



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Una imagen de dos fresas frescas con hojas verdes, que sirven como fondo para el título del documento.

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE LA
LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE COBERTURAS DE
FRESAS EN LA EMPRESAPROCESADORA
NATURALYST S.A.**

Tutor Académico

Prof. Alberto Mieres Pitre

Tutor Industrial

Ing. Yull Rojas

Autor

Br. Giselth Garrido C.I.: 17.603.227

Valencia, Junio de 2012



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE LA LÍNEA
DE PRODUCCIÓN DE COBERTURAS DE FRESAS EN LA
EMPRESA PROCESADORA NATURALYST S.A.**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo en cumplimiento de los requerimientos exigidos para optar al título de Ingeniero Químico.

Autor
Giselth Garrido

Valencia, Junio de 2012



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **EVALUACIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE COBERTURAS DE FRESAS EN LA EMPRESA PROCESADORA NATURALYST S.A.**, realizado por la Bachiller: Garrido M. Giselth O., C.I.: 17.603.227, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo, y que no nos hacemos responsables de su contenido, pero lo encontramos correcto en su forma y presentación.

Prof. Alberto Mieres Pitre

Tutor

Prof. Carlos Alvarado

Jurado

Prof. (a) Irina León

Jurado

Valencia, Junio de 2012

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi eterno amigo fiel, en quien me apoyo, confío y es el responsable de cuidar mis pasos y decisiones. El encargado de proveerme la salud, fortaleza, paciencia, dedicación, sabiduría y esperanza para culminar mis estudios universitarios. Y el responsable de vivir en una época tan maravillosa.

Especialmente a mis padres, Adelaida, Félix y Oscar, sol que irradia luz y calor por donde paso, por el amor y apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida incluyendo ésta tan importante. Y sobre todo por tener las palabras de aliento precisas en los momentos en los que las necesité. Dios los bendiga y les de mucha vida para poder retribuirles un poco de lo que me han dado. Mi triunfo es el de ustedes. ¡Los amo!

A mis abuelos, María, Oscar, Carmen y Pepe, por sus buenos deseos, por bendecirme y encomendarme a Dios todos los días desde que nací. Porque sin interés alguno mis alegrías son las suyas.

A mis hermanos, Feilyn, Carmen Grisbell, Antonio, Daniel, Oscar, Saulo y Paula, más que hermanos mis amigos, compañeros, gracias por tener una sonrisa y una mirada de orgullo ante mis logros y alegrías.

A mi compañero de lucha, amigo y esposo Johan Noguera por llenar mi vida de dicha, por apoyarme y ayudarme en todo, gracias rey precioso, por permitirme entrar en tu vida e impulsarme y enseñarme que todo tiene solución, que hay que luchar por lo que se desea y alcanzar nuestras metas; por brindarme su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante. Su comprensión y paciente espera para que pudiera terminar el trabajo de grado son evidencias de su gran amor. ¡Gracias!

A mi adorada hija Daniella Valentina, porque ella es la personita más bella e importante de mi vida, por ser la alegría de todos mis días y fuente de inspiración para seguir adelante. ¡Gracias mi muñeca, te amo!

A mis tíos, Yesenia y Joseph, quienes no tienen punto de comparación, por su apoyo incondicional, porque me han enseñado el

valor de la familia, gracias por ser amigos, cómplices y hermanos. ¡Gracias por estar conmigo por su confianza y cariño!

A mis suegros, Sra. Nancy y Sr. Oscar, que me han demostrado ser increíbles y me han brindado apoyo incondicional y ánimo para seguir adelante cada día.

A mis amigas y hermanas *Dayerlin Moreno* y *Mayerling Pacheco* que han dejado huella en mi vida, me han apoyado, entendido y porque han estado a mi lado cuando más lo he necesitado. ¡Las amo!

A mis tutores, Alberto Mieres Pitre por la dedicación, la guía metodológica a través de todo el desarrollo del presente trabajo, el tiempo, la disposición y el aliento. Yull por la entera confianza que desde el inicio depositó en mi, el apoyo incondicional, el valioso tiempo invertido en mis actividades, por los buenos consejos de los cuales hoy día recojo frutos, por regalarme sus conocimientos profesionales que fueron sin duda pieza fundamental del logro de esta meta, gracias.

A Procesadora Naturalyst, S.A. por abrirme las puertas y permitirme desarrollar este trabajo evaluativo en sus instalaciones, así como facilitarme el financiamiento de los materiales necesarios para los análisis microbiológicos que permitieron el desarrollo del proyecto.

A todos mis amigos y personas que no dudaron de mí y que de alguna manera colaboraron con lo que hoy en día es un hecho, una meta alcanzada y el inicio de muchas por venir Dios mediante. Gracias Jessica Victoria, María de los Ángeles Maldonado, María Gabriela López, Eleana Urbina, Khennyl Parra, Nydia Arias y Asdiely Cayama.

Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vallas. Josué 1:9.

RESUMEN

En la naturaleza hongos y bacterias son capaces de degradar alimentos agroindustriales de origen proteico, sin embargo hay un remanente de estos que no es degradado y genera contaminación ambiental. El presente Trabajo Especial de Grado tuvo como objetivo general evaluar el proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas en la empresa Procesadora Naturalyst S.A. Para ello, se aplicaron diferentes herramientas y métodos, tales como: la observación participante y sistemática, la revisión bibliográfica de los manuales creados y utilizados por Procesadora Naturalyst, S.A. y la aplicación de entrevistas informales. Asimismo, se identificaron los riesgos asociados con cada operación del proceso mediante el uso de la tormenta de ideas, se elaboró un diagrama Ishikawa para identificar las variables y los factores que contribuyen al riesgo de contaminación del alimento y, se aplicó un diagrama de Pareto para conocer la ponderación de cada una de las variables resultantes del diagrama Ishikawa. Adicionalmente, se revisaron los procedimientos señalados en las Normas Covenin y AOAC, implementados por la empresa para la realización de los análisis físicoquímicos y microbiológicos respectivamente, durante las etapas del proceso. Por último, se determinó la factibilidad económica de las alternativas de mejoras, mediante el cálculo de un indicador denominado beneficio o ahorro. Así pues, a través de los análisis microbiológicos se determinó que la cobertura de fresas presenta una inconformidad del 16,2%, debido a esto se realizaron dos propuestas, la primera corresponde a reparaciones dirigidas al cumplimiento de las Buenas Prácticas de Fabricación y Manejo de Materiales y la segunda se trata de automatizar la etapa de tapado del producto, utilizando un sellado con foil de aluminio, alternativas que en la evaluación económica obtuvieron un beneficio de de 247.633 Bs/mes (57.589 \$/mes), el cual es positivo, quiere decir que la implementación de las propuesta es factible. A través de la automatización de sellado con foil del producto permitirá disminuir el contacto de los operarios con el producto y reducir el riesgo de contaminación del mismo. Debido a que el proyecto es rentable, se recomienda tomar en consideración las mejoras diseñadas en este estudio, para así optimizar el proceso de manufactura del producto coberturas de fresas en la empresa Procesadora Naturalyst, S.A., garantizando la disminución de la inconformidad en el producto terminado y por ende el aumento de la calidad, aseguramiento de la inocuidad de los productos y en la reducción significativa de los costos de producción.

Palabras claves: Coberturas de fresas, porcentaje de inconformidad, riesgos potenciales, proceso de manufactura, alternativas de mejoras.

ABSTRACT

In nature, fungi and bacteria are capable of degrading agro-food protein source, however there is a remnant of those that is not degraded and generates pollution. This Special Degree aimed to assess the overall manufacturing process of the production line of coverage the company drills Naturalyst SA Processing To do this, we applied different tools and methods such as participant observation and systematic literature review of the manuals created and used by Naturalyst Processing, Inc. and implementation of informal interviews. Also identified risks associated with each operation of the process using brainstorming, Ishikawa diagram was developed to identify the variables and factors that contribute to risk of contamination of food and was applied to a Pareto chart know the weighting of each of the resulting variables Ishikawa diagram. Additionally, we reviewed the procedures outlined in the Standards and AOAC Covenin, implemented by the company for the realization of physico-chemical and microbiological respectively, during the stages of the process. Finally, we determined the economic feasibility of alternative improvements, by calculating an indicator called profit or savings. Thus, through microbiological analysis found that coverage of strawberries has a disagreement of 16.2%, because of this there were two proposals, the first is directed to repair compliance with Good Manufacturing Practices and Management Materials and the second step is to automate the capping of the product, using a sealed aluminum foil, alternatives in the economic evaluation of obtained a profit of 247.633 Bs/month (57.589 \$/month), which is positive, means that the implementation of the proposal is feasible. Through the foil sealed automation will reduce the product of contact of operators with the product and reduce the risk of contamination. Because the project is profitable, it is recommended to consider the improvements designed in this study to optimize the manufacturing process of the product coverage of strawberries Naturalyst Processing Company, Inc., ensuring the reduction of

discomfort in the finished product and thus increasing the quality assurance of safety of the products and the significant reduction of production costs.

