Las muestras serán recolectadas en los mercados del Cantón Ambato provincia de Tungurahua.

Investigación Experimental: Se realizó ensayos en sitios apropiados como laboratorios, donde se efectuó análisis de cada tratamiento, para obtener resultados finales que arrojen conclusiones coherentes con los objetivos e hipótesis propuestas.

Por ende, en el presente trabajo investigativo se propone un diseño experimental que relaciona las variables dependiente e independiente. La parte experimental se lo llevo a cabo en el laboratorio de la UOITA, perteneciente a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato mediante técnicas e instrumentos estadísticos se procedió al procesamiento de los datos para llegar a obtener resultados interpretables.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para la ejecución del proyecto se utilizó los siguientes tipos de investigación:

Investigación Exploratoria: Este tipo de investigación reconoce, registra o averigua con diligencia una cosa o un lugar.

Permite conocer las condiciones apropiadas para la conservación del néctar de fresas por medio de un tratamiento (aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad), y mantener las propiedades de las mismas y alargar el tiempo de vida útil.

Investigación Explicativa: Este tipo de investigación permitió un análisis profundo de las causas del problema en donde se puede identificar las posibles soluciones e implementar estrategias necesarias.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

La presente investigación está basada en las necesidades de aquellas personas productoras de néctar de fresas que tienen problemas de contaminación microbiana del producto, por lo tanto se considera como población las fresas cultivadas por diferentes fruticultores de la provincia de Tungurahua.

3.4.2. Muestra

Se trabajó con fresas de la variedad (Diamante) que serán recolectadas en los mercados del Cantón Ambato.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se propone realizar un diseño experimental que relacione las variables dependiente e independiente, a través de técnicas e instrumentos estadísticos se procederá al procesamiento de los datos para llegar a obtener resultados interpretables.

Con esta investigación se pretende conocer las condiciones apropiadas para la conservación del néctar de fresa por medio de un tratamiento sofisticado de aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad, para así mantener las propiedades sensoriales y nutritivas del producto; por ende se conseguirá alargar el tiempo de vida útil.

Los dos factores más importantes en la eficacia de los pulsos eléctricos sobre la destrucción de microorganismos son la frecuencia y el tiempo total de aplicación de los pulsos eléctricos; por ende se aplicará el diseño experimental que corresponde a un modelo factorial A x B, siendo las variables las siguientes:

FACTOR A: Frecuencia

$$a_0 = 50 \text{ Hz}$$

$$a_1 = 150 \text{ Hz}$$

$$a_2 = 250 \text{ Hz}$$

FACTOR B: Tiempo total de aplicación de los pulsos eléctricos

$$b_0 = 15 \text{ min}$$

$$b_1 = 25 \text{ min}$$

$$b_2 = 45 \text{ min}$$

Los tratamientos quedan descritos de la siguiente forma:

T1 = a_0b_0 : 50 Hz a 15 min

T2 = a_0b_1 : 50 Hz a 25 min

T3 = a_0b_2 : 50 Hz a 45 min

T4 = a_1b_0 : 150 Hz a 15 min

T5 = a_1b_1 : 150 Hz a 25 min

T6 = a_1b_2 : 150 Hz a 45 min

T7 = a_2b_0 : 250 Hz a 15 min

T8 = a_2b_1 : 250 Hz a 25 min

T9 = a_2b_2 : 250 Hz a 45 min

3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro # 1. Operacionalización de la variable independiente: **Escasa aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad.**

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La limitada utilización de una nueva metodología de conservación de los alimentos mediante un proceso no térmico genera la activación enzimática y microbiológica, la misma que suele tener efectos negativos sobre la calidad del producto terminado.	Nueva metodología de conservación	Al 100% del néctar de fresa presente en el mercado local no se aplicó PEAI.	¿Por qué?	Encuesta
		La gran mayoría de las empresas desconocen de esta nueva metodología.	¿A qué se debe?	Encuesta
		El producto pierde sus características sensoriales debido a la acción enzimática.	¿Qué cambios ocurren?	Análisis de laboratorio
		El tiempo de vida útil del producto disminuye notablemente debido a la acción de los m/o.	¿Por qué?	Análisis de laboratorio

Elaborado por: Bombón Luis, 2011.

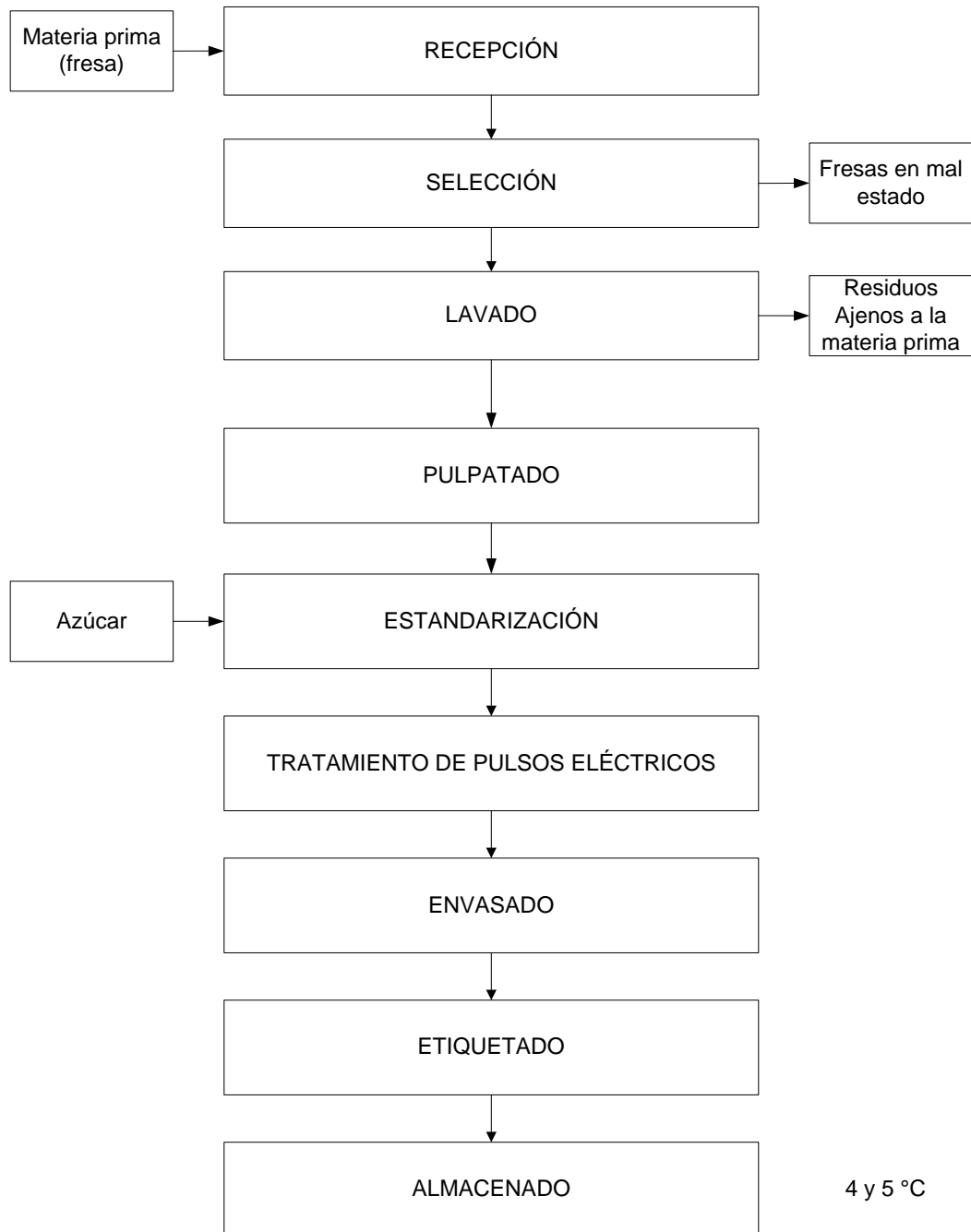
Cuadro # 2 Operacionalización de la variable dependiente: **Control de carga microbiana.**

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>La disminución del período de tiempo en el cual bajo circunstancias definidas se produce una tolerable pérdida de la calidad nutritiva y sensorial del producto debido a los deficientes procesos de conservación, lo que genera la inaceptación por parte de los consumidores.</p>	<p>Pérdida de la calidad nutritiva y sensorial.</p>	<p>El 80% de la vitamina C se destruye con el paso del tiempo</p>	<p>¿Por qué?</p>	<p>Análisis de laboratorio</p>
		<p>El 75% del producto pierde su color y sabor original</p>	<p>¿De qué manera?</p>	<p>Análisis de laboratorio</p>
	<p>Poca aceptación por parte de los consumidores</p>	<p>El 100% de los consumidores no adquieren el producto</p>	<p>¿Por qué?</p>	<p>Encuestas</p>
		<p>El 80% de los consumidores presentan enfermedades gastrointestinales.</p>	<p>¿Cuándo?</p>	<p>Encuestas</p>

Elaborado por: Bombón Luis, 2011.

3.7. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

GRAFICO # 5. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA APLICACIÓN DE PULSOS ELÉCTRICOS DEL NÉCTAR DE FRESA



Elaborado por: Luis A. Bombón P.

3.7.2 Descripción del proceso

- **Recepción.-** Se receipta fresa de buena calidad, especialmente que provenga de los mismos agricultores y productores de la fruta para así evitar maltratos de la fruta por la deficiente manipulación en los mercados.
- **Selección.-** El propósito que se persigue en estas operaciones separar las fresas que se encuentren golpeadas, manchadas o que estén en mal estado y puedan contaminar al resto de fruta.
- **Lavado.-** En esta operación se trata de disminuir la cantidad de microorganismos, basuras y otros residuos extraños que contenga la fruta. Después de este proceso se realizan los análisis físicos para la caracterización de la fruta.
- **Pulpatado.-** Este proceso consiste en obtener la pulpa o jugo, libre de pepas.
- **Estandarización.-** En esta operación se realiza la mezcla como azúcar.
- **Tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.-** Se pesó una cantidad de 11 litros de néctar de fresa en un recipiente de acero inoxidable y se colocó la muestra en el balde del equipo, posteriormente se enciende la bomba para que succione el producto en forma continua y luego prender la frecuencia y regular a 50, 150, 250 Hz y tomar el tiempo correspondiente para cada tratamiento como son 15, 25,45 min con un tiempo de cada pulso eléctrico de 4999, 1665, 999 μ s respectivamente.

- **Envasado:** El llenado del néctar es hasta el tope del contenido del envase, evitando la formación de espuma.
- **Etiquetado:** El nombre del producto deberá ser “néctar de fresa”.
- **Almacenamiento:** Se lo realiza en una cámara de refrigeración a una temperatura entre 4 y 5°C. Según investigaciones realizadas se ha comprobado que a estas temperaturas la mayor parte de los microorganismos disminuyen su actividad metabólica.

Para obtener la información se realizará los siguientes análisis experimentales:

Análisis Físico – Químicos

Sólidos solubles (°Brix) ANEXO A-1

Acidez total (%ácido cítrico) ANEXO A-2

pH ANEXO A-3

Conductividad eléctrica ANEXO A-4

Azúcares reductores ANEXO A-5

Análisis Microbiológico

Se realizó el recuento total de bacterias (mesófilos), mohos – levaduras y coliformes totales. (ANEXO A-6).

Evaluación sensorial

Se efectuó la evaluación de los atributos color, olor, sabor y aceptabilidad. (ANEXO A-7)

- La Vitamina C se determinará por el método volumétrico, en la cual esta vitamina decolora el indofenol (2,6 dicloro fenol indofenol) y la cantidad decolorada es proporcional a la cantidad de vitamina C en el alimento. Los resultados se expresarán en mg/100g de muestra. (AOAC, "Methods of Analysis", 1980).

3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez obtenidos los datos se procedió a tabular la información útil en el paquete informático Excel, para seguidamente procesar los mismos mediante las herramientas del mismo programa. Los resultados se expresan mediante tablas de datos y gráficas de dispersión.

Para comprobar la hipótesis de igualdad de efectos de los tratamientos experimentales, se utilizó la tabla de análisis de varianza generada en los paquetes informáticos Excel y Statgraphics. En caso de significancia estadística, para determinar el mejor tratamiento, se empleó la prueba de Tukey generada en el paquete informático Statgraphics. La discusión se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos mediante la investigación y con el apoyo del marco teórico del presente estudio.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

Los resultados de las distintas determinaciones realizadas en el laboratorio se presentan en el anexo B. Allí se podrán apreciar datos de sólidos solubles (°Brix), acidez (%ácido cítrico), pH, conductividad eléctrica, azúcares reductores, recuento total, recuento de mohos – levaduras y coliformes, que sustentan las apreciaciones técnicas descritas en la presente sección.

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS FÍSICO - QUÍMICOS

4.2.1 Sólidos Solubles (°Brix)

La determinación para este análisis utilizamos un refractómetro de ABBE. REFRACTOMETER de acuerdo al método de R. Lees (1969). Anexo A-1.

En el anexo B, Tabla B1 se muestra los resultados de los sólidos solubles (°Brix) del néctar de fresa que fueron obtenidos luego de haber realizado el tratamiento con pulsos eléctricos de alta intensidad (combinando la frecuencia y el tiempo) en donde se observa que el tratamiento T1 es aquel que presenta el menor contenido de sólidos solubles (13,67°Brix), mientras que el tratamiento T9 indica el mayor contenido (14,07°Brix). Al comparar estos resultados con el néctar de fresa sin ningún tratamiento (13,60°Brix) se concluye que debido a la acción del tratamiento con

(PEAI) el contenido de sólidos solubles se incrementa. Debido a que la fruta se degrada en azúcares solubles, principalmente glucosa, sacarosa, fructosa, siendo un elemento básico del adecuado e idóneo sabor.

En el anexo C, Tabla C1 se presenta el análisis de varianza de los valores de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que no existió diferencia significativa estadística en los valores de sólidos solubles entre el tiempo e interacción, no así debidas a la frecuencia.

En el anexo C, Tabla C1.1 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación a la frecuencia, en donde se observa que existen diferencias entre las medidas de los valores de sólidos solubles para las frecuencias de (50, 150, 250) Hz, esto debido al nivel de significancia con el que trabajó (0,05). Por lo tanto los sólidos solubles sí se ven influenciados por la frecuencia aplicada.

4.2.2. Acidez

La acidez fue determinada en base a la metodología citada en el anexo A-2.

La acidez titulable no es una medida de acidez total definida como la suma de ácidos presentes libres y combinados con cationes, sino una medida de cambios de concentración de ácidos orgánicos del fruto (Ulrich, 1970).

En el anexo B, Tabla B2 se presentan los valores de acidez titulable expresado en porcentaje de ácido cítrico, luego de haber realizado el tratamiento con pulsos eléctricos de alta intensidad, notándose que el valor más bajo corresponde al tratamiento T1 (0,19%) mientras que el valor más alto pertenece al tratamiento T9 (0,30%). Al comparar estos resultados con el néctar de fresa sin ningún tratamiento (0,21%) por tanto se concluye que la acidez baja cuando se aplica el tratamiento T1, se

mantienen un valor semejante para los tratamientos T2, T4 y T7 y aumenta para los tratamientos T3, T5, T6, T8, T9.

Según (Braverman, JBS, 1952) el grado de acidez deseable es del 1 por 100 pero puede oscilar desde 0.7 al 1.6 por 100, según el contenido de azúcar, un zumo con una acidez menor del 0.7 por 100 puede resultar insípido y poco agradable, a pesar de tener una relación alta azúcares / acidez, por lo que al comparar con los resultados alcanzados se encuentran dentro de los rangos citados anteriormente.

En el anexo C, Tabla C2 se presenta el análisis de varianza de los valores de acidez del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que no existe diferencias de significado estadístico en los valores de acidez entre la frecuencia e interacción, no así debidas al tiempo.

En el anexo C, Tabla C2.1 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación al tiempo, en donde se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de acidez para los tiempos de (15 - 45 y 25 - 45) min y no hay diferencia entre los tiempos de (15 - 25) min, esto debido al nivel de significancia con el que trabajo (0,05). Por lo tanto, la acidez se ve influenciado por los tiempos aplicados.

4.2.3. pH

El pH fue determinado en base a la metodología citada en el anexo A-3.

En el anexo B, Tabla B 3 se muestran los resultados de pH del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad (combinado la frecuencia y tiempo) en donde se observa que el tratamiento T1 es aquel que presenta el mayor contenido de pH (3.42), notándose que el valor más bajo corresponde al tratamiento T9 (3,35). Al comparar estos resultados con el néctar de fresa sin ningún tratamiento (3,37) se concluye que el pH

se incrementa en los tratamientos T4, T3, T2, hasta llegar al T1 que tiene el mayor contenido de pH, mientras que en los tratamientos T5, T6, T7, el pH es similar al néctar de fresa sin ningún tratamiento y en los tratamientos T8 y T9 el contenido de pH disminuye.

Este ascenso de pH se debe a la oxidación de los sustratos fenólicos propios del pardeamiento enzimático debido a la acción de la enzima polifenol oxidasa dando lugar a una desacidificación.

En el anexo C, Tabla C 3 se presenta el análisis de varianza de los valores de pH del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que no existe diferencias de significado estadístico en los valores de pH en la interacción. No así debidas a la frecuencia y tiempo.

En el anexo C, Tabla C 3.1 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación al pH se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de pH para las frecuencias de (250, 150, 50) Hz, esto debido al nivel de significancia con el que trabajo (0,05). Por lo tanto el pH si se ve influenciado por la frecuencia aplicada.

En el anexo C, Tabla C3.2 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación al tiempo se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de pH para los tiempos de (15 - 25 y 15 - 45) min y no existe diferencia entre los tiempos de (25 - 45) min, esto debido al nivel de significancia con el que trabajo (0,05). Por lo tanto el pH no se ve influenciado cuando se aplica entre (25 - 45) minutos.

4.2.4. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica fue determinada en base a la metodología citada en el anexo A-4.

En el anexo B, Tabla B4 se muestran los resultados de conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad (combinado la frecuencia y tiempo) en donde se observa que el tratamiento T1 es aquel que presenta el menor contenido de conductividad eléctrica (961,33), mientras que el tratamiento T9 es aquel que presenta mayor contenido (971,33). Al comparar estos resultados con el néctar de fresa sin ningún tratamiento (967,33) se concluye que la conductividad eléctrica baja cuando se trata con (PEAI) T4, T3, T2, T1, mientras que para los tratamiento T5, T6, T7, T8, T9 el contenido de conductividad eléctrica se incrementa.

La conductividad eléctrica del alimento mientras más alta sea el tratamiento es menos efectiva. Así un descenso en la conductividad eléctrica producirá alto diferencial de resistividad eléctrica entre los microorganismos y el medio en el que están inmersos, creando un flujo osmótico y iónico de sustancias a través de la membrana bacteriana, permeabilidad y sensibilidad a los tratamientos.

En el anexo C, Tabla C 4 se presenta el análisis de varianza de los valores de conductividad eléctrica del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que no existe diferencias de significado estadístico en los valores de conductividad eléctrica en la interacción. No así debidas a la frecuencia y tiempo.

En el anexo C, Tabla C 4.1 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación a la frecuencia se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de conductividad eléctrica para las frecuencias de (50, 150, 250) Hz, esto debido al nivel de significancia con el que trabajo (0,05). Por lo tanto la conductividad eléctrica si se ve influenciado por la frecuencia aplicada.

En el anexo C, Tabla C4.2 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación al tiempo se observa que existe diferencias entre las medidas

de los valores de conductividad eléctrica entre los tiempos de (15 - 45) min y no existe diferencia para los tiempos de (15 - 25 y 25 - 45) min, esto debido al nivel de significancia con el que trabajo (0,05). Por lo tanto la conductividad eléctrica se ve influenciada por los tiempos aplicados de (15 – 45) min.

4.2.5. Azúcares Reductores

Los azúcares reductores fueron determinados en base a la metodología citada en el anexo A-5.

En el anexo B, Tabla B5 se presentan los valores de azúcares reductores expresado en g/100ml del néctar de fresa, dichos valores fueron tomados del producto tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad (combinando la frecuencia y el tiempo) en donde se observa que el tratamiento T1 presenta menor contenido de azúcares reductores (20,94) y el tratamiento T9 es aquel que presenta el mayor contenido (23,79). Al comparar estos resultados con el néctar de fresa sin ningún tratamiento (22,79) se concluye que los tratamientos T7, T6, T5, T4, T3, T2, T1 disminuyen el contenido de azúcares reductores, mientras que los T8, T9, se incrementa.

En el anexo C, Tabla C 5 se presenta el análisis de varianza de los valores de azúcares reductores del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que existe diferencia de significado estadístico en los valores de azúcares reductores entre la frecuencia, tiempo e interacción.

En el anexo C, Tabla C 5.1 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación a la frecuencia en donde se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de azúcares reductores para las frecuencias de (50, 150, 250) Hz, esto debido al nivel de significancia con

el que trabajo (0,05). Por lo tanto los azúcares reductores si se ven influenciados por la frecuencia aplicada.

En el anexo C, Tabla C5.2 se indica las pruebas estadísticas de Tukey con relación al tiempo en donde se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de azúcares reductores entre los tiempos de (15, 25, 45) min, esto debido al nivel de significancia con el que trabajo (0,05). Por lo tanto los azúcares reductores si se ven influenciados por el tiempo aplicado.

4.3. Microorganismos

Los microorganismos (bacterias, mohos – levaduras y coliformes totales) fueron determinados en base a la metodología citada en el anexo A-6.

4.3.1 Bacterias

En el anexo B, Tabla B 6 se expresa el recuento total de bacterias (mesófilas), expresados en UFC/ml del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad (combinado la frecuencia y tiempo) en donde se observa que el tratamiento T1 es aquel que presenta el mayor contenido de bacterias (15 UFC/ml), mientras que el tratamiento T9 es aquel que presentan menor contenido (2 UFC/ml). Al comparar estos resultados con el néctar de fresa sin ningún tratamiento (39 UFC/ml) se concluye que debido a la acción del tratamiento con (PEAI) el contenido de bacterias disminuye. Esto se debe a que los pulsos eléctricos causan daño en el ADN de los microorganismos, generando así mutaciones que bloquean la replicación celular provocando la muerte microbiana.

En el anexo C, Tabla C 6 se presenta el análisis de varianza de los valores de bacterias (mesófilas) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que no

existió diferencia de significado estadístico en los valores de bacterias (mesófilas) en la interacción. No así debidas a la frecuencia y tiempo.

En el anexo C, Tabla C6.1 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación a la frecuencia se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de bacterias (mesófilas) para las frecuencias de (250, 150, 50) Hz, esto debido al nivel de significancia con el que trabajó (0,05). Por lo tanto el contenido de las bacterias (mesófilas) sí se ve influenciado por la frecuencia aplicada.

En el anexo C, Tabla C6.2 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación al tiempo se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de bacterias (mesófilas) para los tiempos de (15 , 25, 45) min, esto debido al nivel de significancia con el que trabajó (0,05). Por lo tanto el contenido de bacterias (mesófilas) sí se ve influenciado por los tiempos aplicados.

4.3.2. Mohos - Levaduras

La aplicación de tratamientos con pulsos eléctricos de alta intensidad permite retrasar la germinación de esporas fúngicas y con ello reducir la patogenicidad de los microorganismos. (Mitchell y col., 1996).

En el anexo B, Tabla B7 se presentan los valores del contenido de mohos -levaduras expresados en UFC/ml del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad (combinado la frecuencia y tiempo) en donde se observa que el tratamiento T1 es aquel que presenta el mayor contenido de mohos - levaduras (40 UFC/ml), mientras que el tratamiento T9 es aquel que presentan menor contenido (12 UFC/ml). Al comparar estos resultados con el néctar de fresa sin ningún tratamiento (72 UFC/ml) se concluye que debido a la acción del tratamiento con (PEAI) el contenido de mohos - levaduras disminuye. En consecuencia, se puede

manifestar que los tratamientos con pulsos eléctricos de alta intensidad reducen el contenido microbiano presentes del néctar de fresa, alargando así la vida útil del producto.

En el anexo C, Tabla C 7 se presenta el análisis de varianza de los valores de mohos y levaduras del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que existió diferencia de significado estadístico en los valores de mohos - levaduras entre la frecuencia, tiempo e interacción.

En el anexo C, Tabla C 7.1 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación a la frecuencia se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de mohos - levaduras para las frecuencias de (50, 150, 250) Hz, esto debido al nivel de significancia con el que trabajo (0,05). Por lo tanto el contenido de mohos y levaduras si se ve influenciado por la frecuencia aplicada.

En el anexo C, Tabla C 7.2 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación al tiempo se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de mohos -levaduras para los tiempos de (15, 25,45) min esto debido al nivel de significancia con el que trabajo (0,05). Por lo tanto el contenido de mohos y levaduras si se ve influenciado por los tiempos aplicados.

4.3.3. Coliformes

En el anexo B, Tabla B 8, se presentan los valores del contenido de coliformes (UFC/ml) obtenidos de los recuentos realizados al néctar de fresa para cada uno de los tratamientos con pulsos eléctricos de alta intensidad (combinado la frecuencia y tiempo) en donde se observa que el tratamiento T1 es aquel que presenta el mayor contenido coliformes (2 UFC/ml), mientras que desde el tratamiento T3 hasta T9 que presentan menor contenido (0 UFC/ml). Al comparar estos resultados con el néctar

de fresa sin ningún tratamiento (6 UFC/ml) se concluye que debido a la acción del tratamiento con (PEAI) el contenido de coliformes disminuye y a partir de los tratamientos T3 hasta T9 no existe crecimiento de coliformes. En consecuencia, la aplicación de los pulsos eléctricos reduce la proliferación de coliformes en el néctar de fresa ya que ataca al ácido desoxirribonucleico de los microorganismos que forman enlaces covalentes entre ciertas bases adyacentes en el ADN.

En el anexo C, Tabla C 8 se presenta el análisis de varianza de los valores de coliformes del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que existe diferencia de significado estadístico en los valores de coliformes la frecuencia, tiempo e interacción.

En el anexo C, Tabla C 8.1 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación a la frecuencia se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de coliformes para las frecuencias de (50 - 150 y 50 - 250) Hz y no existe diferencia entre la frecuencia de (150 - 250) min, esto debido al nivel de significancia con el que trabajo (0,05). Por lo tanto el contenido de coliformes no se ve influenciado cuando se aplica frecuencias entre (150 – 250) Hz.

En el anexo C, Tabla C 8.2 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, con relación al tiempo en donde se observa que existe diferencias entre las medidas de los valores de coliformes para los tiempos de (15 – 45 y 25 - 45) min y no existe diferencia entre el tiempo de (15 - 25) min esto debido al nivel de significancia con el que trabajo (0,05). Por lo tanto el contenido de coliformes no se ve influenciado cuando se aplica el tiempo entre (15 – 25) min.

4.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS SENSORIALES

Los resultados sensoriales fueron determinados en base a la metodología citada en el anexo A-7.