Keywords: Coverage of strawberries, percentage of dissatisfaction, potential risks, manufacturing process improvement alternatives.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. Planteamiento del problema	3
1.1. Descripción del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	7
1.2.1. Situación actual.....	7
1.2.2. Situación deseada.....	8
1.3. Objetivos.....	8
1.3.1. Objetivo general.....	8
1.3.2. Objetivos específicos.....	8
1.4. Justificación del problema.....	9
1.5. Limitaciones.....	10
CAPÍTULO II. Marco teórico	11
2.1. Antecedentes de la investigación.....	11
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1. Procesos industriales de las frutas.....	13
2.2.2. Microbiología.....	17
2.2.3. Inocuidad.....	18
2.2.4. Normas legales de Calidad e Inocuidad Análisis.....	19
2.2.5. Seguridad de alimentos y HACCP.....	22
2.2.6. Análisis Microbiológicos.....	23
2.3. Proceso productivo de Procesadora Naturalyst, S.A.....	25
CAPITULO III. Marco y Metodológico	29
3.1. Diseño de la investigación.....	29

3.2. Lugar de la investigación.....	29
3.3. Materiales, reactivos y equipos.....	29
3.4. Desarrollo de la investigación.....	30
3.4.1. Realización de un diagnostico cuantitativo del proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de frutas.....	30
3.4.2. Identificación de los riesgos potenciales de la contaminación del proceso productivo de la línea de producción de coberturas de fresas.....	33
3.4.2.1. Identificación de los riesgos potenciales mediante el uso de la tormenta de ideas.....	33
3.4.2.2. Elaboración de un diagrama Ishikawa.....	34
3.4.2.3. Depuración del diagrama Ishikawa.....	35
3.4.2.4. Elaboración de un diagrama de pareto.....	35
3.4.3. Análisis de los riesgos potenciales de contaminación del proceso productivo sobre la base de análisis físico-químicos y microbiológicos.....	37
3.4.3.1. Revisión de los procedimientos para análisis físico-químicos y microbiológicos según método Covenin y AOAC respectivamente.....	37
3.4.3.2. Planificación del análisis físico-químicos y microbiológicos en las etapas del proceso.....	38
3.4.4. Propuesta de alternativas de mejoras a la línea de producción de coberturas de fresas.....	45
3.4.5. Selección de la mejor alternativa desde el punto vista técnico y económico.....	46
CAPÍTULO IV. Resultados y Discusión.....	52
4.1. Diagnóstico cuantitativo del proceso de manufactura de la	

línea de producción de coberturas de fresas.....	52
4.1.1. Observación del proceso de producción.....	52
4.1.2. Diseño y aplicación de entrevistas informales no estructuradas.....	59
4.1.3. Revisión de informes del departamento de calidad y producción.....	61
4.2. Identificación de los riesgos potenciales de contaminación del proceso productivo de producción de coberturas de fresas.....	62
4.2.1. Identificación de los riesgos de inocuidad.....	62
4.2.2. Elaboración del diagrama Ishikawa.....	63
4.3. Analizar los riesgos potenciales de contaminación sobre la base de análisis físico-químicos y microbiológicos.....	71
4.3.1. Revisión de los procedimientos para análisis físico- químicos.....	71
4.3.2. Análisis físico-químicos.....	71
4.3.3. Revisión de los procedimientos para análisis microbiológicos.....	75
4.3.4. Análisis microbiológicos.....	75
4.4. Propuesta de alternativas de mejoras a la línea de producción de coberturas de fresas	84
4.4.1. Revisión de los resultados de las fases de diagnóstico, identificación de no conformidades y análisis de las etapas del proceso de manufactura.....	84
4.4.1. Diseño de mejoras.....	85
4.5. Selección de la mejor alternativa desde el punto de vista técnico y económico.....	94
4.5.1. Evaluación de los costos de las propuestas.....	95
4.5.2. Determinación de la factibilidad económica.....	98
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES	103

REFERENCIAS	104
APÉNDICES	109
A. Tablas, gráficos e información bibliográfica.....	109
A.1. Características y especificaciones de la empresa Procesadora Naturalyst, S.A.....	110
A.2. Método de ensayo para la determinación de hongos y levaduras.....	113
A.3. Método de ensayo para la determinación de aerobios mesófilos.....	116
A.4. Método de ensayo para la determinación de coliformes totales y E.coli.....	119
A.5. Tabla de conversión simplate.....	122
A.6. Análisis microbiológicos históricos realizados en la empresa Procesadora Naturalyst, S.A.....	123
A.7. Gráficos de los análisis microbiológicos realizados en meses anteriores en la empresa procesadora naturalyst, s.a.....	128
A.8. Gráficos de los análisis microbiológicos.....	128
B. Cálculos típicos.....	130
B.1. Determinar el porcentaje total que representa cada factor que atenta contra la inocuidad del producto.....	132
B.2. Determinar el número unidades formadoras de colonias por gramo.....	132
B.3. Determinar la factibilidad económica.....	134
ANEXOS	140
A. Fotografías.....	140

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág
1.1. Diagrama de las etapas de procesamiento de coberturas de fresas.....	4
2.1. Procesamiento de cobertura de fresa en Procesadora Naturalyst S.A.....	25
2.2. Recepción de materia prima.....	26
3.1. Diagrama de Pareto.....	37
4.1. Diagrama U del análisis microbiológico del mes 1.....	56
4.2. Diagrama causa-efecto de los factores que atentan contra la inocuidad del producto.....	64
4.3. Diagrama causa-efecto depurado de los factores que atentan contra la inocuidad del producto.....	67
4.4. Diagrama de Pareto de los factores que atentan contra la inocuidad del producto.....	70
4.5. Valores experimentales y ajustados del análisis de grados brix en la cobertura de fresas.....	74
4.6. Valores experimentales y ajustados del análisis de %acidez en la cobertura de fresas.....	74
4.7. Valores experimentales y ajustados del análisis de pH en la cobertura de fresas.....	74
4.8. Diagrama U del análisis microbiológico de la cobertura de fresas.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pág
2.1. Propiedades de la fresa.....	15
4.1. Análisis microbiológicos en la línea de cobertura de frutas de Procesadora Naturalyst, S.A.....	55
4.2. Porcentaje de Inconformidad de cobertura de fresas.....	56
4.3. Diagnóstico de la Observación del proceso de producción de coberturas de fresas.....	57
4.4. Diagrama de Pareto de los factores que atentan contra la inocuidad del producto.....	69
4.5. Resultados de los análisis fisicoquímicos y organolépticos de la cobertura de fresas.....	72
4.6. Análisis de regresión lineal simple para los análisis físico-químicos de la cobertura de fresas.....	73
4.7. Resultados microbiológicos de la cobertura de fresas.....	77
4.8. Resultados microbiológicos de la máquina rebañadora URSHELL.....	78
4.9. Resultados microbiológicos del tanque de formulado.....	79
4.10. Resultados microbiológicos de las manos del personal.....	80
4.11. Resumen de resultados de análisis microbiológicos.....	81
4.12. Porcentajes de inconformidad mensual de los análisis microbiológicos.....	83
4.13. Propuestas de mejora para el proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas en la empresa Procesadora Naturalyst S.A.....	86
4.14. Tipos de sellado para recipientes con foil de aluminio.....	90
4.15. Matriz de ponderación de los aspectos más importantes para la selección de la mejor alternativa de sellado de foil con aluminio.....	92

4.16. Matriz de selección de la mejor alternativa para el sellado con foil de aluminio.....	93
4.17. Costos detallados para reparaciones, e implementación de las buenas prácticas de Fabricación y Manejo de Materiales.....	95
4.18. Inversión de cada una de las propuestas de mejora.....	96
4.19. Responsables de ejecutar las acciones de mejora.....	97
4.20. Datos para el cálculo de los ingresos mensuales de la cobertura de fresas.....	98
4.21. Datos para el cálculo de los costos de mensuales de cobertura de fresas.....	99
4.22. Costos para el cálculo del costo inicial de la producción de fresas.....	99
4.23 Resultados de la producción, costos, pérdida de producto no conforme y beneficio.....	100

INTRODUCCIÓN

Para la fabricación de alimentos se requiere de una estricta higiene y sanitización de las unidades de producción utilizadas, así como del área física donde se encuentran, ya que el sucio, polvo y la materia orgánica, pueden ser utilizados como nutrientes o albergues por los microorganismos, además pueden causar fallas y disminuir la producción. La evaluación del sistema de procesamiento de la línea de coberturas de frutas en la empresa Procesadora Naturalyst S.A., intenta manifestar de manera responsable la posibilidad de disminuir los desperdicios por productos no conformes, a la vez de determinar cuales son las causas de la contaminación post-ensado, lo cual le permitirá a la empresa garantizar la calidad y seguridad de los productos para sus clientes (Longrée y Blaker, 1972).

Nickerson (1978), la causa más importante que reduce la calidad de las frutas es la alteración microbiana. Cada año ocurren miles de infecciones transmitidas por los alimentos y una porción considerable tiene un desenlace fatal. El saneamiento de los alimentos significa controlar de manera efectiva los microorganismos en ellos y en todo lo que tiene contacto con los mismos.

Las enfermedades transmitidas por los alimentos se clasifican en infecciones e intoxicaciones alimentarias, las infecciones son aquellas donde las bacterias se encuentran en el alimento en el momento en que éste se ingiere, multiplicándose en el huésped y dando lugar a la enfermedad, mientras que en las intoxicaciones las bacterias proliferan en el alimento, produciendo una sustancia tóxica para el hombre.

La presente investigación tiene como finalidad evaluar el proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas en la empresa Procesadora Naturalyst S.A., la cual está apoyada en un estudio de campo experimental en donde se evidencia que existe inconformidad con respecto al producto terminado, debido a la contaminación post-ensado del mismo.

En ese sentido, se plantea evaluar toda fuente de contaminación del producto en la empresa Procesadora Naturalyst S.A., mediante el diagnóstico cuantitativo del proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas, la identificación de los riesgos potenciales de contaminación del proceso productivo de dicho producto, el estudio de tales riesgos a través de análisis físicoquímicos y microbiológicos, la propuesta de alternativas de mejoras a la línea de producción y la selección desde el punto de vista técnico y económico de la mejor de estas alternativas, con la finalidad de reducir significativamente la contaminación post-ensado de la cobertura de fresas.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A continuación se expone el problema en estudio, la situación actual y deseada así como el objetivo general y los objetivos específicos. De igual forma se presentan las razones que justifican la investigación y sus limitaciones.