4.4.1. Color

En el anexo B, Tabla B9, se indica el análisis sensorial para el atributo (color) del néctar de fresa sin tratamiento y tratado con (PEAI), los catadores calificaron con valores de (1 = color malo), (2 = regular), (3 = bueno) y (4 = color muy bueno). Observándose que el valor promedio es de (3) para el néctar de fresa sin tratamiento y para los demás tratamientos excepto el T4 cuyo valor es 4, siendo este último el mejor tratamiento para el atributo color.

En el anexo C, Tabla C 9 se presenta el análisis de varianza de los valores del atributo (color) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que no existió diferencia de significado estadístico para el caso de los catadores y los tratamientos.

4.4.2. Olor

En el anexo B, Tabla B10, se indica el análisis sensorial para el atributo (olor) del néctar de fresa sin tratamiento y tratado con (PEAI), los catadores calificaron con valores de (1 = olor malo), (2 = regular), (3 = bueno) y (4 = olor muy bueno). Observándose que el valor promedio es de (3) para el néctar de fresa sin tratamiento y para los demás tratamientos excepto el T6 y T9 cuyos valores son: 4 y 2 respectivamente. Por tanto el T6 es el que presenta mejores características respecto al olor.

En el anexo C, Tabla C 10 se presenta el análisis de varianza de los valores del atributo (olor) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que existe diferencia de

significado estadístico para el caso de los catadores, no así debidas a los tratamientos.

En el anexo C, Tabla C 10.1 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, para el atributo (olor) con respecto a los catadores de donde se observa que existen diferencias en las calificaciones de este atributo para los catadores del número (3 con relación a los catadores 15, 11,14, 9).

4.4.3. Sabor

En el anexo B, Tabla B11, se indica el análisis sensorial para el atributo (sabor) del néctar de fresa sin tratamiento y tratado con (PEAI), los catadores calificaron con valores de (1 = sabor malo), (2 = regular), (3 = bueno) y (4 = sabor muy bueno). Observándose que el valor promedio es de (3) para el néctar de fresa sin tratamiento y para los demás tratamientos excepto los T2, T7, T8, T9 y T4 cuyos valores son: 2y 3 siendo esta última el mejor tratamiento para el atributo sabor.

En el anexo C, Tabla C 11 se presenta el análisis de varianza de los valores del atributo (sabor) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que existe diferencia de significado estadístico para el caso de los tratamientos, no así debidas a los catadores.

En el anexo C, Tabla C 11.1 se indica las pruebas estadísticas de Tukey, para el atributo (sabor) con respecto a los tratamientos de donde se observa que existen diferencias en las calificaciones de este atributo para los tratamientos del número (1 con relación a los tratamientos 7 y 8).

4.4.4. Aceptabilidad

En el anexo B, Tabla B12, se indica el análisis sensorial para el atributo (aceptabilidad) del néctar de fresa sin tratamiento y tratado con (PEAI), los catadores calificaron con valores de (1 = aceptabilidad malo), (2 = regular), (3 = bueno) y (4 = aceptabilidad muy bueno). Observándose que el valor promedio es de (3) para el néctar de fresa sin tratamiento y para los demás tratamientos excepto el T2 y T7 cuyo valor es 4 siendo esta última el mejor tratamiento para el atributo aceptabilidad.

En el anexo C, Tabla C 12 se presenta el análisis de varianza de los valores del atributo (aceptabilidad) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad, según esta tabla se establece que no existe diferencia de significado estadístico para el caso de los catadores y los tratamientos

4.5 Selección del mejor tratamiento

En el anexo B, Tabla B13 se indica los valores de las propiedades del néctar de fresa correspondientes al tratamiento T9 (a2b2 = 250Hz y 45min), el mismo que es considerado como el mejor tratamiento debido a que presenta valores inferiores en los recuentos de bacterias, mohos - levaduras y coliformes que son los factores que inciden directamente en la vida útil del producto cuestión de análisis.

4.6. Verificación de hipótesis

Según la tabla B14 se acepta la hipótesis alternativa, señala que los PEA I a frecuencia (50, 150, 250 Hz) y el tiempo (15, 25, 45 minutos); influye sobre la corta vida útil del néctar de fresa.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los parámetros físicos, químicos y sensoriales del néctar de fresa se vieron influenciados por la aplicación de los pulsos eléctricos de alta intensidad, así por ejemplo los parámetros del néctar sin ningún tratamiento presentan valores de sólidos solubles, acidez, conductividad eléctrica y azúcares reductores de (13,60°Brix), (0,21%), (967,33us/cm) y (0,23%) respectivamente; mientras que para el néctar de fresa tratado con PEAI (mejor tratamiento T9) se observan valores más altos, así (14,07°Brix), (0,30%), (971,33us/cm) y (23,59 g/100ml) respectivamente. Por tanto se concluye que al aumentar la frecuencia y el tiempo de tratamiento los parámetros del néctar se incrementan. Cabe mencionar que los parámetros sensoriales (color, olor, sabor y aceptabilidad) no se vieron influenciados ya que no existen cambios significativos al final del periodo de almacenamiento.
- La utilización de los pulsos eléctricos de alta intensidad como medio de destrucción de los microorganismos en el néctar de fresa contribuyen en la reducción de la carga

microbiana. Así por ejemplo en el tratamiento T9 se observa el menor contenido de bacterias (2 UFC/ml), de mohos–levaduras (12 UFC/ml) y de coliformes (0 UFC/ml); al comparar estos resultados con el néctar de fresa sin ningún tratamiento (39 UFC/ml de bacterias), (72 UFC/ml de mohos - levaduras) y (6 UFC/ml de coliformes) se concluye que debido a la acción del tratamiento con (PEAI) el contenido microbiano disminuye considerablemente, esto debido a que los pulsos eléctricos causan daño en el ADN de los microorganismos generando así mutaciones que bloquean la replicación celular provocando la muerte. Por tanto se concluye que los pulsos eléctricos de alta intensidad se los puede utilizar como tratamientos no térmicos para prolongar el tiempo de vida útil de este producto.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda trabajar con el equipo de manera continua para mejorar la eficiencia del proceso.
- Conservar el néctar de fresa tratado con PEAi en cuartos fríos y que sean oscuros para que no se pierda el contenido de vitamina C.
- Colocar el producto en envases de vidrio de colores oscuros para evitar que penetre la luz y así mantener intactas las cualidades del néctar de fresa.
- El sistema que regula la cantidad de energía aplicada sea de mayor frecuencia y tiempo y es posible con programaciones de mayor escala de selección.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Título: “Determinación del contenido de vitamina C en el néctar de fresa reportado como mejor tratamiento con la finalidad de establecer el porcentaje de desnaturalización de este nutriente debido a la acción de los pulsos eléctricos”.

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Institución Ejecutora: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Laboratorio de la Unidad Operativa de Investigaciones en Tecnología de Alimentos UOITA.

Beneficiarios: Productores del néctar de fresa, comerciantes y distribuidores del néctar de fresa

Ubicación: Ambato – Ecuador

Tiempo estimado para la ejecución: 10 meses

Inicio: Octubre del 2011

Fin: Julio 2012

Equipo técnico responsable: Egdo. Luis Bombón, Ing. Juan Ramos.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Weibull, 2008. En el artículo técnico titulado “Los cambios de modelos en la salud relacionados con los compuestos de jugo de tomate tratados con pulsos eléctricos de alta intensidad de campo”, menciona que la evaluación de los efectos de los parámetros críticos PEAIC sobre el potencial antioxidante del jugo de tomate contribuye a determinar las condiciones óptimas de procesamiento con el fin de obtener zumos de tomate con alta calidad nutricional. La retención de los compuestos relacionados con la salud y la capacidad antioxidante depende de los PEAIC. Generalmente, cuanto mayor es la intensidad de campo eléctrico y el tiempo de tratamiento, menor es la vitamina C y el contenido de licopeno más alto.

Peleg, M., 1988. En el artículo técnico titulado un “Modelo empírico para la descripción de la humedad de las curvas de absorción”, menciona que con mayor precisión se describe la cinética de licopeno en el jugo de tomate tratado con PEAIC. Los modelos propuestos pueden ayudar a predecir la variación del potencial antioxidante del jugo de tomate afectado por los parámetros clave que participan en los tratamientos de PEAIC.

Carrillo, 2010. En la tesis titulada “Estudio de reducción de carga microbiana inicial de leche cruda entera aplicado pulsos eléctricos de alto voltaje”, menciona que la demanda actual por parte de los consumidores, son alimentos procesados lo más parecidos al producto fresco, tanto en su sabor y contenido nutricional, los estudios dirigidos a procesos de conservación no térmicos, señalan que las dos técnicas con más visión y que prometen mejores resultados son los tratamientos de aplicación de pulsos eléctricos de alto voltaje (PEF “pulsed electric fields”), y la tecnología de altas presiones hidrostáticas.

Raventos, M. 2005. En el artículo técnico titulado "Industria alimentaria" menciona que cada vez las tecnologías alternativas son estudiadas y perfeccionadas, los estudios recientes sobre campos de pulsos eléctricos llama mucho la atención porque tiene la capacidad de estabilizar alimentos sin alteraciones significativas en características nutricionales y organolépticas de los alimentos tratados, aprovechando el contenido de iones que favorecen la conductividad eléctrica.

6.3. JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta que la calidad nutricional del néctar de fresa no depende únicamente de la materia prima y de los equipos utilizados sino también de los tratamientos térmicos y no térmicos (PEAI) a los cuales es sometido; es de vital importancia la determinación del contenido de vitamina C ya que este es fundamental para el crecimiento del ser humano. Por tanto, la presente propuesta de investigación pretende determinar el contenido de vitamina C en el néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad (reportado como mejor tratamiento) con la finalidad de establecer el porcentaje de desnaturalización de este nutriente y sugerir alguna alternativa para compensar la vitamina perdida durante el proceso (PEAI).

6.4. OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar el contenido de vitamina C del néctar de fresa reportado como mejor tratamiento con la finalidad de establecer el porcentaje de desnaturalización de este nutriente debido a la acción de los pulsos eléctricos.

Objetivos Específicos

- Determinar el contenido de vitamina C en el néctar de fresa sin ningún tratamiento y tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad (250Hz y 45min).

- Establecer el porcentaje de desnaturalización de la vitamina C debido a la acción del tratamiento no térmico (PEAI).
- Sugerir una alternativa para compensar el contenido de vitamina C en el néctar de fresa.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La presente propuesta de investigación es factible debido a que se cuenta con equipos y reactivos que permiten determinar el contenido de vitamina C en el néctar de fresa, con la cual se logre aprovechar de una forma total la materia prima (fresa), y de esta forma lograr que sus productos duren por un tiempo más prolongado conservando sus propiedades y características nutricionales.

El análisis de factibilidad es de carácter económico, además de ello es de beneficio social ya que este tema de investigación puede ser implementado para pequeñas y grandes industrias, las cuales sabrán aprovechar la tecnología PEAi para prolongar la vida útil de sus productos y además con la adición de pequeñas cantidades de vitamina C podrán compensar el requerimiento nutricional de los consumidores.

6.6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

Ácido ascórbico (vitamina C)

Una de las funciones principales de esta vitamina es su participación en la formación del colágeno, proteína que entra a formar parte del tejido conjuntivo, que es el encargado de mantener unidos entre sí las células de los tejidos. **(Francisco, 1984)**

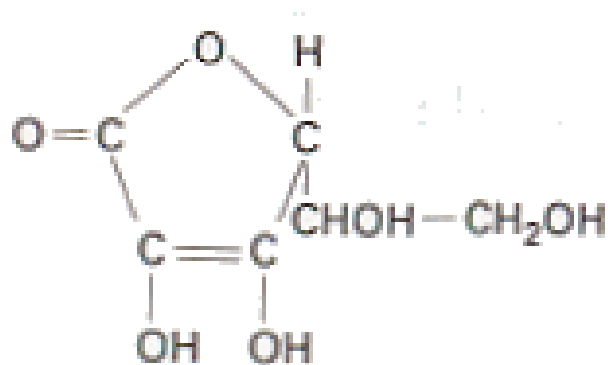
El contenido de vitamina C en las frutas y verduras varía dependiendo del grado de madurez, es menor cuando están verdes, aumenta su cantidad cuando está en su punto y luego vuelve a disminuir; por lo que la fruta madura ha perdido parte de su contenido de vitamina C. Lo más recomendable es comer las frutas y verduras frescas puesto que la acción del calor destruye a la vitamina C. También hay que mencionar que la

vitamina C en contacto con el aire se oxida y pierde su actividad, y esto hay que recordarlo cuando uno se prepara un jugo de fruta como el de naranja y fresa, de no tomárselo rápidamente habrá perdido una gran cantidad de vitamina C. La otra forma de destrucción de la vitamina C, es al tener contacto con alcohol etílico, por ejemplo con la cerveza o el tequila.

El déficit de vitamina C produce Escorbuto, que se caracteriza por hinchamientos, hemorragias en las encías y caída de los dientes.

Algunos otros efectos atribuidos a esta vitamina son: mejor cicatrización de heridas, alivio de encías sangrantes, reducción de alergias, prevención del resfriado común, y en general fortalecimiento del organismo.

Gráfico # 6. Estructura de la vitamina C:



Vitamina C
(ácido ascórbico)

Las Vitaminas Solubles en Agua: Ácido Ascórbico

De todas las vitaminas, el ácido ascórbico es la que se destruye con mayor facilidad. Es muy soluble en agua. La oxidación del ácido ascórbico es acelerada por el calor, la luz, los álcalis, las enzimas oxidantes, y las huellas de cobre y hierro. La oxidación se inhibe, en cierto grado, en un medio ácido y al reducir la temperatura. (Corinne, 1973).

Cuadro # 3. Resumen de las vitaminas solubles en agua

Nomenclatura	Fuentes importantes	Fisiología y funciones	Efectos de deficiencia	Tolerancias recomendadas*
Ácido ascórbico Vitamina C	Frutas cítricas, jitomates, melones, col, brócoli, fresas, papas frescas, verduras de hojas verdes	Se almacena poco en el cuerpo Forma la sustancia intercelular de cementación; síntesis del colágeno Absorción y uso del hierro Conversión del ácido fólico a ácido folínico	Cartilagos y paredes capilares debilitadas Hemorragia cutánea Encías adoloridas y sangrantes Anemia Mala cicatrización de las heridas Mal desarrollo de huesos y dientes Escorbuto	Hombres: 60 mg Mujeres: 55 mg Embarazo: 60 mg Lactancia: 60 mg Infantes: 35 mg Niños menores de 10 años: 40 mg Adolescentes: 45 a 55 mg
Tiamina Vitamina B	Panes, cereales y harinas de grano entero y enriquecidas, vísceras, cerdo, otras carnes, aves, pescado, leguminosas, nueces, leche, vegetales verdes	Almacenamiento limitado en el cuerpo El pirofosfato de tiamina (TPP) es una coenzima para la descarboxilación y transketolación; intervienen principalmente en el metabolismo de los carbohidratos	Falta de apetito; atonía gastrointestinal, constipación Depresión mental, apatía, polineuritis Caquexia, edema, falla cardíaca Beriberi	Hombres: 1.4 mg Mujeres: 1.0 mg Embarazo: 1.1 mg Lactancia: 1.5 mg Infantes: 0.4 a 0.6 mg Niños menores de 10 años: 0.6 a 1.1 mg Adolescentes: 1.1 a 1.5 mg

Fuente: Corinne H. Robinson, 1979.

La Oficina de Alimentos y Nutrición ha recomendado un requerimiento de ácido ascórbico basado en la tasa metabólica del cuerpo, o sea, 2.5 mg por kilogramo de peso corporal elevado a la potencia tres cuartos. Para el hombre de referencia esto es equivalente a 60 mg diarios y para la mujer de referencia, a 55 mg. Los requerimientos durante el embarazo y la lactancia son de 60 mg; para infantes, 35 mg y para niños, 40 mg. Los requerimientos de vitamina C varían considerablemente en los diferentes

países. En Noruega y Canadá, la tolerancia es de 30 mg y en Alemania oriental y occidental se ha fijado en 70 a 75 mg. Aproximadamente 10 a 20 mg de ácido ascórbico prevendrán el escorbuto, pero no se conocen los niveles exactos que ayuden a que la salud sea óptima. Durante las infecciones como la tuberculosis, la fiebre reumática y la neumonía, aumentan las necesidades de ácido ascórbico. **(Corinne, 1973).**

Casi todo el consumo diario de ácido ascórbico se obtiene del grupo de las verduras y frutas. La vitamina C se ha llamado la "vitamina de los alimentos frescos", ya que se encuentra en mayores concentraciones en las frutas recién cortadas. En general, las partes activas de la planta contienen cantidades apreciables y las semillas maduras, o en estado lactante, carecen de la vitamina. Las frutas crudas, congeladas o enlatadas, como las naranjas, toronjas y limones son excelentes fuentes de vitamina C. Los gajos de naranja, incluyendo el tegumento blanco, encierran más vitamina C que una parte igual de jugo colado. Las fresas frescas, el melón, la piña y las guayabas son excelentes fuentes. Otras frutas frescas no ácidas como los duraznos, las peras, las manzanas, los plátanos y las zarzamoras proporcionan pequeñas cantidades de la vitamina; al ser consumidas en grandes cantidades estas frutas pueden ser una fuente importante. La concentración de ácido ascórbico en las frutas enlatadas no ácidas se reduce considerablemente. **(Corinne, 1973).**

Gráfico # 7. La dieta básica

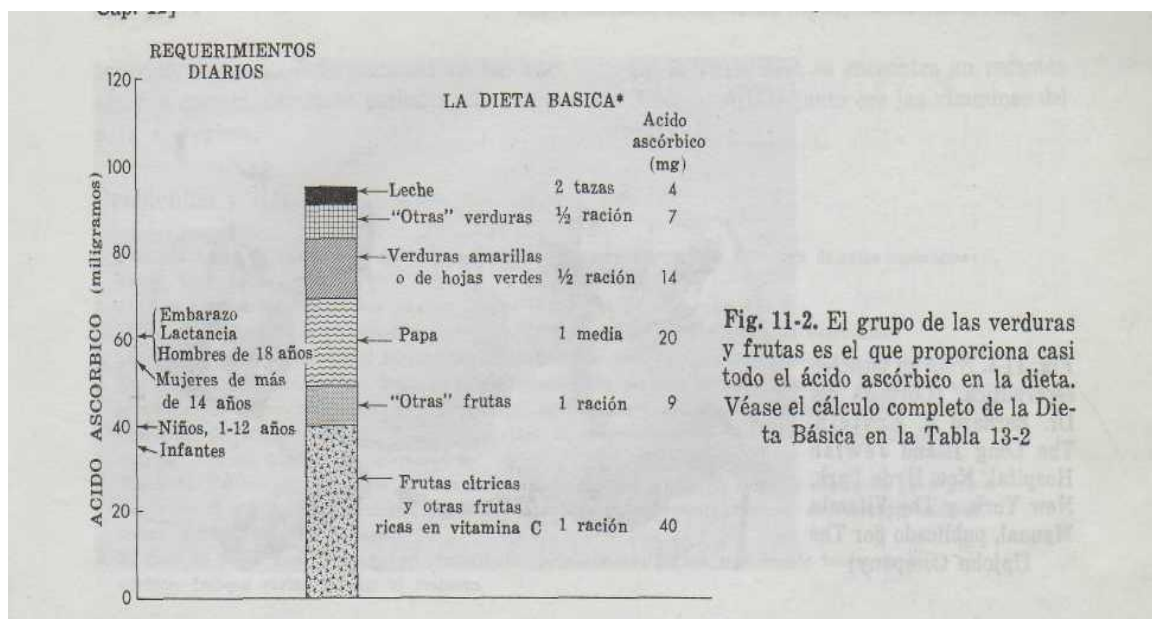


Fig. 11-2. El grupo de las verduras y frutas es el que proporciona casi todo el ácido ascórbico en la dieta. Véase el cálculo completo de la Dieta Básica en la Tabla 13-2

Fuente: Corinne H. Robinson, 1979.

6.7. METODOLOGÍA MODELO OPERATIVO

Para la determinación de vitamina C del néctar de fresa considerado como el mejor tratamiento T9, ($a_2b_2 = 250\text{Hz}$ por 45min), se aplica la metodología citada en el anexo A-8.

Contenido de vitamina C

A continuación se presentan los valores de la concentración de vitamina C del néctar de fresa expresados en mg de vitamina por cada 100g de néctar, observándose que el néctar tratado con PEAI tiene una cantidad de 23,47mg de vitamina por cada 100g néctar, mientras que el néctar sin ningún tratamiento reporta un valor de 37,33mg de vitamina por cada 100g néctar. Por tanto, se puede manifestar que el néctar tratado con PEAI tiene menor contenido de vitamina C ($13,76\text{mg}/100\text{g}$ de néctar = $37,13\%$ comparada con el néctar de fresa sin tratamiento; esta pérdida se

debe a que durante el proceso es fácilmente oxidable en una serie de sustancias desprovistas de actividad fisiológica (ácido dicetogulónico, etc.). Cualquier agente que provoca una oxidación (luz, UV, Oxígeno, pro-oxidantes, etc.), o que la favorece (catalizadores como el hierro y el cobre), intensifica la destrucción de la vitamina C.

Cuadro # 4 Modelo Operativo (Plan de acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Determinación del contenido de vitamina C en el néctar de fresa reportado como mejor tratamiento con la finalidad de establecer el porcentaje de desnaturalización de este nutriente debido a la acción de los pulsos eléctricos	Revisión bibliográfica y estudios aplicados de (PEAI) en frutas y verduras	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 600	4 meses
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de la propuesta.	Pruebas preliminares sobre la determinación de vitamina C	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 200	1 mes
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta.	Utilización de equipos y reactivos para la determinación de vitamina C	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 300	1 mes
4. Evaluación de la propuesta	Comprobación del proceso de la implementación.	Encuestas a consumidores	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 200	1 mes

Elaborado por: Luis A Bombón P.

6.8. ADMINISTRACIÓN

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables del proyecto Ing. Juan Ramos y Egdo. Luis Bombón.

Cuadro # 5. Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Contenido de vitamina C	El néctar de fresa tratado con PEAI perdió 13,76mg de vitamina por cada 100g del producto.	Néctar de fresa enriquecido con ácido ascórbico que compense el contenido de vitamina C desnaturalizado en el proceso PEAI.	Adicionar ácido ascórbico al néctar de fresa recién tratado con PEAI, envasar el producto y almacenarlo en lugares oscuros.	Investigador: Luis Bombón e Ing. Juan Ramos

Elaborado por: Luis A Bombón P.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Cuadro # 6. Previsión de la evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Consumidores del país.• Empresarios del país.
¿Por qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Verificar la calidad nutricional de los productos.
¿Para qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Determinar el contenido de vitamina C del producto.
¿Qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Contenido de vitamina C del néctar tratado con PEAI.
¿Quién evalúa?	<ul style="list-style-type: none">• Director del proyecto.• Tutor.• Calificadores
¿Cuándo evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Todo el tiempo desde las pruebas preliminares hasta la obtención del producto.
¿Cómo evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Mediante instrumentos de evaluación.
¿Con qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Experimentación.• Normas establecidas.

Elaborado por: Luis A Bombón P.

BIBLIOGRAFIA

- **Almenar, E., 2005**, Envasado activo de fresas silvestres, Universidad de Valencia, Tesis Doctoral, Artes Gráficas, España.
- **Ángel E. Cabarrello Torres., 2008**, Tema de higiene de los alimentos, La Habana, Editorial Ciencias Médicas.
- **AOAC1980**. Methods of Analysis. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. Thirteenth Edition. Washington. Dc. 1018.
- **Barbosa y Cánovas. 1998**. High intensity pulsed electric fields: Processing equipment and design. En: Nonthermal preservation of foods. Día de consulta 19-11-2011.
- **Carrillo, 2010**. Estudio de reducción de carga microbiana inicial de la leche cruda entera aplicado pulsos eléctricos de alto voltaje. Universidad Técnica de Ambato. Pag, 61.
- **COCHRAN, William 1990**. “Diseño experimentales”. Editorial Trillas, segunda edición, México pag. 458 – 480.
- **Corinne H. Robinson, 1979**. Fundamentos de nutrición normal, primera edición en español. Pag. 173, 196.
- **Daniel Sosa, 2006**. Pulsos eléctricos de alta tensión para conservación de alimentos y esterilización médica. XIV Seminario de Ing. Biomédica – Facultades de Medicina e Ingeniería – Univ. De la Rep. Oriental del Uruguay.

- **De Vito, F., Donsì G, and Ferrari, G.2005.**Effects of Pulsed Electric Field on permeabilization of cell membranes of fruits and vegetables. Proceedings of INTRADFOOD, Innovations in Traditional Foods, Valencia (Spain), 2, 1515-1518.
- **FAO, 1991.** Procesamiento de Frutas y Hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala. Oficina Regional de la FAO, para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- **Fincan, M., De Vito, F., and Dejmek, P. 2004.** Pulsed electric field treatment for solid-liquid extraction of red beetroot pigment, Journal of Food Engineering, 64, 381-388.
- Guía de interpretación 3M petrifim. Microbiology Products – Laboratoires 3M Santé.
- **NORMAS GENERAL DEL CODEX.247. 2005.** para Zumos (Jugos) y Néctares de Frutas.
- **NORMA NTE INEN 2337. 2008.** Jugos, concentrados, néctares, y bebidas de frutas y vegetales.
- **NORMA NTE INEN 2337. 2008.** Requisitos microbiológicos del néctar de fresa.
- **OUGH, Cornelius 1996.** Tratado básico de enología, editorial Acribia S.A., Zaragoza – España. Pág. 227.
- **Pagán y Sala. 2000.** La conservación de los alimentos mediante pulsos eléctricos de alto voltaje. España. Día de consulta 20-11-2011

- **Phumin. Satusap. Islam. 2011.** Microorganism inactivation by nanosecond pulsed electric fields:full-wave analysis and experiment. Salaya, Nakhon Pathom. Día de consulta. 20/11/2011.
- **Paspuel. 2009.** “Instalación de una planta procesadora de tomate de árbol para la elaboración de néctar y tomate en almíbar”. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- **Sale y Hamilton. 1999.** Pulsos eléctricos de alta intensidad de campo en la conservación de alimentos.Industria alimentaria. Tecnologías emergentes. EEUU. Día de consulta 21-11-2011.
- **Sosa. 2006.** Pulsos eléctricos de alta tensión para conservación de alimentos y esterilización médica. Universidad Nacional de Quílnes – Argentina. Día de consulta 20-11-2011.
- **Tony y Howard. 2003.** Pulsed Electric Field Processing. Fact Sheet for Food Processors. Disponible en <http://ohioline.osu.edu>. Día de consulta. 20/11/2011.
- **Vine, Richard. 1981.** Commercial Winemaking and Controls. AVI Publishing Company. INC. Wesport. Pag. 364 – 366.
- **Vito and Dejmek.2006.**Pulsed electric field treatment for solid-liquid extraction of red beetroot pigment. *Journal of Food Engineering.* Pag, 3.Día de consulta. 20/11/2011.
- **Zhang y Swansonb. 2005.**Engineering Aspects of Pulsed Electric Field Pasteurization. Journal of Food Engineering, Elsevier Science Limited Printed in Great Britain. Día de consulta. 20/11/2011.