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Procesadora Naturalyst S.A., es una sociedad mercantil que nace el 22 de enero de 1995 en el estado Carabobo, Venezuela. Esta importante empresa, comenzó colocando en marcha una moderna planta procesadora de frutas para lanzar al mercado jugos concentrados, pulpa de frutas, mermeladas y todo tipo de derivados de fruta, que hoy día se comercializan a nivel nacional e internacional.

Actualmente, la Procesadora Naturalyst S.A. está diversificando su producción para mantener satisfechos a todos sus clientes, incluyendo productos como frutas confitadas, bocadillos, helados, gelatinas, dulces en almíbar, productos a base de coco y de fresa, pasta de tomate, alimentos congelados y productos de uso industrial para empresas nacionales tales como: Alimentos Polar, Alimentos Heinz, Parmalat, Inlaca-Nestlé, Mc Donald`s, entre otras. Éstos son elaborados por un personal capacitado, especializado y con adecuados procesos productivos.

Según Potter (1973), de las necesidades del hombre, la alimentación es lo más importante para el sustento de la vida. Conforme aumenta la población del mundo, la necesidad de eficiencia de la producción y conservación de los alimentos se hace más aguda. Dicha necesidad crea gran responsabilidad a la industria proveedora de alimentos y ésta a su vez exige mayores desarrollos tecnológicos que permitan mejorar las operaciones, reducir el costo de producción e incrementar la misma.

Igualmente señala que, en la alimentación humana las frutas y hortalizas son fuente esencial de vitaminas y minerales. Por la composición

físicoquímica y la acción enzimática, la mayoría de las hortalizas y frutas poseen una corta vida útil, lo cual dificulta almacenarlas y transportarlas en su estado natural durante largos períodos de tiempo.

Ahora bien, la Procesadora Naturalyst S.A. ha diversificado sus productos y como consecuencia de la expansión del negocio y de su posicionamiento dentro del mercado nacional sobre la base de un servicio con tres aspectos muy importantes; calidad, tiempo de entrega y precio que ha brindado a través de estos años a todos sus clientes tanto nacionales como internacionales, situación que amerita el mejoramiento de los procesos en base a la economía de escala y a los sistemas de gestión.

Una de sus líneas es la de coberturas de fresas, producto compuesto por fresas en rodajas de consistencia semiviscosa. En la figura 1.1 se muestra un diagrama de bloques con las etapas del proceso de fabricación de coberturas de fresas.

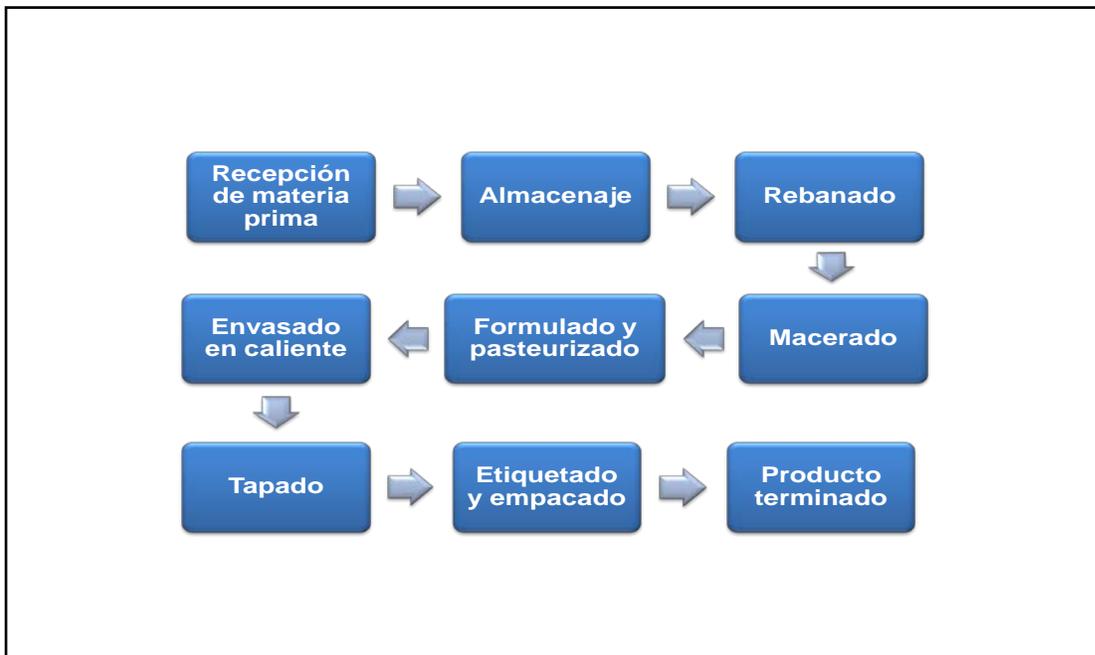


Figura 1.1. Diagrama de las etapas de procesamiento de coberturas de fresas.

Fuente: Procesadora Naturalyst S.A (2011).

Como observamos en la figura 1.1, inicialmente llega a la recepción del almacén la materia prima (la fresa), la cual viene seleccionada por el proveedor para distintos usos, tales como: jarabes, mermeladas, concentrados, fresas congeladas y cobertura de fresa, seguidamente es almacenada en las cavas de los almacenes de Procesadora Naturalyst S.A. Seguidamente, la fresa destinada para la cobertura es llevada al área de producción.

En primer lugar se vierten 104 kg de fresa a la máquina rebanadora Urschell donde es cortada con un espesor aproximado de 1 cm, luego sigue el proceso de deshidratación de la fresa denominado en la empresa como maceración mediante la adición de azúcar, después de esto se debe esperar un tiempo mínimo de 8 h para concluir la etapa del macerado. Posteriormente, se lleva a cabo la preparación del producto en un tanque de mezclado con agitación y chaqueta de vapor denominado marmita en donde se mezclan: 104 kg de fresa macerada, los preservativos, agua, azúcar, sabor fresa, color rojo 40, entre otros; a esta etapa se le denomina formulado del producto.

Seguidamente se realiza el pasteurizado del mismo por medio de calentamiento en la marmita hasta una temperatura aproximada de 90 °C, luego se realiza el envasado en caliente, siendo este uno de los métodos más recomendados para la conservación de alimentos, donde la inactivación microbiana ocurre a través del manejo adecuado de temperaturas y tiempos.

Es importante destacar que, para productos que no tienen un elevado contenido de material orgánico es posible elevar la temperatura a rangos entre 85 y 95 °C. En dichos rangos de temperatura se logra una eliminación de actividad microbiana en valores superiores al 98% para buenas condiciones de operación. Al enfriarse el producto en el envase herméticamente cerrado, se produce condensación, lo cual genera vacío

dentro del envase limitando el metabolismo de crecimiento de los microorganismos aeróbicos.

Por otra parte, el calor latente de condensación elimina otra porción de microorganismos, pudiendo en condiciones ideales llegar a eliminaciones de hasta el 99,5 % en buenas condiciones de operación, tasa casi tan alta como la de un tratamiento de ultra alta temperatura (UHT). Finalmente, se realiza el tapado de los envases colocando la retapa y la tapa plástica de rosca, el etiquetado y empaçado para obtener así el producto terminado.

De acuerdo con Nickerson (1978), la causa más importante que reduce la calidad de las frutas es la alteración microbiana. Cada año ocurren miles de infecciones transmitidas por los alimentos y una porción considerable tiene un desenlace fatal. El saneamiento de los alimentos significa controlar de manera efectiva los microorganismos en ellos y en todo lo que tiene contacto con los mismos.

Las enfermedades transmitidas por los alimentos se clasifican en infecciones e intoxicaciones alimentarias, las infecciones son aquellas donde las bacterias se encuentran en el alimento en el momento en que éste se ingiere, multiplicándose en el huésped y dando lugar a la enfermedad, mientras que en las intoxicaciones las bacterias proliferan en el alimento, produciendo una sustancia tóxica para el hombre.

Por tal motivo, para la fabricación de alimentos se requiere de una estricta higiene y sanitización de las unidades de producción utilizadas, así como del área física donde se encuentran. El sucio, polvo y la materia orgánica entre otros pueden ser utilizados como nutrientes o albergues por los microorganismos, además pueden causar fallas y disminuir la producción (Longrée y Blaker, 1972).

En la empresa Procesadora Naturalust S.A, se desconocen las causas de la contaminación post-ensado del producto terminado, debido a que no se dispone de un estudio sobre las causas de esta alteración. En búsqueda de garantizar el mejoramiento continuo de los procesos, la innovación y la

reducción de costos, se presenta la necesidad de investigar acerca del proceso de la línea de coberturas de fresas y así lograr mejoras que reduzcan la no conformidad existente.

Cabe destacar que, para las empresas garantizar la salubridad de los alimentos durante su elaboración, e inclusive cuando ya es entregado al consumidor, constituye una necesidad por lo que resulta imperiosa la evaluación de los procesos y la aplicación de medidas de control que disminuyan o eliminen los peligros potenciales de contaminación de los productos alimenticios que fabrican.

Particularmente, en la línea de coberturas de fresas de Procesadora Naturalyst S.A., se cuenta con un eficiente programa de limpieza de los equipos y áreas de procesamiento, soportados por rigurosos informes de higiene del Departamento de Calidad los cuales indican que está dentro de especificaciones. Sin embargo, esto no exime de una contaminación post-ensado del producto. Sobre este particular se evaluará el proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas en la empresa Procesadora Naturalyst S.A.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dado el panorama descrito, donde destaca la presencia de no conformidades susceptibles a mejoras, surge la inquietud de llevar a cabo esta investigación, cuya razón gira en torno a evaluar toda fuente de contaminación post-ensado del producto de coberturas de fresa en la empresa Procesadora Naturalyst S.A.