- **Aguayo, Fortuny, Belloso. 2010.** Color and viscosity of watermelon juice treated by high-intensity pulsed electric fields or heat. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Disponible en: www.elsevier.com/locate/ifs. Día de consulta. (20/11/2011).
- **Corte´s, Esteve, Rodrigo, Torregrosa. 2006.** Changes of colour and carotenoids contents during high intensity pulsed electric field treatment in orange juices. Disponible en www.sciencedirect.com. Día de consulta. 20/11/2011.
- **Garcia y Francisco. 2004.** Dielectric Characteristics of Grape Juice and Wine. Universidad Plublica de Navarra. Disponible en www.sciencedirect.com. Día de consulta. 20/11/2011.
- **Ivarez, Virto, Raso, Condo. 2003.** Comparing predicting models for the Escherichia coli inactivation by pulsed electric fields. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Disponible en www.elsevier.com/locate/ifs. Día de consulta. 20/11/2011.
- **J.J.Keller. 2001,** Guía del empleado sobre seguridad de los alimentos, segunda edición. Pag, 19, 25, 29.
- **Kulshrestha y Sastryb. 2003.** Frequency and voltage effects on enhanced diffusion during moderate electric field (MEF) treatment. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Disponible en www.sciencedirect.com. Día de consulta. 20/11/2011.
- **Melgar, Massilia, Belloso. 2008.** Combination of high-intensity pulsed electric fields with natural antimicrobials to inactivate pathogenic microorganisms and extend the shelf-life of melon and

watermelon juices. Food microbiology. Disponible en www.elsevier.com/locate/fm. Día de consulta. 20/11/2011.

- **Palacios y Palacios. 1987.** Cinética de la pérdida de ácido ascórbico en jugos de frutas. Universidad Nacional de Colombia, Procesamiento y conservación de frutas. Disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obnecfru/p1.htm> (17 Nov 2011)
- **Raventos M. 2005.** Industria alimentaria, tecnologías emergentes Ediciones UPC- España. (on line) disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=MNuk7jKEyIC&pg=PA18&dq=tecnologias+emergentes+en+alimentos> (fecha de consulta 26/12/2011, hora 9:13am).
- **Sampedro F.2008.** Impacto del tratamiento por pulsos eléctricos de alta intensidad y altas presiones hidrostáticas sobre la seguridad microbiológica de un alimento mezcla de zumo de naranja y leche. Tesis Doctoral Europea, Universidad Politécnica de Valencia (on line) disponible en: http://dspace.upv.es/manakin/bitstream/handle/10251/1992/tesisUPV2760_indice.pdf?sequence=5(fecha de consulta 26/12/2011, hora 10:50am).
- **Sarang y Knipe. 2008.** Electrical conductivity of fruits and meats during ohmic heating. Journal of Food Engineering. Disponible en: www.sciencedirect.com. Día de consulta. 20/11/2011.
- **Singh, R.P. 2000.** Scientific Principles of Shelf-Life Evaluation in MAN, C.M.D.; JONES, A.A. 2000. Shelf-life Evaluation of Foods. Springer. INTERNET:

<http://books.google.co.cr/books?id=ovoNjpn6aLUC&printsec=frontcover>

- **Schilling, Alber, Schieber. 2006.** Reinhold Carle Effects of pulsed electric field treatment of apple mash on juice yield and quality attributes of apple juices. Innovative Food Science and Emerging Technologies. Disponible en www.sciencedirect.com. Día de consulta. 20/11/2011.
- **Susana Espinoza Almeida, Fernando Narváez Flores. 2007.** “Determinación de los costos de calidad en la industria de los jugos envasados”. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil – Ecuador. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec>
- **Velásquez Valderrama, Ángela María; Sánchez Arenas, Ricardo León. 2008.** Utilización de microondas en el tratamiento de jugo de mango. Revista Lasallista de Investigación, Vol. 5, Núm. 2, pp. 13-19. Corporación Universitaria Lasallista Colombia. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=69550203>

ANEXOS

ANEXO A

MÉTODOS EMPLEADOS PARA LOS
ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS,
MICROBIOLÓGICOS Y
SENSORIALES

ANEXO A - 1

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

FUNDAMENTO:

Los sólidos solubles del néctar de fresa comprenden principalmente el contenido de azúcar de las frutas, midiendo el índice de refracción de la pulpa y del néctar de fresa.

Materiales y equipos:

- Refractómetro (Brixómetro)
- Agua destilada

Procedimiento:

La muestra del néctar de fresa se enfrenta a la cara del prisma del refractómetro se ilumina y se observa la escala interior que va desde 0 a 30 °Brix; el campo de visión se dividirá en una zona iluminada y otra oscura y la unión de ambas zonas cruzará la escala en un punto que representará el °Brix del néctar de fresa.

Referencia

- OUGH, Cornelius (1996). Tratado básico de enología.

ANEXO A - 2

DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL

FUNDAMENTO:

Materiales y equipos:

- Pipeta de 20ml
- Vaso de precipitación de 100ml
- Bureta de 50ml
- pHmetro
- Solución de hidróxido de sodio 0.1N
- Solución buffer de 4.00 y 7.00

Procedimiento:

Se calibra el pHmetro con solución buffer de 4.00 y 7.00.

Se procede a tomar 1 ml de néctar de fresa con ayuda de una pipeta y se coloca en el vaso de precipitación, añadimos 9 ml de agua destilada, titulamos con una solución de NaOH 0.1 N utilizando 3 gotas de fenoltaleina como indicador. La titulación culminara cuando se observe una coloración rosada en la solución.

Cálculos

Para la valoración se emplea la siguiente fórmula:

- a) Para expresar el resultado en meq/kg

$$A = \frac{V * N * 1000}{m}$$

Dónde:

A= acidez, en meq/kg

V= volumen ml, de NaOH gastado

N= normalidad de la solución de NaOH.

M= masa, (g) de la muestra tomada

b) Para expresar el resultado en g/l

$$A = \frac{V * N * 1000 * M}{v * n}$$

En que:

A= acidez

V= volumen ml, de NaOH gastados

N= normalidad de la solución de NaOH.

n= número de H reemplazables del ácido en el cual se expresa la acidez

M= masa, (g) de la muestra tomada

v= volumen ml

f: 0,064 (factor de dilución del ácido cítrico)

Referencia

- Vine, Richard (1981). Commercial Winemaking and Controls.

ANEXO A - 3

DETERMINACIÓN DE pH

FUNDAMENTO:

El pH se obtuvo a través de la medida realizada entre dos electrodos sumergidos en el líquido que se estudia para la medida de la diferencia de potencial; y está relacionado con la resistencia a enfermedades.

Materiales y equipos:

- Vaso de precipitación de 100ml
- pHmetro
- Solución buffer de pH 4.00 y 7.00
- Agua destilada

Procedimiento:

Se coloca la muestra del néctar de fresa en un vaso de precipitación entre 25 y 30 ml de muestra.

Se calibra el pHmetro con solución buffer de 4.00 y 7.00.

Se introduce el electrodo en la muestra analizada cuya temperatura debe estar programada entre 20 – 25 °C y se lee el valor del pH.

De cada muestra se efectúa tres determinaciones de lectura.

Expresión del resultado, el pH del néctar de fresa se expresa con dos decimales.

Referencia

- OUGH, Cornelius (1996). Tratado básico de enología.

ANEXO A - 4

DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

FUNDAMENTO:

La conductividad eléctrica del alimento mientras más alta sea el tratamiento es menos efectiva. Así un descenso en la conductividad eléctrica producirá alto diferencial de resistividad eléctrica entre los microorganismos y el medio en el que están inmersos, creando un flujo osmótico y iónico de sustancias a través de la membrana bacteriana, permeabilidad y sensibilidad a los tratamientos.

Materiales y equipos:

- Vaso de precipitación de 100ml
- Equipo de conductividad eléctrica
- Solución buffer de pH 4.00 y 7.00
- Agua destilada

Procedimiento:

Se coloca la muestra del néctar de fresa en un vaso de precipitación entre 25 y 30 ml de muestra.

Se calibra el pHmetro con solución buffer de 4.00 y 7.00.

Se introduce el electrodo en la muestra analizada y se lee el valor de la conductividad eléctrica.

De cada muestra se efectúa tres determinaciones de lectura.

Expresión del resultado, de la conductividad eléctrica del néctar de fresa se expresa con dos decimales.

ANEXO A - 5

DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES

FUNDAMENTO:

Los azúcares son uno de los principales componentes de las fresas. La sacarosa, glucosa y fructosa representan más del 99% del total en los frutos maduros, encontrándose xilitol, sorbitol y xilosa en pequeñas proporciones. La glucosa y fructosa se encuentran en proporciones similares en frutos maduros y constituyen un 83% del total de los azúcares (Wrolstad y Shallenberger, 1981).

Materiales y equipos:

- Vasos de precipitación de 100ml
- Pipetas
- Tubos de ensayo
- Glucosa
- Agua destilada
- El equipo que se utilizó es Colorímetro spectronic 20 D MILTON ROY COMPANY.

Procedimiento:

Los azúcares reductores del néctar de fresa se determinaron tomando una alícuota de 10gr, se colocó en un matraz aforado de 90ml, se aforo con agua, mezclando bien y se colocó la solución en una bureta. Se colocó en una fiola de 250ml 5 ml de solución de Fehling A y 5 de solución de Fehling B. se añadió 3 gotas de solución de azul de metileno. Se diluyó con aproximadamente 20ml de agua destilada y se agregó perlas de vidrio. Se llevó a ebullición la solución de Fehling y se procedió a como se hizo durante la estandarización de la solución de Fehling.

Referencia

<http://html.rincondelvago.com/reconocimiento-de-azucares-reductores.html>

ANEXO A - 6

RECuento TOTAL DE BACTERIAS (MOSÓFILAS), MOHOS – LEVADURAS Y COLIFORMES TOTALES

FUNDAMENTO:

Durante el periodo de conservación del néctar de fresa se realizaron pruebas microbiológicas de recuento total de bacteria, mohos – levaduras, y coliformes las mismas que permitieron determinar la población microbiana del alimento en estudio dentro de los límites microbiológicos permitidos

Materiales y equipos:

- Placas Petrifilm, (3M) para recuento total de bacterias
- Agua peptonada
- Cámara de flujo laminar
- Pipetas
- Incubadora
- Cuenta colonias

Procedimiento:

La técnica de pretrifilm se detalla a continuación:

- Pipetear 1ml de la muestra y colocarla en el petrifilm
- Sujetar el aplicador por la varilla de soporte y colocar el aplicador sobre la placa de petrifilm.
- Ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular. No girar ni deslizar el aplicador.
- Levantar el aplicador. Esperar un minuto a que solidifique el gel.
- Incubar las placas petrifilm cara arriba en pilas de hasta 20 placas a temperatura de $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante dos días

- Leer las placas petrifilm en un contador de colonias estándar tipo Quebec o una fuente de luz.

El análisis microbiológico se realizó cada dos días y utilizando para ello la técnica de las placas Petrifilm, (3M petrifilm para recuento total), se incubó 48 h ± 2 h a 35 °C ± 1 °C. Para el conteo de colonias se utilizó el cuenta colonias DARKFIELD QUEBEC.

La interpretación del conteo microbiológico se estima:

$$ufc/ml = \frac{\sum_{ufc} \left(\frac{1}{F}\right)}{ml \text{ muestra}}$$

Donde

ufc/ml número estimado de bacterias contenidas en la muestra estimada.

\sum_{ufc} sumatoria de todos los conteos realizados en las placas petrifilm de la misma dilución.

(1/F) inverso del factor de dilución

ml muestra ml que se utilizaron para la siembra.

Referencia

- Guía de interpretación 3M petrifilm. Microbiology Products – Laboratoires 3M Santé.

ANEXO A - 7

ANÁLISIS SENSORIAL

FUNDAMENTO:

El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los jueces perciben y califica, caracterizando y/o midiendo, las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas bajo condiciones ambientales preestablecida y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico.

Materiales y equipos:

- Copas de plástico
- Vasos
- Bandejas
- Agua
- Galletas de sal
- Fichas para la evaluación
- Estación de cata

Procedimiento:

Se aplicó un diseño AXB (3X3) con la finalidad de distribuir cierto número de muestras a distintos catadores, de forma que se tenían 9 muestras de néctar de fresa aplicados con pulsos eléctricos y un patrón sin tratamiento, en total 10 muestras de néctar de fresa, las cuales fueron distribuidas en un número de 4 a cada catador, el número de catadores utilizados fue de 15 personas y se obtuvo 6 respuestas por néctar de fresa.

Los catadores semi-entrenados empleados pertenecen a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, a los mismos que se les hizo evaluar, color, olor, sabor, aceptabilidad, utilizando la ficha de citación (anexo A-7.1)

Posteriormente a la evaluación sensorial del néctar de fresa, se encontró el mejor tratamiento para realizar el análisis de vitamina C, con la finalidad de establecer el porcentaje de desnaturalización de este nutriente.

Referencia

- COCHRAN, William (1990). "Diseño experimentales".

ANEXO A – 7.1

EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL NÉCTAR DE FRESA SIN TRATAMIENTO Y CON TRATAMIENTO DE PEAI.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL NÉCTAR DE FRESA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LOS PULSOS ELÉCTRICOS DE ALTA INTENSIDAD

Juez: Fecha:.....

Usted ha recibido una muestra del néctar de fresa. Por favor proceda a evaluar y calificar la muestra, tomando en cuenta cada atributo sensorial. Marque con una X el número que a su criterio lo describa mejor en la escala respectiva.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS				
COLOR	1. Malo				
	2. Regular				
	3. Bueno				
	4. Muy bueno				
OLOR	1. Malo				
	2. Regular				
	3. Bueno				
	4. Muy bueno				
SABOR	1. Malo				
	2. Regular				
	3. Bueno				
	4. Muy bueno				
ACEPTABILIDAD	1. Malo				
	2. Regular				
	3. Bueno				
	4. Muy bueno				

RECOMENDACIONES:.....

.....

ANEXO A - 8

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE VITAMINA C

FUNDAMENTO:

El ácido ascórbico (forma reducida AA) se encuentra en equilibrio con el ácido de hidroascórbico (forma oxidada DHA), las dos formas son interconvertibles por vía enzimática en los organismos vivos; su suma constituye la vitamina C.

Es fácilmente oxidable en una serie de sustancias desprovistas de actividad fisiológica (ácido dicetogulónico, etc.), Cualquier agente que provoca una oxidación (luz, UV, Oxígeno, pro-oxidantes, etc.), o que la favorece (catalizadores como el hierro y el cobre), intensifica la destrucción de la vitamina C. Por el contrario, resulta protegida por la presencia de reductores orgánicos o minerales (taninos, glutatión, cisteína, selenio, etc.) y por quelantes metálicos (EDTA, ácido cítrico).

En la actualidad, se procede a una medida volumétrica determinando la cantidad de reactivo necesaria para la oxidación del ácido ascórbico, el viraje se detecta visualmente o electroquímicamente (Keller, 1998).

Materiales y equipos:

- Vasos de precipitación
- Matraces aforados de 125ml
- Probetas de 100ml
- Pipetas de 10ml
- Buretas de 25ml
- Solución de indofenol al 0,1%
- Solución de ácido ascórbico 20mg/l
- Solución de ácido acético al 5%

Procedimiento:

- Tome 10ml de cada muestra y coloque cada uno en una probeta de 100ml. Añada a cada probeta 10ml de ácido acético al 5% y complete el volumen con agua destilada hasta alcanzar 100ml
- Tome 10ml de la preparación que está en cada probeta y colóquelos en los matraces de 125ml
- Titule cada matraz con indofenol al 0,1% gota a gota hasta observar el cambio de color de azul a rosa.
- Registre el volumen de indofenol ocupado.

Determinación de vitamina C en la muestra Blanco

- Colocar 10ml de solución patrón de ácido ascórbico más 10ml de ácido acético al 5%
- Titular con indofenol al 0,1% hasta obtener un color rosa.
- Registrar el volumen utilizado.

CÁLCULOS

Calcular el porcentaje de vitamina C de cada muestra mediante la siguiente ecuación

$$\%VitaminaC = \frac{T - V1}{pt - V1} * 2 * D$$

Dónde:

T = Volumen de indofenol gastado en la titulación de la muestra

V1 = volumen de indofenol gastado en la titulación del blanco

Pt = volumen de la solución patrón de ácido ascórbico

D = dilución 10/100

Referencia

Corinne H. Robinson, 1979. Fundamentos de nutrición normal, primera edición en español. Pag. 173, 196.

ANEXO B

TABLAS DE RESULTADOS

Tabla B1. Sólidos solubles (°Brix) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Tratamientos	Sólidos solubles			Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	
T1	13,60	13,80	13,60	13,67
T2	13,80	13,60	13,80	13,73
T3	13,80	13,80	13,80	13,80
T4	14,00	13,80	13,80	13,87
T5	14,00	13,90	13,80	13,90
T6	14,00	13,89	13,89	13,93
T7	14,00	14,00	13,89	13,96
T8	14,00	14,00	14,00	14,00
T9	14,00	14,00	14,20	14,07
Néctar de fresa sin tratamiento:				13,60

Tabla B2. Porcentaje de acidez (ácido cítrico) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Tratamientos	Acidez % ac. Cítrico			Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	
T1	0,19	0,19	0,19	0,19
T2	0,19	0,19	0,26	0,21
T3	0,26	0,26	0,26	0,26
T4	0,19	0,26	0,19	0,21
T5	0,26	0,19	0,26	0,23
T6	0,26	0,26	0,32	0,28
T7	0,19	0,19	0,26	0,21
T8	0,19	0,26	0,26	0,23
T9	0,26	0,32	0,32	0,30
Néctar de fresa sin tratamiento:				0,21

Tabla B3. pH del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Tratamientos	pH			Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	
T1	3,42	3,41	3,42	3,42
T2	3,39	3,40	3,4	3,40
T3	3,39	3,38	3,39	3,39
T4	3,39	3,38	3,38	3,38
T5	3,37	3,38	3,37	3,37
T6	3,36	3,38	3,37	3,37
T7	3,38	3,37	3,36	3,37
T8	3,37	3,36	3,36	3,36
T9	3,36	3,35	3,35	3,35
Néctar de fresa sin tratamiento:				3,37

Tabla B 4. Conductividad eléctrica del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Tratamientos	Conductividad eléctrica(us/cm)			Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	
T1	962,00	962,00	960,00	961,33
T2	962,00	962,00	962,00	962,00
T3	960,00	964,00	966,00	963,33
T4	966,00	966,00	965,00	965,67
T5	968,00	968,00	967,00	967,67
T6	968,00	968,00	968,00	968,00
T7	968,00	968,00	970,00	968,67
T8	970,00	970,00	969,00	969,67
T9	972,00	972,00	970,00	971,33
Néctar de fresa sin tratamiento:				967,33

Tabla B 5. Azúcares reductores del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Tratamientos	Azúcares reductores g/100ml			Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	
T1	20,94	20,93	20,94	20,94
T2	21,17	21,17	21,16	21,17
T3	21,26	21,26	21,26	21,26
T4	21,48	21,48	21,48	21,48
T5	21,98	21,98	21,98	21,98
T6	22,29	22,29	22,28	22,29
T7	22,47	22,47	22,47	22,47
T8	22,92	22,92	22,92	22,92
T9	23,59	23,59	23,59	23,59
Néctar de fresa sin tratamiento:				22,79

Tabla B 6. Recuento total de bacterias (mesófilos) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Tratamientos	Mesófilos (UFC/ml del néctar de fresa)			Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	
T1	15	14	15	15
T2	8	8	7	8
T3	4	4	5	4
T4	12	13	13	13
T5	7	6	6	6
T6	3	2	3	3
T7	10	11	12	11
T8	5	5	6	5
T9	1	2	2	2
Néctar de fresa sin tratamiento:				39

Tabla B 7. Mohos y levaduras del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Tratamientos	Mohos y levaduras (UFC/ml del néctar de fresa)			Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	
T1	41	40	40	40
T2	33	33	33	33
T3	28	27	28	28
T4	37	36	36	36
T5	24	22	23	23
T6	21	22	22	22
T7	35	36	35	35
T8	18	20	20	19
T9	12	13	12	12
Néctar de fresa sin tratamiento:				72

Tabla B 8. Coliformes del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Tratamientos	Coliformes (UFC/ml del néctar de fresa)			Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	
T1	2	2	2	2
T2	2	1	1	1
T3	0	0	0	0
T4	0	0	0	0
T5	0	0	0	0
T6	0	0	0	0
T7	0	0	0	0
T8	0	0	0	0
T9	0	0	0	0
Néctar de fresa sin tratamiento:				6

Tabla B 9. Análisis sensorial del color del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

COLOR										
CATADOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	sin tratamiento
1	3	2	2	4						
2	2	3			3	4				
3	2		3				3	3		
4	3			4					2	2
5	4				4		3		4	
6	3					3		2		3
7		3	3			3			4	
8		2		4			3			2
9		4			4			4		3
10		2					4	4	1	
11			3		3				3	3
12			3			4	3			3
13			3	3	3			3		
14				3	3	3	4			
15				3		3		2	3	
Promedio	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3

1 = color malo

2 = regular

3 = bueno

4 = color muy bueno.

Tabla B10. Análisis sensorial de olor del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

OLOR										
CATADOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	sin tratamiento
1	3	2	3	3						
2	3	3			3	4				
3	2		1				2	2		
4	3			2					1	3
5	3				2		3		2	
6	3					3		2		3
7		3	2			3			2	
8		3		2			3			2
9		4			4			4		3
10		2					3	4	1	
11			3		4				3	3
12			4			3	3			4
13			4	3	3			2		
14				4	3	4	4			
15				2		4		3	4	
Promedio	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3

1 = olor malo

2 = regular

3 = bueno

4 = olor muy bueno.

Tabla B11. Análisis sensorial de sabor del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

SABOR										
CATADOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	sin tratamiento
1	2	1	2	4						
2	3	1			2	1				
3	3		4				1	1		
4	4			4					1	3
5	4				2		1		2	
6	3					3		2		2
7		3	3			2			4	
8		2		2			2			3
9		4			3			1		3
10		2					1	4	1	
11			4		3				2	3
12			3			4	2			2
13			3	2	4			1		
14				4	3	2	2			
15				4		3		2	4	
Promedio	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3

1 = sabor malo

2 = regular

3 = bueno

4 = sabor muy bueno.

Tabla B12. Análisis sensorial de aceptabilidad del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

ACEPTABILIDAD										
CATADOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	sin tratamiento
1	2	1	2	4						
2	3	1			2	2				
3	2		3				1	1		
4	4			4					2	3
5	4				2		1		3	
6	4					3		2		2
7		3	3			3			4	
8		3		1			2			3
9		4			3			2		3
10		2					2	4	1	
11			3		3				2	3
12			3			4	3			2
13			3	3	4			2		
14				4	3	3	3			
15				4		3		4	3	
Promedio	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3

1 = aceptabilidad malo

2 = regular

3 = bueno

4 = aceptabilidad muy bueno.

Tabla B13. Selección del mejor tratamiento del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Propiedades del néctar de fresa	Tratamiento T9 a2b2 (250Hz; 45min)
Sólidos Solubles (°Brix)	14,07
Acidez	0,30
pH	3,35
Conductividad eléctrica	971,33
Azúcares Reductores	23,59
Bacterias mesòfilas	2,00
Mohos y Levaduras	12,00
Coliformes	0,00

Elaborado por: Luis A Bombón P.

Tabla B 14. Verificación de la hipótesis de los parámetros analizados

CARACTERÍSTICA FÍSICA QUÍMICAS DE FRESAS	Efectos principales	valor F	Probabilidad	Hipótesis Aceptada
Sólidos Solubles (°Brix)	A: Frecuencia	21,44	0,0000	Ho
	B: Tiempo	2,71	0,0967	
Acidez	A: Frecuencia	2,20	0,1435	HI
	B: Tiempo	13,92	0,0003	
pH	A: Frecuencia	64,87	0,0000	Ho
	B: Tiempo	17,96	0,0001	
Conductividad eléctrica	A: Frecuencia	78,31	0,0000	Ho
	B: Tiempo	7,08	0,0063	
Azúcares Reductores	A: Frecuencia	857972,83	0,0000	Ho
	B: Tiempo	136362,51	0,0000	
Bacterias mesòfilas	A: Frecuencia	49,25	0,0000	Ho
	B: Tiempo	587,66	0,0000	
Mohos y Levaduras	A: Frecuencia	537,08	0,0000	Ho
	B: Tiempo	1250,67	0,0000	
Coliformes	A: Frecuencia	100,00	0,0000	Ho
	B: Tiempo	28,00	0,0000	

Elaborado por: Luis A Bombón P.

ANEXOS C
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla C1. Análisis de varianza de °Brix del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Analysis of Variance for Brix - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Frecuencia	0,348541	2	0,17427	21,44	0,0000
B:Tiempo	0,0440963	2	0,0220481	2,71	0,0967
C:Replicas	0,012763	2	0,00638148	0,79	0,4728
INTERACTIONS					
AB	0,00445926	4	0,00111481	0,14	0,9661
RESIDUAL	0,130037	16	0,00812731		
TOTAL (CORRECTED)	0,539896	26			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla C 1.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)

Multiple Range Tests for Brix by Frecuencia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Frecuencia	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
50	9	13,7333	A
150	9	13,8978	B
250	9	14,01	C

Contrast	Difference	+/- Limits
50 - 150	*-0,164444	0,110162
50 - 250	*-0,276667	0,110162
150 - 250	*-0,112222	0,110162

* denotes a statistically significant difference.

Tabla C2. Análisis de varianza de la acidez (% ácido cítrico) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad

Analysis of Variance for Acidez - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Frecuencia	0,00411852	2	0,00205926	2,20	0,1435
B:Tiempo	0,0260963	2	0,0130481	13,92	0,0003
C:Replicas	0,00614074	2	0,00307037	3,28	0,0642
INTERACTIONS					
AB	0,000459259	4	0,000114815	0,12	0,9723
RESIDUAL	0,0149926	16	0,000937037		
TOTAL (CORRECTED)	0,0518074	26			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla C2.1. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo)

Multiple Range Tests for Acidez by Tiempo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tiempo	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
15	9	0,205556	A
25	9	0,228889	A
45	9	0,28	B
Contrast		Difference	+/- Limits
15 - 25		-0,0233333	0,0374057
15 - 45		*-0,0744444	0,0374057
25 - 45		*-0,0511111	0,0374057

* denotes a statistically significant difference.

Tabla C3. Análisis de varianza de pH del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Analysis of Variance for pH - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Frecuencia	0,00660741	2	0,0033037	64,87	0,0000
B:Tiempo	0,00182963	2	0,000914815	17,96	0,0001
C:Replicas	0,0000518519	2	0,0000259259	0,51	0,6105
INTERACTIONS					
AB	0,000281481	4	0,0000703704	1,38	0,2844
RESIDUAL	0,000814815	16	0,0000509259		
TOTAL (CORRECTED)	0,00958519	26			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla C 3.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)

Multiple Range Tests for pH by Frecuencia

Method: 95,0 percent Tukey HSD					
Frecuencia	Count	LS Mean	Homogeneous Groups		
250	9	3,36222	A		
150	9	3,37556	B		
50	9	3,4	C		
Contrast			Difference	+/- Limits	
50 - 150			*0,0244444	0,00872025	
50 - 250			*0,0377778	0,00872025	
150 - 250			*0,0133333	0,00872025	

* denotes a statistically significant difference.