1.2.1. Situación actual

En la actualidad, Procesadora Naturalyst S.A. dispone de un adecuado programa de limpieza y sanitización de tipo manual en la línea de coberturas de fresas, el cual se efectúa después de cada jornada de trabajo. Sin

embargo, existen desviaciones en los estándares de la carga microbiana, cuando esto sucede se obtiene un producto no conforme.

A pesar de que informes de higiene y pasteurización del Departamento de Calidad indican que las etapas del proceso productivo están dentro de especificaciones, es por esto que las desviaciones son producto de una contaminación en el post-ensado. Por ello, la Procesadora Naturalyst S.A., tiene el interés de realizar estudios que mejoren el proceso productivo de la línea de coberturas de fresas y determinen dichas causas que los lleva a esta contaminación post-ensado.

1.2.2. Situación deseada

Disponer de un estudio que posibilite la reducción de las no conformidades del proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas en la empresa Procesadora Naturalyst S.A., lo cual reduciría el tiempo y los costos ocasionados por desperdicio de producto no conforme, además de reducir significativamente la contaminación post-ensado del producto y de fortalecer la filosofía de mejorar continuamente los procesos productivos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas en la empresa Procesadora Naturalyst S.A.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Realizar un diagnóstico cuantitativo del proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas.
2. Identificar los riesgos potenciales de contaminación del proceso productivo en la línea de coberturas de fresas.

3. Analizar los riesgos potenciales de contaminación del proceso productivo, sobre la base de análisis físico-químicos y microbiológicos.
4. Proponer alternativas de mejoras a la línea de producción de coberturas de fresas.
5. Seleccionar la mejor alternativa desde el punto de vista técnico y económico.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La evaluación del sistema de procesamiento de la línea de coberturas de frutas en la empresa Procesadora Naturalyst S.A., intenta manifestar de manera responsable la posibilidad de disminuir los desperdicios por productos no conformes, a la vez de determinar cuales son las causas de la contaminación post-ensado, lo cual le permitirá a la empresa garantizar la calidad y seguridad de los productos para sus clientes.

Desde el punto de vista metodológico, este trabajo representa un aporte como método sistemático en el resto de las líneas de producción de la empresa Procesadora Naturalyst S.A., por la detección oportuna de las causas de la contaminación post-ensado, la reducción en carga microbiana, de costos por productos rechazados y garantizar salubridad alimenticia.

En cuanto a la conveniencia social, este trabajo de investigación constituye una posibilidad de reducir la contaminación microbiana en los alimentos, por cuanto dicho trabajo forma un método preventivo para la identificación y evaluación del origen de esta contaminación, con lo que a su vez logra una mayor seguridad en la industria alimenticia.

A nivel personal, la investigación se presenta como una valiosa oportunidad para el estudiante de adquirir destrezas en el área de alimentos, higiene y sanitización de procesos productivos. Así como también, favorece la asimilación y puesta en práctica de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

En ese mismo sentido, estimula y contribuye a ampliar la capacidad del ingeniero para mejorar procesos, de los cuales se obtengan productos de elevada calidad, que permitan ser competitivos en un mercado tan demandado, como el de alimentos y además constituye el último requisito para optar por el título de Ingeniero Químico.

1.5. LIMITACIONES

La principal limitante de este estudio, es la disponibilidad de materiales y equipos de análisis para la realización de pruebas microbiológicas que indiquen el estado de las etapas del proceso y del producto que se manufactura, ya que las herramientas necesarias para ello son costosas y en su mayoría son importadas.

Otra limitante no menos importante es que la contaminación del producto ocurra durante la etapa de distribución o en los almacenes del cliente.

Otras de las posibles limitaciones que se podrían presentar estarían en las propias instalaciones y equipos de la línea, en función de su adaptabilidad a un posible diseño de sistema de inocuidad basado en las mejoras propuestas a plantear, es decir; que sea necesario reingeniería para que los procesos de la línea se ejecuten de forma inocua.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se establecen aspectos teóricos relacionados con la temática en estudio que sirven de apoyo y base bibliográfica para el desarrollo de la presente investigación.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La exploración de trabajos anteriores que guardan relación con los tópicos a desarrollar en éste estudio, representan los antecedentes que servirán como punto de referencia para aclarar algunos conceptos y dar relevancia a los aspectos a tratar.

Coronell (2008), llevó a cabo un estudio donde profundizó los aspectos importantes para la conservación, las etapas de maduración y análisis fisicoquímicos de la fresa, los cuales sirven de apoyo fundamental para el desarrollo satisfactorio del presente estudio.

Castellanos (2004), realizó un estudio donde indicó que tradicionalmente el control de los alimentos se centraba en la inspección de los productos finales y de los establecimientos de elaboración y distribución de los mismos. Además, señala que en los últimos años observó una sensibilización creciente acerca de la importancia de un enfoque multidisciplinario que abarque toda la cadena agroalimentaria paseándose por todas las etapas productivas del proceso.

La importancia de este trabajo con relación a la investigación que se desarrolló, radica en que ambas toman en consideración el control de los productos , prestando en sus análisis los principales puntos críticos que se deben estudiar durante el procesamiento de alimentos.

Chaló (2004), desarrolló un trabajo de investigación donde las operaciones con productos agrícolas perecederos merecen proyectos de alta calidad, explicó que las exigencias de los consumidores finales y el comportamiento al momento de adquirir un producto hacen que la manipulación y producción de los mismos dentro de una empresa se lleve a cabo a través de parámetros de higiene cada vez más estrictos, lo cual mejora la calidad de los alimentos de origen agrícola.

En concordancia con el presente trabajo investigativo, el trabajo expuesto plantea diversos puntos críticos de control que se presentan en los procesamientos de productos agrícolas y propone soluciones y esquemas de evaluación, por otra parte también sirve de aporte, la insistencia en los procedimientos para la higiene y vestimenta adecuada del personal manipulador del alimento.

Cedeño (2002), presentó una investigación donde mejoró ciertos factores en el almacenaje de ingredientes que aumentarían la calidad del producto terminado. Para ello elaboró un diagrama del manejo de materia prima en cuanto a análisis físico-químicos, sensoriales y microbiológicos que resultan de ayuda en el tema de la presente investigación, pues puede ser aplicado a cualquier etapa del proceso.

Además, las frutas y vegetales son más delicados al momento de almacenarse que otros alimentos, pues ya poseen una elevada carga microbiana característica del proceso de crecimiento y recolección del mismo antes de llegar a la industria, por lo que el almacenamiento y recepción son puntos fundamentales que se deben abordar en este trabajo y dicho antecedente muestra claramente las medidas para evaluar y controlar esta parte del proceso productivo.

Vázquez (2001), publicó un estudio donde alegó que en el sector de las frutas la identificación de riesgos que pueden ser detectados y controlados bajo un sistema de ARICPC, incluyen riesgos químicos, microbiológicos y físicos. En términos generales es inevitable que prácticas pobres de higiene comprometan la seguridad del alimento.

Además, detalló una tabla de análisis de riesgos a considerar en una línea de procesamiento de frutas mostrando las siguientes etapas: ingredientes, factores intrínsecos, procedimientos, cuenta microbiana, facilidad del diseño, diseño y uso del equipo, empaque, desinfección, salud, higiene y educación de los empleados y por último condiciones de almacenamiento y traslado del producto final. Lo cual ofrece una alternativa completa y científica para controlar los peligros relacionados con la contaminación post-ensado del producto en estudio del presente.

Jiménez (1994), destacó que los requisitos de calidad y economía son más exigentes cada día en la industria alimenticia. Esto obedece a contar con una herramienta para verificar la salubridad al momento de procesar alimentos, y así contribuir a que sean más eficientes y eficaces, de manera que conociendo los puntos críticos de su proceso los controle cumpliéndose así con su responsabilidad.

La investigación representa un apoyo para la realización del presente trabajo, ya que posee una guía práctica para identificar las desviaciones en los procesos de elaboración de alimentos que puedan afectar la seguridad del consumo del mismo. De igual manera, cuenta con una tabla resumen de peligros asociados a las etapas del procesamiento de frutas y hortalizas como lo son, la recepción de materia prima, selección, escaldado y almacenamiento del producto terminado.

2.2. BASES TEÓRICAS

Con el objeto de desarrollar el soporte teórico de esta investigación, se consultaron distintas fuentes bibliográficas, las cuales permitieron la aplicación de técnicas de análisis de situaciones, con el firme propósito de lograr tanto el objetivo general como los objetivos específicos.

2.2.1. Procesos industriales de las frutas

La guía para el control de la contaminación industrial, realizada por Santiago (1998), dice que la industria hortofrutícola ha pasado a ser una de las principales actividades agrícolas en Chile. Esta industria ha incrementado su producción en los últimos 15 a 20 años, debido al aumento en la superficie plantada y a la obtención de mejores rendimientos, logrados a través de mejoramientos en las técnicas de producción e introducción de nuevas especies.

En términos generales, la producción hortofrutícola tiene dos destinos: el consumo en fresco y la industrialización. Dependiendo de su uso final, las frutas y hortalizas frescas pueden ser sometidas a diversos procesos industriales, resumidos a continuación:

- ✓ Conservería de frutas y hortalizas.
- ✓ Deshidratación de frutas y hortalizas.
- ✓ Elaboración de jugos clarificados concentrados de frutas.
- ✓ Elaboración de pulpas y mermeladas de frutas y de pastas de hortalizas.
- ✓ Congelación de frutas y hortalizas.
- ✓ Sulfitado y confitado de frutas.
- ✓ Acetificación y/o fermentación de hortalizas.
- ✓ Envasado en caliente.