Tabla C 3.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo)

Multiple Range Tests for pH by Tiempo

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Tiempo      Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
45           9           3,37         A
25           9           3,37778     A
15           9           3,39         B
-----
Contrast                Difference      +/- Limits
-----
15 - 25                *0,0122222    0,00872025
15 - 45                *0,02         0,00872025
25 - 45                0,00777778   0,00872025
-----
* denotes a statistically significant difference.

```

Tabla C 4. Análisis de varianza de Conductividad eléctrica del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

```

Analysis of Variance for Conductividad - Type III Sums of Squares
-----
Source                Sum of Squares      Df      Mean Square      F-Ratio      P-Value
-----
MAIN EFFECTS
A:Frecuencia          271,185             2        135,593          78,31        0,0000
B:Tiempo              24,5185             2         12,2593          7,08         0,0063
C:Replicas           0,962963            2         0,481481         0,28         0,7608

INTERACTIONS
AB                    2,14815             4         0,537037         0,31         0,8670

RESIDUAL              27,7037             16         1,73148

-----
TOTAL (CORRECTED)    326,519             26
-----
All F-ratios are based on the residual mean square error.

```

Tabla C 4.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)

Multiple Range Tests for Conductividad by Frecuencia

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Frecuencia      Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
50              9          962,222      A
150             9          967,111      B
250             9          969,889      C
-----
Contrast                Difference      +/- Limits
-----
50 - 150                *-4,88889      1,60793
50 - 250                *-7,66667      1,60793
150 - 250               *-2,77778      1,60793
-----
* denotes a statistically significant difference.

```

Tabla C 4.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo)

Multiple Range Tests for Conductividad by Tiempo

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Tiempo          Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
15              9          965,222      A
25              9          966,444      AB
45              9          967,556      B
-----
Contrast                Difference      +/- Limits
-----
15 - 25                -1,22222      1,60793
15 - 45                *-2,33333      1,60793
25 - 45                -1,11111      1,60793
-----
* denotes a statistically significant difference.

```

Tabla C 5. Análisis de varianza de azúcares reductores del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Analysis of Variance for Azucares reductores - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Frecuencia	15,9361	2	7,96803	857972,83	0,0000
B:Tiempo	2,53281	2	1,2664	136362,51	0,0000
C:Replicas	0,00000140741	2	7,03704E-7	0,08	0,9274
INTERACTIONS					
AB	0,54212	4	0,13553	14593,46	0,0000
RESIDUAL	0,000148593	16	0,00000928704		
TOTAL (CORRECTED)	19,0111	26			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla C 5.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)

Multiple Range Tests for Azucares reductores by Frecuencia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Frecuencia	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
50	9	21,1194	A
150	9	21,9146	B
250	9	22,9941	C

Contrast	Difference	+/- Limits
50 - 150	*-0,795111	0,0037239
50 - 250	*-1,87467	0,0037239
150 - 250	*-1,07956	0,0037239

* denotes a statistically significant difference.

Tabla C 5.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo)

Multiple Range Tests for Azucares reductores by Tiempo

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Tiempo      Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
15           9           21,629      A
25           9           22,0201     B
45           9           22,379      C
-----
Contrast      Difference      +/- Limits
-----
15 - 25      *-0,391111     0,0037239
15 - 45      *-0,75         0,0037239
25 - 45      *-0,358889     0,0037239
-----
* denotes a statistically significant difference.
    
```

Tabla C 5.3. Prueba de Tukey para la interacción A (Frecuencia) y B (Tiempo)

q= 5,03
T= 0,00885005

		a0b0	a0b1	a0b2	a1b0	a1b1	a1b2	a2b0	a2b1	a2b2
		20,94	21,17	21,26	21,48	21,98	22,29	22,47	22,92	23,59
a0b0	20,94	0,00	0,23	0,32	0,54	1,04	1,35	1,53	1,98	2,66
a0b1	21,17		0,00	0,09	0,32	0,81	1,12	1,30	1,75	2,43
a0b2	21,26			0,00	0,22	0,72	1,03	1,21	1,66	2,34
a1b0	21,48				0,00	0,49	0,81	0,99	1,44	2,11
a1b1	21,98					0,00	0,31	0,49	0,94	1,62
a1b2	22,29						0,00	0,18	0,63	1,31
a2b0	22,47							0,00	0,45	1,12
a2b1	22,92								0,00	0,67
a2b2	23,59									0,00

Tabla C6. Análisis de varianza de recuento total de bacterias mesófilas del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Analysis of Variance for Bacterias - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Frecuencia	37,8519	2	18,9259	49,25	0,0000
B:Tiempo	451,63	2	225,815	587,66	0,0000
C:Replicas	1,18519	2	0,592593	1,54	0,2441
INTERACTIONS					
AB	1,48148	4	0,37037	0,96	0,4540
RESIDUAL	6,14815	16	0,384259		
TOTAL (CORRECTED)	498,296	26			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla C6.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)

Multiple Range Tests for Bacterias by Frecuencia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Frecuencia	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
250	9	6,0	A
150	9	7,22222	B
50	9	8,88889	C

Contrast	Difference	+/- Limits
50 - 150	*1,66667	0,75748
50 - 250	*2,88889	0,75748
150 - 250	*1,22222	0,75748

* denotes a statistically significant difference.

Tabla C6.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo)

Multiple Range Tests for Bacterias by Tiempo

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Tiempo      Count    LS Mean      Homogeneous Groups
-----
45           9         2,88889      A
25           9         6,44444      B
15           9         12,7778      C
-----
Contrast                Difference      +/- Limits
-----
15 - 25                  *6,33333      0,75748
15 - 45                  *9,88889      0,75748
25 - 45                  *3,55556      0,75748
-----
* denotes a statistically significant difference.

```

Tabla C7. Análisis de varianza del recuento de mohos y levaduras del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

```

-----
Analysis of Variance for Mohos y levaduras - Type III Sums of Squares
-----
Source                Sum of Squares    Df    Mean Square    F-Ratio    P-Value
-----
MAIN EFFECTS
A:Frecuencia          584,0             2      292,0          539,08      0,0000
B:Tiempo              1354,89           2      677,444        1250,67     0,0000
C:Replicas            0,0               2       0,0            0,00        1,0000

INTERACTIONS
AB                    116,444           4      29,1111        53,74       0,0000

RESIDUAL
-----
TOTAL (CORRECTED)     2064,0            26
-----
All F-ratios are based on the residual mean square error.

```

Tabla C7.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)

Multiple Range Tests for Mohos y levaduras by Frecuencia

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Frecuencia      Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
250              9          22,3333      A
150              9          27,0         B
50               9          33,6667      C
-----
Contrast                Difference      +/- Limits
-----
50 - 150                *6,66667      0,899343
50 - 250                *11,3333      0,899343
150 - 250               *4,66667      0,899343
-----
* denotes a statistically significant difference.

```

Tabla C7.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo)

Multiple Range Tests for Mohos y levaduras by Tiempo

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Tiempo          Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
45              9          20,5556      A
25              9          25,1111      B
15              9          37,3333      C
-----
Contrast                Difference      +/- Limits
-----
15 - 25                *12,2222      0,899343
15 - 45                *16,7778      0,899343
25 - 45                *4,55556      0,899343
-----
* denotes a statistically significant difference.

```

Tabla C 7.3. Prueba de Tukey para la interacción A (Frecuencia) y B (Tiempo)

q = 5,03
T= 2,1060547

		a2b2	a2b1	a1b2	a1b1	a0b2	a0b1	a2b0	a1b0	a0b0
		12,33	19,33	21,67	23,00	25,87	33,10	35,33	36,33	40,40
a2b2	12,333	0,00	7,00	9,33	10,67	13,53	20,77	23,00	24,00	28,07
a2b1	19,333		0,00	2,33	3,67	6,53	13,77	16,00	17,00	21,07
a1b2	21,667			0,00	1,33	4,20	11,43	13,67	14,67	18,73
a1b1	23,000				0,00	2,87	10,10	12,33	13,33	17,40
a0b2	25,867					0,00	7,23	9,47	10,47	14,53
a0b1	33,100						0,00	2,23	3,23	7,30
a2b0	35,333							0,00	1,00	5,07
a1b0	36,333								0,00	4,07
a0b0	40,400									0,00

Tabla C8. Análisis de varianza del recuento de coliformes del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

Analysis of Variance for Coliformes - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Frecuencia	7,40741	2	3,7037	100,00	0,0000
B:Tiempo	2,07407	2	1,03704	28,00	0,0000
C:Replicas	0,0740741	2	0,037037	1,00	0,3897
INTERACTIONS					
AB	4,14815	4	1,03704	28,00	0,0000
RESIDUAL	0,592593	16	0,037037		
TOTAL (CORRECTED)					
	14,2963	26			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla C8.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)

Multiple Range Tests for Coliformes by Frecuencia

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Frecuencia      Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
150              9          0,0          A
250              9          0,0          A
50               9          1,11111     B
-----
Contrast                Difference      +/- Limits
-----
50 - 150                *1,11111      0,235168
50 - 250                *1,11111      0,235168
150 - 250                0,0           0,235168
-----
* denotes a statistically significant difference.

```

Tabla C8.2. Prueba de Tukey para el factor B (Tiempo)

Multiple Range Tests for Coliformes by Tiempo

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Tiempo          Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
45              9          0,0          A
25              9          0,444444     B
15              9          0,666667     B
-----
Contrast                Difference      +/- Limits
-----
15 - 25                0,222222      0,235168
15 - 45                *0,666667      0,235168
25 - 45                *0,444444      0,235168
-----
* denotes a statistically significant difference.

```

Tabla C 8.3. Prueba de Tukey para la interacción A (Frecuencia) y B (Tiempo)

q= 5,59
T= 0,62111111

		a0b2	a1b0	a1b1	a1b2	a2b0	a2b1	a2b2	a0b1	a0b0
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	2,00
a0b2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	2,00
a1b0	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	2,00
a1b1	0			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	2,00
a1b2	0				0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	2,00
a2b0	0					0,00	0,00	0,00	1,33	2,00
a2b1	0						0,00	0,00	1,33	2,00
a2b2	0							0,00	1,33	2,00
a0b1	1								0,00	0,67
a0b0	2									0,00

Tabla C9. Análisis de varianza del color del néctar de fresas sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.

Analysis of Variance for COLOR - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: CATADORES	8,21667	14	0,586905	1,28	0,2639
B: TRATAMIENTOS	6,55	9	0,727778	1,59	0,1547
RESIDUAL	16,45	36	0,456944		
TOTAL (CORRECTED)	29,9333	59			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla C10. Análisis de varianza del olor del néctar de fresas sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.

Analysis of Variance for OLOR - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:CATADORES	16,5833	14	1,18452	2,47	0,0145
B:TRATAMIENTOS	4,5	9	0,5	1,04	0,4261
RESIDUAL	17,25	36	0,479167		
TOTAL (CORRECTED)	40,1833	59			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla C 10.1. Prueba de Tukey para el factor A (Catadores)

Method: 95,0 percent Tukey HSD

CATADORES	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
3	4	1,575	a
4	4	2,4	ab
8	4	2,5125	ab
5	4	2,525	ab
6	4	2,5625	ab
7	4	2,5625	ab
10	4	2,6	ab
1	4	2,7375	ab
13	4	3,0875	ab
2	4	3,1	ab
12	4	3,3125	ab
15	4	3,3875	b
11	4	3,425	b
14	4	3,675	b
9	4	3,7875	b

Tabla C11. Análisis de varianza del sabor del néctar de fresas sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.

Analysis of Variance for SABOR - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:CATADORES	12,3167	14	0,879762	0,96	0,5060
B:TRATAMIENTOS	21,9	9	2,43333	2,67	0,0175
RESIDUAL	32,85	36	0,9125		
TOTAL (CORRECTED)	64,85	59			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla C 11.1. Prueba de Tukey para el factor A (Frecuencia)

Multiple Range Tests for SABOR by TRATAMIENTOS

Method: 95,0 percent Tukey HSD

TRATAMIENTOS	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
7	6	1,5	A
8	6	1,7	A
9	6	2,05	AB
2	6	2,35	AB
6	6	2,35	AB
10	6	2,5	AB
5	6	2,95	AB
3	6	3,2	AB
4	6	3,35	AB
1	6	3,55	B

Tabla C12. Análisis de varianza de aceptabilidad del néctar de fresas sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.

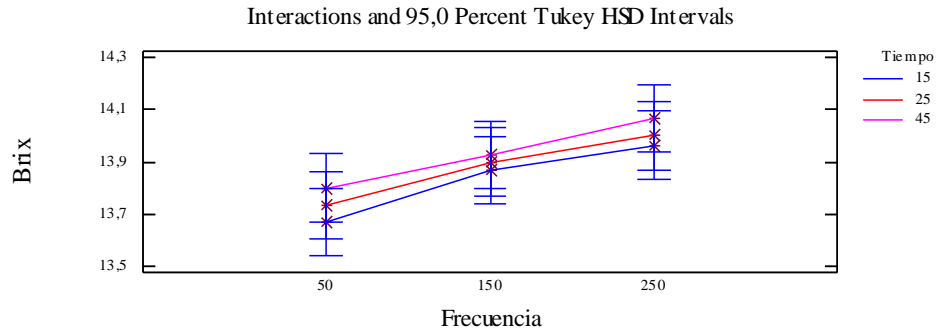
Analysis of Variance for ACEPTABILIDAD - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:CATADORES	16,075	14	1,14821	1,51	0,1582
B:TRATAMIENTOS	9,325	9	1,03611	1,36	0,2422
RESIDUAL	27,425	36	0,761806		
TOTAL (CORRECTED)	52,1833	59			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

ANEXO D
GRÁFICOS

Gráfico # 8. Sólidos solubles (°Brix) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.



Gráfico# 9. Porcentaje de Ácido cítrico del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

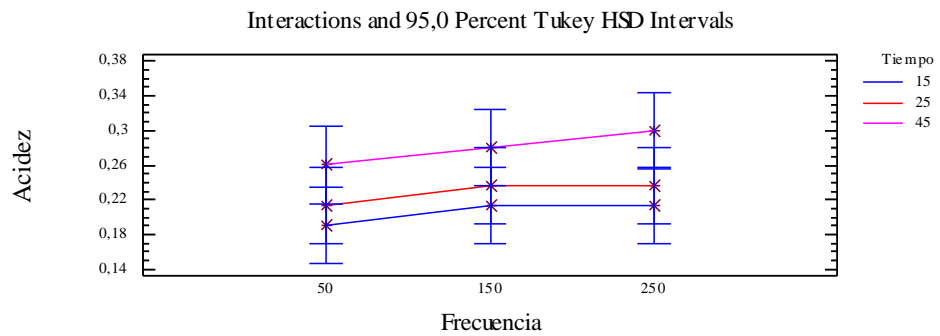
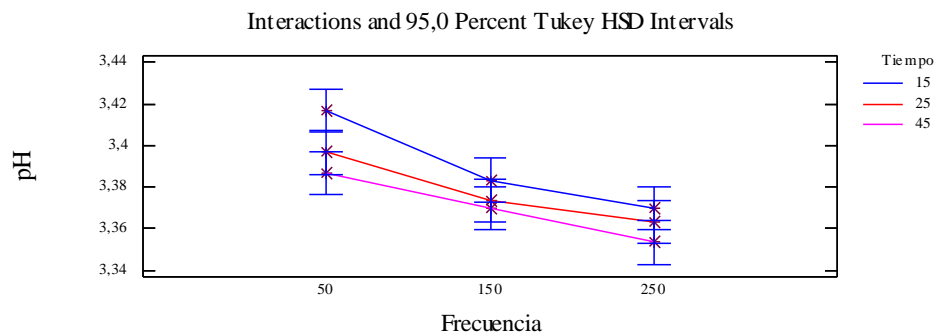
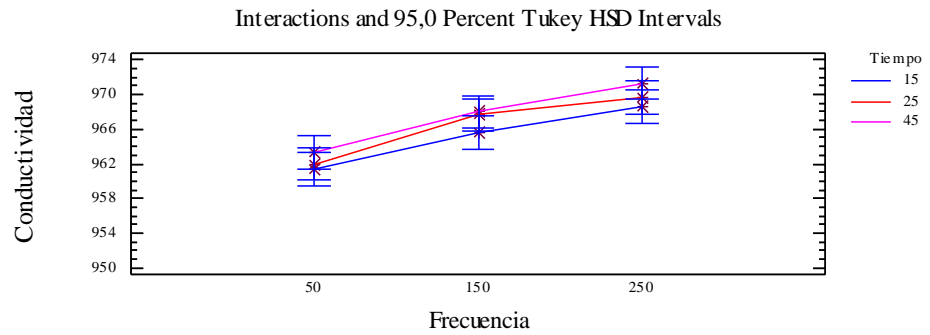


Gráfico # 10. pH del néctar de fresa tratadas con pulsos eléctricos de alta intensidad.



Gráfico# 11. Porcentaje de Conductividad eléctrica del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.



Gráfico# 12. Porcentaje de azúcares reductores del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

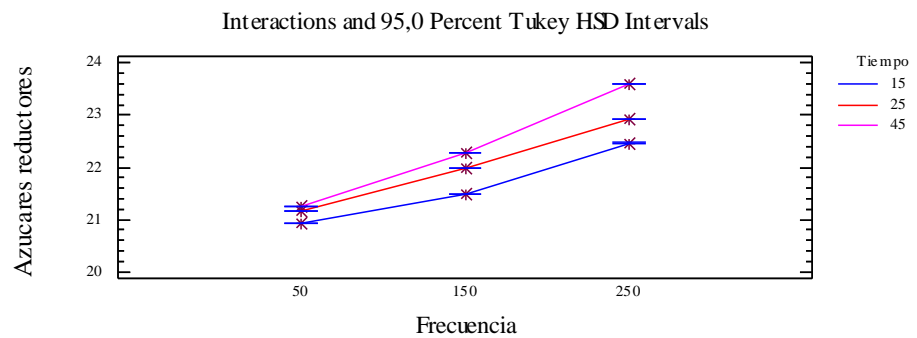


Gráfico # 13. Recuento total de bacterias mesófilas (UFC/ml) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

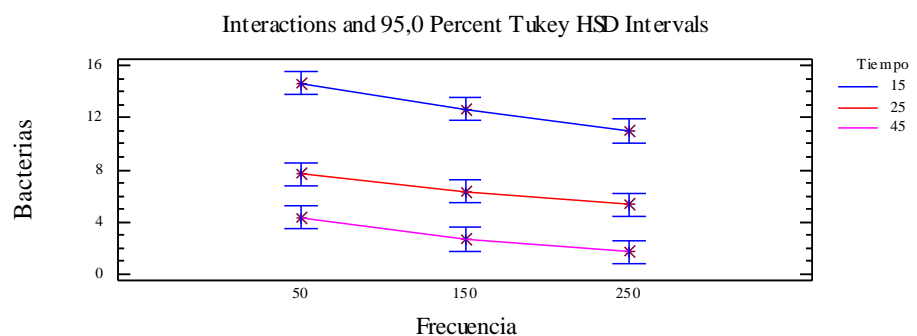


Gráfico # 14. Recuento de mohos y levaduras (UFC/ml) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

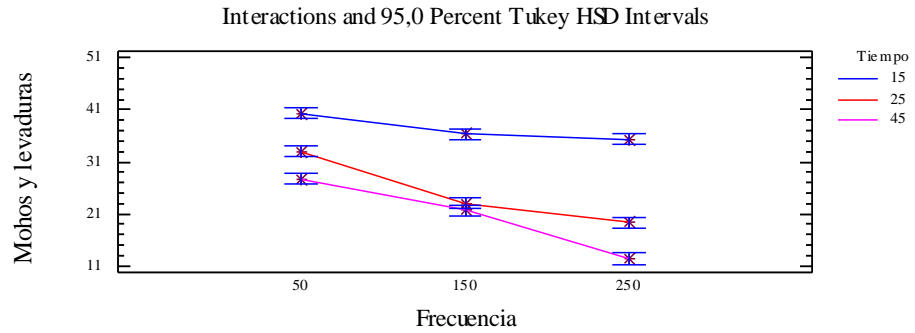


Gráfico # 15. Recuento de coliformes (UFC/ml) del néctar de fresa tratado con pulsos eléctricos de alta intensidad.

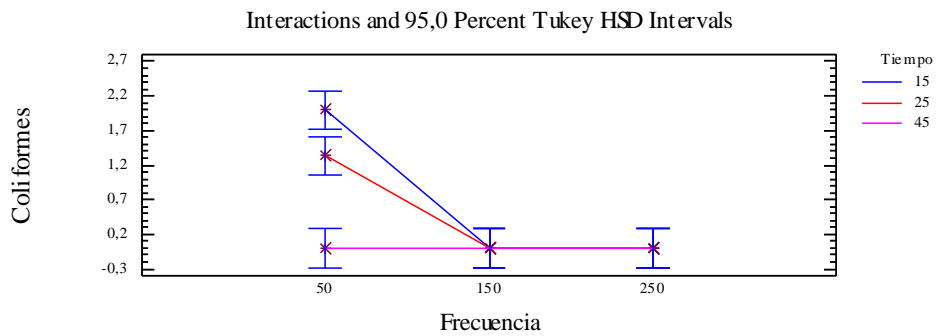


Gráfico # 16. Color del néctar de fresa sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.

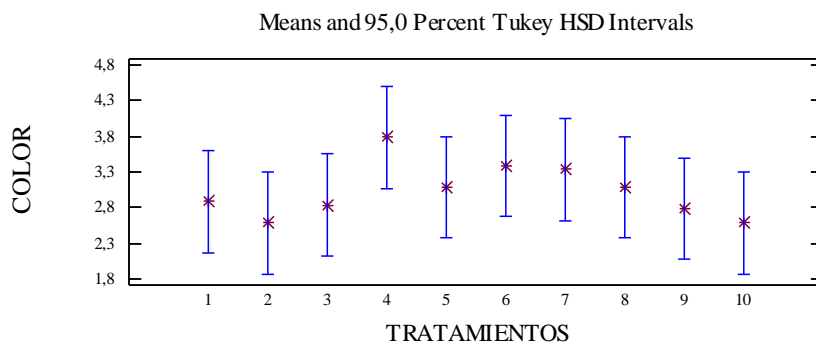


Gráfico # 17. Olor del néctar de fresa sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.

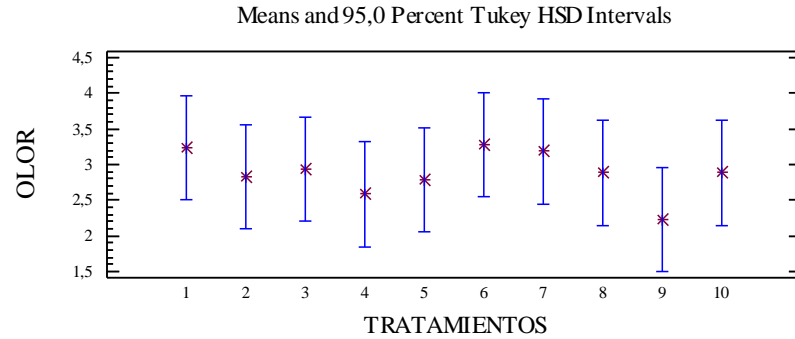


Gráfico # 18. Sabor del néctar de fresa sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.

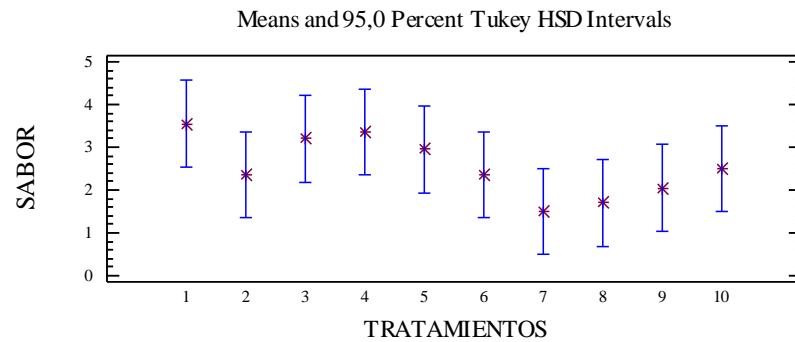
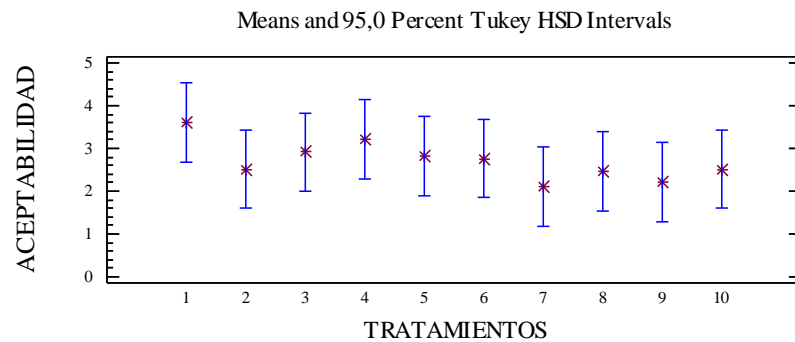


Gráfico # 19. Aceptabilidad del néctar de fresa sin tratamiento y con tratamiento de pulsos eléctricos de alta intensidad.



ANEXO E
FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS



1.-Fresas cosechadas



2.- Lavado de fresas



3.- Equipo de (PEAI)



4.- Sólidos solubles



5.- pH



6.- Acidez



7.- Conductividad E.



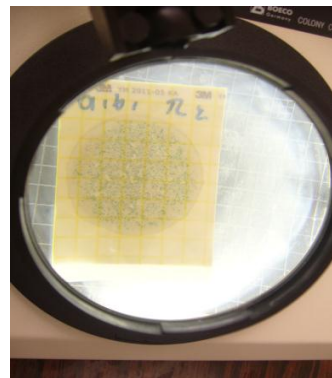
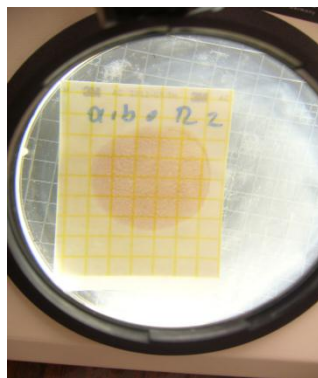
8.- Autoclave



9.- Cámara de flujo lamina



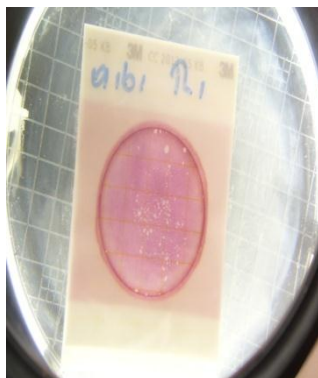
10.- Siembra de bacteria 11.- S. de mohos y L. 12.- S. de Coliformes



13.- Cuenta colonias

14.- Bacterias

15.- Mohos y levaduras



16.- Coliformes

17.- Vitamina C

18.- Vitamina C

Análisis sensorial