A estos procesos, se agrega el tratamiento de post-cosecha de especies (frío y fumigación), para permitir su exportación y consumo en fresco en el extranjero. La industria procesadora de frutas y hortalizas genera importantes cantidades de residuos líquidos, con una alta carga de material orgánico. Por otra parte, produce residuos sólidos que pueden utilizarse como alimento animal o fertilizante orgánico. La contaminación atmosférica y la acústica son de menor importancia en esta actividad industrial.

Según la guía de prácticas correctas de higiene en la elaboración y servicio de comidas, el envasado en caliente y al vacío es un sistema de conservación de alimentos crudos, precocinados o cocinados, basado en la eliminación del oxígeno que la mayoría de los microorganismos necesitan para poder crecer y multiplicarse. Gracias al envasado al vacío se consigue que los alimentos se conserven durante más tiempo, siempre y cuando se mantengan a temperaturas de refrigeración o de congelación.

Para prevenir enfermedades como el botulismo (la provocan microorganismos patógenos que pueden crecer en ausencia de oxígeno) el envasado al vacío debe ir seguido inmediatamente de conservación en refrigeración o en congelación. El envasado al vacío no debe utilizarse como recurso para conservar alimentos que se estén empezando a alterar, ya que con este proceso no se van a destruir los microorganismos. Simplemente se va a demorar su crecimiento.

La fresa, según la investigación realizada por Coronell (2008) es una fruta originaria de Europa, su nombre científico es *Fragaria* de la familia de las Rosaceae de género *Fragaria*. A su vez, se pueden clasificar en tres grupos:

- ✓ Reflorecientes o de día largo
- ✓ No reflorecientes o de día corto
- ✓ Remontantes o de día neutro

La floración en los dos primeros casos se induce por un determinado fotoperíodo, mientras que este factor no interviene en el tercero. Por otro lado, las temperaturas influyen también en el proceso de fotoperíodo, pues en realidad la planta debe soportar las temperaturas u horas de frío. Se conocen en el mundo más de 1.000 variedades de fresón, fruto de la gran capacidad de hibridación que presenta la especie. En cuanto a su composición la fresa está compuesta por agua, proteínas, grasas, calcio, fósforo entre otros (Ver tabla 2.1).

Tabla 2.1 Propiedades de la fresa

Elemento o compuesto	Unidad	Total
Agua	%	89,9
Proteínas	%	-
Grasas	%	0,5
Fibra	mg	1,4
Calcio	mg	28
Fósforo	mg	27
Hierro	mg	0,8
Carbohidratos	%	6,9
Cenizas	%	0,5
Vitamina A	%	30
Ácido ascórbico	mg	60
Calorías	Kcal	32

Fuente: Corporación colombiana de investigación agropecuaria. CORPOICA, 2008 tomado de Coronell (2008).

La fresa por ser una fruta perecedera tipo baya cuyo arbusto, presenta periodos relativamente cortos para su consumo. La fresa que no está en buenas condiciones se le distingue por su color, sabor, olor y consistencia firme.

✓ Grados de maduración de la fresa:

La coloración de la fresa se determina dependiendo la época en la que se realiza la recolecta, esta a su vez determina el grado de maduración. Los grados de maduración comienzan desde el grado cero hasta el grado seis. Su estado de maduración se puede confirmar por medio de una herramienta que mide los Sólidos Solubles Totales.

-color 0: el fruto tiene una consistencia de color blanco verdoso, bien desarrollado.

-Color 1: el fruto comienza a tornarse rojo desde su zona apical.

-color 2: aumento de la coloración en casi toda su totalidad.

-color 3: la zona del cáliz presenta diversos tonos de rojo.

-color 4: aumento el color rojo en las zonas cubriendo las zonas blancas.

-color 5: el cáliz presenta una coloración intensa.

-color 6: toda la fruta es cubierta con un rojo intenso y fuerte.

El tiempo de consumo de una fresa depende de su estado de maduración, si la fresa esta en un estado seis, el tiempo de consumo para la fresa es de aproximadamente tres días.

En otros grados de maduración (como el numero 4 por ejemplo), puede durar de 4 a 5 días como máximo, dependiendo si se cuenta con un sistema adecuado de refrigeración que retarde el proceso enzimático de maduración de la fresa.

✓ Grados Brix:

Los grados Brix son una expresión de los Sólidos Solubles Totales. En otros términos, los grados Brix "midan el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Brix tiene 25 gramos de azúcar (sacarosa) por 100 gramos de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 gramos de sacarosa y 75 gramos de agua en los 100 gramos de la

solución. Este se determina por medio de un refractómetro, los grados Brix son una herramienta muy útil para la industria de los alimentos, Coronell, 2008.

2.2.2. Microbiología

En este sentido, Nickerson (1978), expone que los alimentos vegetales frescos, antes de ser industrializados, atraviesan por varias etapas madurativas, que corresponden a otras tantas fases de envejecimiento.

Este fenómeno de la maduración es una respuesta normal que determina muchas alteraciones fisiológicas que afecta la calidad del producto. No obstante, la causa más importante que reduce la calidad de las frutas y hortalizas es la alteración microbiana, que tiene lugar o se inicia incluso antes de la recolección.

La segunda faceta de la microbiología de las frutas y hortalizas tiene lugar durante la manipulación que sigue a la recolección de estos productos. Cualquier tipo de manipulación mecánica o magullamiento que ablande, rompa o que, de cualquier otra forma, destruya las barreras naturales frente a la invasión microbiana, aumenta las posibilidades de alteración microbiana.

El pH de la especie que se trate, constituye otro importante factor a la hora de determinar los tipos de organismos que pueden proliferar y causar pérdidas en las frutas y hortalizas. En la mayor parte de las frutas el pH es bastante bajo, oscilando entre 2 y 3 para los limones y alrededor de 5 para los plátanos. Este hecho reduce las posibilidades de las bacterias como agentes alternativos de las frutas y aumenta las de los hongos.

El ambiente, al que normalmente se encuentran expuestas las frutas y hortalizas, hace que estos productos entren en contacto con gran número de organismos diferentes. Esto es sobre todo así para las frutas y hortalizas que están en estrecho contacto con el terreno. Es posible que

las frutas de los árboles estén expuestas a la acción de las esporas de los mohos transmitidos por el aire.

Ciertas alteraciones microbianas generales aparecen, comúnmente, en la mayor parte de las frutas y hortalizas. La naturaleza de la alteración y el tipo de organismo casual son, por otra parte, características de cada una de las clases de frutas u hortalizas existentes.

2.2.3. Inocuidad

De acuerdo una investigación realizada por González (2002), titulada “Inocuidad de los Alimentos”, cuando un consumidor adquiere un alimento, cree que la inocuidad o seguridad del mismo está siempre presente, ya que las expectativas y actitudes de estos van dirigidas a exigir el derecho a la protección de la seguridad, la salud y la información básica sobre los alimentos que el mercado ofrece.

Dadas las circunstancias, la inocuidad se convierte en una necesidad implícita que el productor debe e intenta satisfacer; puesto que el deterioro de los alimentos ocasiona pérdidas, es costoso y puede influir negativamente en el comercio y la confianza de los consumidores; por ende, se hace vital un control eficaz de la higiene, con el objeto de evitar los daños ocasionados por los alimentos y por el deterioro de los mismos, para la salud y la economía.

Igualmente, para González (2002), la responsabilidad del control de los ingresos microbiológicos recae sobre los individuos que intervienen en todas las fases de la cadena alimentaria, desde la explotación agrícola o ganadera hasta el consumidor final.

Por lo tanto, el análisis debería aplicarse dentro de un contexto estratégico, organizativo y operacional reconocido, con un nivel apropiado de protección, para así detectar oportunamente cualquier peligro biológico, como consecuencia de errores en los procedimientos de manipulación o de procesado. Así pues, la detección de dichos errores, su rápida corrección y su prevención forman parte de las funciones principales de cualquier sistema de aseguramiento de calidad.

2.2.4. Normas legales de Calidad e Inocuidad

✓ Codex Alimentarius: en materia de inocuidad de alimentos existe un organismo referencial llamado Codex Alimentarius que funciona bajo el auspicio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Según una Publicación de Inocuidad de Alimentos y Negociaciones Comerciales sobre Productos Agropecuarios, realizada por Campos (2000), el Codex Alimentarius viene del latín que significa Código Alimentario, se originó en 1962 cuando la OMS y la FAO reconocieron la necesidad de normas internacionales para proteger la salud de los consumidores y que sirvieran de orientación a la industria alimentaria en su continua expansión. Su objetivo es el de servir de guía y fomentar la elaboración y establecimiento de definiciones y requisitos aplicables a los alimentos para propiciar su armonización y facilitar el comercio internacional.

De igual manera, existen unas normas elaboradas por la Comisión del Codex Alimentarius que contienen los requisitos que deben cumplir los alimentos con el fin de garantizar al consumidor un producto sano y genuino, no adulterado y que esté debidamente etiquetado y presentado.

El concepto de Inocuidad de Alimentos, se define como “la garantía de no hacer daño como una responsabilidad compartida, que agregue valor tanto al productor como al consumidor para que sea sostenible en el tiempo” (Campos, 2000). La inocuidad de un producto puede verse afectada por varias fuentes de contaminación, en dos etapas de la producción, como son:

La contaminación del producto primario, que puede darse en diversas formas: Proveniente de fuentes naturales (contaminantes inherentes al ambiente donde se genera el producto primario), generada por agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas, productos veterinarios, entre otros) y por agentes biológicos en el sitio de producción.

La contaminación del producto transformado puede suscitarse en cualquiera de los eslabones de la cadena alimentaria (recepción del

producto primario, industrialización, transporte y comercialización, distribución y consumo).

✓ Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) o Good Manufacturing Practices (GMP), para Bastidas (2008), son un conjunto de herramientas que se implementan en la industria de la alimentación, cuyo objetivo principal gira en torno a la obtención de productos seguros para el consumo humano. Sus ejes principales son las metodologías utilizadas para la manipulación de alimentos y la higiene y seguridad de éstos, liberándolos de las enfermedades transmitidas por alimentos.

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) se constituyen como regulaciones de carácter obligatorio en Venezuela y en gran cantidad de países; buscan evitar la presentación de riesgos de índole física, química y biológica durante el proceso de manufactura de alimentos, que pudieran repercutir en afectaciones a la salud del consumidor, es decir, que buscan la obtención de un producto inocuo, saludable y sano.

La aplicación de BPM debe ser especialmente monitoreada para que permita el alcance de los resultados esperados por el procesador, comercializador y consumidor, con base a las especificaciones plasmadas en las normas que les apliquen, por lo tanto, forman parte de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad destinado a la producción homogénea de alimentos.

Los empresarios se ven beneficiados con la utilización de BPM ya que permite la reducción de las pérdidas de producto por descomposición o alteración producida por contaminantes diversos y, por otra parte, mejora el posicionamiento de sus productos, mediante el reconocimiento de sus atributos positivos para su salud.

El sistema BPM interactúa con otros estándares, como por ejemplo el HACCP (Análisis de Riesgo de los Puntos Críticos de Control) y POES (Procedimientos Estandarizados de Operaciones Sanitarias). Igualmente, el BPM incorpora el MIP (Manejo Integrado de Plagas), que es el estándar por excelencia en el control de plagas para ejecución en las industrias en general.

Según Bastidas (2008), el principal organismo internacional que controla y aplica normas de aseguramiento de calidad alimentaria es la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual recomienda la implementación del BPM, el HACCP y el POES. Además, el comercio internacional en general exige estos estándares de calidad como condición a la exportación y/o importación de alimentos.

El BPM tiene especificaciones para cada sector o producto, sin embargo, existe un patrón común que imparte las bases de las buenas prácticas de manufactura y que es dirigido por la Comisión Codex Alimentarius de la OMS.

Los códigos de BPM contemplan todo el proceso alimentario, desde la siembra o cría hasta el despacho al usuario final. Los requerimientos incluyen control de procesos, aseguramiento y metodologías de higiene, control de productos sanos, entre otros.

La aplicación de un programa de BPM en una industria específica, amerita la auditoría permanente para verificar el cumplimiento del sistema, al igual que otras normas tales como ISO. Al respecto el Codex Alimentarius recomienda diez (10) aspectos de verificación, a saber:

- Infraestructura edificación y operacional
- Materias primas,
- Insumos directos e indirectos
- Métodos y procedimientos
- Equipos, utensilios y herramientas
- Personal (prácticas, capacitación, elementos de protección)
- Producto terminado
- Servicios
- Manejo de residuos
- Control de Plagas
- Logística
- Transporte
- Distribución

2.2.5. Seguridad de los alimentos y HACCP

HACCP fue desarrollado originalmente en 1960 como una investigación proveniente del programa del espacio de los EE.UU. El gobierno quería garantizar que los alimentos que iban ingerir los astronautas no les enfermara mientras estaban en el espacio.

Así pues, en ese interés de garantizar que la comida estuviese completamente libre de bacterias, toxinas, químicos y peligros físicos, se crea HACCP, que se desarrolló poco después como una manera de eliminar estos tipos de peligros para producir la comida más segura posible.

Hoy en día, HACCP es un sistema de seguridad de alimentos que ha sido adaptado a la industria de alimentos por todo el mundo. HACCP ha sido recibido como una necesidad crítica para asegurar la producción segura y sana de la comida, los mismos alimentos que usted y su familia consumen.

HACCP, es una metodología que apunta a conseguir de manera sistemática, la seguridad de los alimentos. HACCP es el acrónimo de *Hazard Analysis and Critical Control Point*, el que se traduce como “*Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos*”.

La implementación de este método implica un enfoque proactivo y no reactivo a la evaluación de la seguridad de los alimentos para asegurar que los alimentos no traigan ningún elemento potencialmente dañino para el consumidor. Se cuentan con una Norma Venezolana que establece los principios generales y las definiciones de varios términos relativos al establecimiento de la metodología comentada HACCP, llamada Norma ISO 2200-2005, que con sistemas de gestión de inocuidad de los alimentos y requisitos para cualquier organización de la cadena alimentaria.

Entonces, es necesaria la aplicación de todas las tecnologías de control de riesgos de contaminación alimentaría, siendo la mayor parte de éstas conocidas desde hace bastante tiempo. Lo que hace el HACCP es sistematizar su implementación y confirmar que estas tecnologías hayan sido realmente aplicadas.

Cabe destacar que, los alimentos pueden verse afectados por tres tipos de contaminación: Bacteriológica, física y química. Así pues, los contaminantes pueden originarse en distintos medios y operaciones, tales como:

- ✓ El agua.
- ✓ Los excrementos (humanos y animales).
- ✓ Los procesos de producción.
- ✓ El transporte.

El plan HACCP se ha desarrollado cuidadosamente usando estos siete principios:

1. Conducir un análisis de peligros
2. Identificar los puntos de control críticos (PCC)
3. Determinar los límites críticos para cada PCC
4. Desarrollar procedimientos de monitoreo
5. Establecer acción correctiva
6. Llevar a cabo procedimientos de verificación
7. Desarrollar un sistema efectivo de registros de archivos

2.2.6. Análisis Microbiológicos

Los criterios microbiológicos para alimentos y/o ingredientes alimentarios, cuentan con una Norma Venezolana que establece los principios generales y las definiciones de varios términos relativos al establecimiento de los comentados criterios microbiológicos, llamada Norma COVENIN 409:1998, donde se destaca:

✓ Criterio microbiológico: se refiere a un requisito microbiológico es decir, a la búsqueda de un microorganismo y/o sus toxinas que pueden estar o no, a al reencuentro de un microorganismo o grupo de microorganismos en un alimento y/o ingrediente alimentario.

El criterio microbiológico contempla además, los métodos de ensayo cualitativos y cuantitativos para la detección o medición del o de los microorganismos, el plan que define el número de muestras del lote a ser analizadas; el número de unidades de muestras defectuosas y los límites

microbiológicos (correctamente expresados) considerados apropiados para dicho alimento o ingrediente alimentario.

El criterio microbiológico forma parte de una norma técnica, ley o reglamento técnico para controlar alimentos y/o ingredientes alimentarios. Incluye los requisitos microbiológicos obligatorios y los requisitos microbiológicos recomendado.

✓ Requisito microbiológico obligatorio: es el microorganismo o grupo de microorganismos que debe ser analizado y el incumplimiento de los límites establecidos para el número de muestras analizadas constituye una violación de la norma, ley o reglamento técnico y estará sujeta a penalización por parte del organismo competente. Generalmente considera microorganismos patógenos de importancia para la salud pública y en algunos casos debe considerar microorganismos no patógenos, pero relevantes como indicadores o como responsables de deterioro en un alimento en particular y de acuerdo con su tecnología.

✓ Requisito microbiológico recomendado: es un microorganismo o grupo de microorganismos que debe ser analizado aunque no rutinariamente, y el incumplimiento de los límites establecidos para el número de muestras analizadas sirve para alertar al responsable del producto sobre la necesidad de identificar y corregir los factores causantes del problema.

✓ Especificación microbiológica: es el criterio o los criterios microbiológicos que constituyen y determinan las condiciones de aceptación de un alimento o ingrediente alimentario por un fabricante de alimentos u organismo privado o público de compras. Es decir, es un acuerdo contractual entre dos partes, vendedor y comprador.

✓ Pauta microbiológica: es un criterio microbiológico utilizado por la industria alimentaria para evaluar la calidad microbiológica de la materia prima y el producto final, la vigilancia de los puntos críticos de control durante el proceso y la aplicación de las buenas prácticas de fabricación (BPF).

Las pautas microbiológicas pueden variar dentro de una misma industria para productos diferentes y entre distintas industrias que elaboren un mismo producto. Sirven además para que el organismo competente evalúe el cumplimiento de las buenas prácticas de fabricación (BPF).

2.3. PROCESO PRODUCTIVO EN PROCESADORA NATURALYST, S.A.

A continuación se mencionan las etapas del proceso general de producción de coberturas de fresas, de acuerdo a información suministrada por Procesadora Naturalyst, S.A.:

El diagrama de flujo del procesamiento de la línea de coberturas de fresas de Procesadora Naturalyst S.A., se puede observar en la figura 2.1.

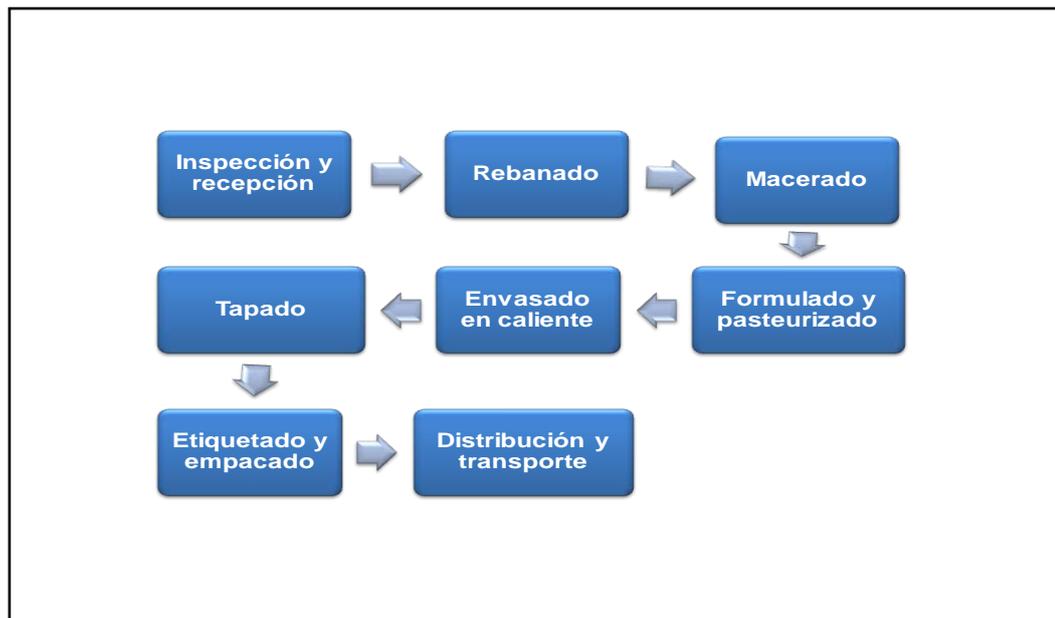


Figura 2.1. Procesamiento de cobertura de fresa en Procesadora Naturalyst S.A.

Fuente: Procesadora Naturalyst S.A. (2011)

Inspección y recepción

La producción se inicia con la recepción de la materia prima, ésta viene almacenada en bolsas plásticas transparentes de polietileno de 13 kg cada una, los mismos se inspeccionan y se cargan en paletas y

son almacenadas en cavas de congelación a temperaturas entre -15 y -20 °C. El proceso es realizado por personal de la planta tanto para la inspección como para la descarga de la materia prima. Estas ya vienen seleccionadas por el proveedor para distintos usos. Ver Figura 2.2.



Figura 2.2. Recepción de materia prima.

Fuente: Procesadora Naturalyst S.A. (2011).

Rebanado

Luego de rociar la fresa congelada con agua potable, para una descongelación hasta un 30% son transportadas a la máquina rebanadora Urschell, donde son vertidas a través de una tolva para ser rebanadas con un espesor aproximado de (10 ± 2) mm, inmediatamente después del corte son depositados en un tambor para continuar el siguiente proceso.

Macerado

En un tambor de 200 kg con doble bolsa de polietileno son vertidas las fresas rebanadas para llevar a cabo el proceso de deshidratación de la fresa denominado en la empresa como maceración mediante la adición de azúcar, después se realiza el sellado de las bolsas de polietileno y se

debe esperar un tiempo mínimo entre 12 horas para concluir la etapa del macerado.

Formulado y pasteurizado

Ese proceso se realiza en un tanque de mezclado con agitación y chaqueta de vapor denominado marmita volcable en donde se mezclan: 104 kg de fresa macerada, estabilizantes, los preservativos, azúcar, sabor fresa, color rojo 40, entre otros; a esta etapa se le denomina formulado del producto, seguidamente se realiza el pasteurizado del mismo por medio de calentamiento en la marmita hasta una temperatura aproximada de 90 °C por 10 minutos, en esa etapa se le realizan análisis fisicoquímicos al producto.

Envasado en caliente

Una vez preparado el producto se lleva a cabo el envasado manual en caliente, siendo este uno de los métodos más recomendados para la conservación de alimentos, donde la inactivación microbiana ocurre a través del manejo adecuado de temperaturas/tiempos. Para productos que no tienen un elevado contenido de material orgánico es posible elevar la temperatura a rangos entre (85-95) °C. En dichos rangos de temperatura se logra una eliminación de actividad microbiana en valores superiores al 98% para buenas condiciones de operación. Al enfriarse el producto en el envase herméticamente cerrado, se produce condensación, lo cual genera vacío dentro del envase limitando el metabolismo de crecimiento de los microorganismos aeróbicos.

Tapado

Seguidamente del envasado en caliente se realiza el tapado de los envases, colocando la retapa y tapa plástica de rosca.

Etiquetado y empaçado

Luego del tapado la cobertura de fresa está lista para ser etiquetada y empaçada, ésta contenida en envases de polietileno y se empačan en cajas de cartón, conteniendo cada caja 4 tarros plásticos de 4,5 kg del producto terminado.

Distribución y Transporte

Durante el despacho el producto es inspeccionado por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad, se debe cerciorar que el medio de transporte debe estar limpio.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

En el desarrollo del presente capítulo se identifican las actividades, las acciones y la metodología necesaria para el cumplimiento de los objetivos establecidos, los cuales constituyen la razón de ser de la investigación.

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El Trabajo Especial de Grado que se propone constituye una investigación de Campo de tipo Explicativa, con propósitos de ser una investigación aplicada.

UPEL (2003) señala que la investigación se considera de campo experimental, ya que se obtendrá información de la realidad, para obtener una combinación de variables que garantizarán las mejores condiciones de las áreas de producción de coberturas de fresas, por lo que este tipo de investigación le permitirá al investigador vincularse directamente con el problema, conociendo la realidad existente, como lo es este caso analizar el sistema de información contable en el lugar de estudio.

3.2. LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó en una empresa procesadora de frutas, ubicada en el estado Carabobo, que utiliza como materia prima frutas naturales para producir una diversidad de productos derivados de frutas.

3.3. MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS

Materiales:

- Bureta
- Fiola
- Goteros
- Piseta
- Soporte universal
- Micropipeta y/o pipeta
- Cilindro graduado
- Placas Simplate

- Tubos de ensayo

Reactivos:

- Hidróxido de Sodio
- Kit Simplate para Hongos y Levaduras
- Kit Simplate para Bacterias aerobias mesófilas
- Kit Simplate para Coliformes totales
- Kit Simplate para E. coli
- Peptona en polvo

Equipos:

- Refractómetro
- pH-metro
- Estufa
- Mechero
- Balanza
- Lámpara de luz ultravioleta

3.4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. REALIZACIÓN DE UN DIAGNOSTICO CUANTITATIVO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE COBERTURAS DE FRUTAS.

Con el objeto de realizar la primera etapa se estudia el proceso general de manufactura de coberturas de fresas; para obtener una clara visión de la dinámica del proceso y así detectar sus necesidades. Tomando como base que la planificación de la producción se realiza fundamentada en la demanda y el stock que se mantiene en planta.

✓ Elaboración de un cronograma de visitas a la línea de acuerdo a los días de producción planificados:

Se lleva a cabo una reunión con el Gerente de Planta a fin de conocer el plan de producción de la línea de coberturas de fresas, de esta

manera se crea un cronograma de tres días a fin de realizar recorridos en todas las áreas del proceso, desde la recepción de las materias primas, pasando por el proceso, hasta el almacenamiento y transporte de producto terminado.

De la misma manera, se planifica la visita al laboratorio de calidad y al de microbiología para observar los análisis de rutina de materias primas y producto terminado.

✓ Observación participante y sistemática de las actividades desarrolladas a lo largo de la jornada laboral, apoyándose en la toma de notas:

Durante cinco días se recorrió el proceso de producción de coberturas de fresas, de manera participante consultando las dudas al personal que opera en cada una de las áreas, tomando nota de todas las características importantes del proceso.

✓ Realización de entrevistas informales no estructuradas:

Se realizaron entrevistas informales al Gerente de Producción (1), Supervisor de producción (1), Operarios (5) y Analista de Calidad (2), para ahondar en el conocimiento del proceso de producción de la Empresa.

A los mismos se le hicieron preguntas relacionadas a: ¿Cuál es la situación actual de Procesadora Naturalyst, S.A. y sus líneas de producción?, ¿Por qué es importante un estudio en la línea?, ¿Cómo es el funcionamiento de los equipos?, ¿Se cumplen con los estándares de calidad mínimos?, ¿Cuáles son los controles de calidad utilizados?, ¿Cuáles son los análisis físico-químicos y microbiológicos que se realizan?, ¿Se conocen y dominan las Buenas Prácticas de Manufactura?, entre otras producto de la dinámica del proceso productivo.

✓ Revisión de los diagramas de flujo existentes en Procesadora Naturalyst, S.A.:

Se realizó comparación de todas las observaciones concertadas durante el recorrido y las entrevistas no estructuradas, con los diagramas de flujo de la línea de coberturas de fresas.

✓ Revisión de informes de departamento de calidad y producción:

Se consideraron los formatos e informes de higiene y sanitación, operación, Buenas Prácticas de Manufactura (BPF), de recepción de materiales y de operación, para conocer si las operaciones realizadas son adecuadas.

Es importante resaltar que en las especificaciones de la materia prima (fresas), varían en función del uso dependiendo del producto. En cuanto a la presentación o embalaje es en bolsas transparentes de polietileno, selladas y congeladas de 13kg de capacidad. Mientras que el transporte debe ser en camiones cava limpios, cerrados y autorizados por la unidad sanitaria.

Por otra parte, el almacenaje debe realizarse a temperatura entre -15 °C y -20 °C ordenadas en estantes, según el destino de producción de las fresas. Además, durante la recepción de la materia prima debe efectuarse la inspección del material, el cual tiene que corresponder a las características reflejadas en la Tabla 1 del apéndice A.1.

En cuanto a las especificaciones técnicas de producto terminado, éstas son establecidas mediante la información emitida por Procesadora Naturalyst, S.A., así la cobertura de fresa es el producto preparado con variedades de fresas frescas, limpias, sanas, que se ajustan a las características físicas, organolépticas y fisicoquímicas de inspección, y que han sido troceadas y han podido ser maceradas.

De acuerdo con las Buenas Prácticas de Fabricación y mantenidos a las temperaturas necesarias para su preservación, el producto terminado debe cumplir con las características físico-químicas, organolépticas y microbiológicas indicadas en la Normativa AOAC y Covenin y descritas en las Tablas 2 y 3 del apéndice A.1.

Las condiciones de almacenamiento deben realizarse en un lugar fresco, donde el producto se empaca en cuatro tarros de plásticos con retapa y tapa, que luego se colocan en cajas de cartón ordenadas en

paletas. Dichos tarros deben ser preferiblemente de 4,5 kg y su vida útil es de 4 meses, a temperatura ambiente.

3.4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE COBERTURAS DE FRESAS.

A lo largo de esta etapa de la investigación se identifican los factores que inciden en la contaminación del producto manufacturado por la empresa Procesadora Naturalyst S.A.

3.4.2.1. Identificación de los riesgos potenciales mediante el uso de la tormenta de ideas:

La tormenta de ideas, según Vieytes (2009) fue la primera entre las técnicas creativas que se aplicaron a la gestión. En una sesión de tormenta de ideas se reúnen varias personas expertas, entre los candidatos sugeridos según el problema planteado son los siguientes: el gerente de producción, dos supervisores de línea, tres operadores, dos analistas de calidad.

Así pues, en la tormenta de ideas el líder o el presidente, expresa el problema a tratarse y todos aportan sugerencias acerca de cómo resolverlo. Al realizar la técnica en Procesadora Naturalyst, S.A. se siguieron las siguientes normas:

- ✓ Todas las ideas fueron apuntadas en un cuaderno de notas para su posterior evaluación.
- ✓ No se permitió la crítica o discusión alguna durante la sesión, todo comentario, crítica y discusión de las ideas expresadas se postergó para después de la sesión.
- ✓ Se fomentó la desinhibición. Entre más estafalaria la idea, mejor.
- ✓ Se buscó la cantidad. Puesto que la técnica establece que la cantidad ayuda a encontrar la calidad. En caso tras caso, las últimas

cincuenta ideas generadas tuvieron una calidad promedio superior a las primeras cincuenta.

✓ Se fomentó la combinación y la mejora de sugerencias anteriores.

Cabe destacar, que la técnica se aplicó en grupos de personas pequeños, entre 8 y 10 personas; ya que en grupos grandes se tiende a perder la participación. Se hicieron 2 sesiones, de aproximadamente 45 y 70 minutos.

3.4.2.2. Elaboración de un diagrama Ishikawa (causa-efecto):

Se utilizó un diagrama de Ishikawa, bajo la concepción de realizar el análisis del problema presentado en la empresa Procesadora Naturalyst, S.A., el mismo tiene diversas causas de distinta importancia, trascendencia y proporción. Algunas causas tienen relación con la presentación u origen del problema y otras, con los efectos que este produce.

El diagrama de Ishikawa ayudó a clasificar las posibles causas en función al problema en estudio y posteriormente a analizarlas. Tuvo la ventaja, que permitió visualizar de una manera muy rápida y clara, la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema.

La mejor manera de identificar los problemas, fue a través de la participación de todos los miembros del equipo de trabajo, este es el momento en que agrega mucho valor la técnica utilizada anteriormente, la tormenta de ideas.

Posteriormente, el diagrama Causa-Efecto logró que todos los participantes fueran enunciando sus sugerencias. Los conceptos que expresaron las personas, se fueron colocando en las distintas ramas del diagrama, el mismo contiene los siguientes elementos:

✓ El problema principal que se desea analizar, se colocó en el extremo derecho del diagrama. Encerrado en un rectángulo para visualizarlo con facilidad.

✓ Las causas principales que a nuestro entender han originado el problema. Gráficamente estuvo constituido por un eje central horizontal que es conocido como línea principal o espina central. Posee varias flechas inclinadas que se extienden hasta el eje central, al cual llegan desde su parte inferior y superior, según el lugar adonde se haya colocado el problema que se estuviera analizando o descomponiendo en sus propias causas o razones.

✓ Estas flechas representan un grupo de causas que inciden en la existencia del problema planteado, las cuales a su vez, es tocada por flechas de menor tamaño que representan las causas secundarias de cada causa o grupo de causas del problema planteado, tal como se ilustra en la figura 4.3. (Véase en la sección 4.2.2).

3.4.2.3. Depuración del diagrama causa-efecto:

En la depuración del diagrama causa-efecto se agrupan las ideas repetidas y se engloban como una sola en la rama de la causa más importante o que más impacta en el efecto estudiado.

3.4.2.4. Elaboración de un diagrama de Pareto:

Según Domenech, J. (2004), el diagrama de Pareto es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar en un determinado problema. También se conoce como “**Diagrama ABC**” o “**Diagrama 20-80**”.

Su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, producen la mayoría de los efectos, el 80%. Se trataría pues de identificar ese pequeño porcentaje de causas “vitales” para actuar prioritariamente sobre dicho efecto.

Los pasos para realizar un diagrama de Pareto son:

1. Determinar el problema o efecto a estudiar.
2. Investigar los factores o causas que provocan ese problema y como recoger los datos referentes a ellos.

3. Anotar la magnitud (por ejemplo: euros, número de defectos, etc.) de cada factor. En el caso de factores cuya magnitud es muy pequeña comparada con la de los otros factores incluirlos dentro de la categoría “Otros”.

4. Ordenar los factores de mayor a menor en función de la magnitud de cada uno de ellos.

5. Calcular la magnitud total del conjunto de factores.

6. Calcular el porcentaje total que representa cada factor, así como el porcentaje acumulado.

✓ El primero de ellos se calcula como:

$$\% = \left(\frac{\text{magnitud del factor}}{\text{magnitud total de los factores}} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

✓ El porcentaje acumulado para cada uno de los factores se obtiene sumando los porcentajes de los factores anteriores de la lista, más el porcentaje del propio factor del que se trate.

7. Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal. Situar en el eje vertical **izquierdo** la magnitud de cada factor. La escala del eje está comprendida entre cero y la magnitud total de los factores. En el **derecho** se representan el porcentaje acumulado de los factores, por tanto la escala es de cero a 100. El punto que representa 100 en el eje derecho está alineado con el que muestra la magnitud total de los factores detectados en el eje izquierdo. Por último, el eje horizontal muestra los factores empezando por el de mayor importancia.

8. Se trazan las barras correspondientes a cada factor. La altura de cada barra representa su magnitud por medio del eje vertical izquierdo.

9. Se representa el gráfico lineal del porcentaje acumulado calculado anteriormente. Este gráfico se rige por el eje vertical derecho.

10. Escribir junto al diagrama la información necesaria, sea sobre el diagrama o sobre los datos.

El diagrama de Pareto se ilustra en la figura 3.1.

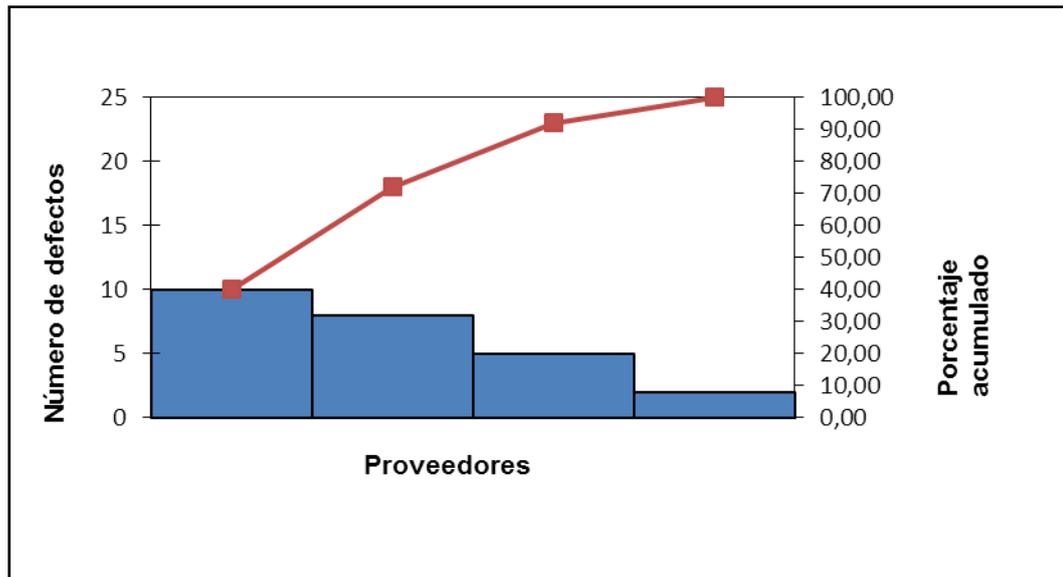


Figura 3.1. Diagrama de Pareto.

Fuente: Domenech, J. (2004)

3.4.3. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO SOBRE LA BASE DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.

En esta etapa se utiliza el método AOAC 2002 para completar el análisis microbiológico al proceso de manufactura.

3.4.3.1. Revisión de los procedimientos para análisis fisicoquímicos y microbiológicos según método Covenin y AOAC respectivamente

En esta revisión se indagó sobre el procedimiento de recepción de la materia prima a planta, el área y las personas responsables de monitorear la misma, así como las muestras que se toman y que pruebas son realizadas a la fruta. Además de cerciorarse de cuál es el procedimiento utilizado cuando un material es evaluado y no cumple con uno o más de los requisitos indicados para cada variedad.

3.4.3.2. Planificación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en las etapas del proceso

Selección de los instrumentos de recolección de datos, toma de muestras de la fruta y los equipos a analizar, aplicación de la metodología y análisis de los resultados.

En este orden de ideas, y a los fines de garantizar una mayor calidad del producto terminado, en la empresa Procesadora Naturalyst, S.A., se realizaron análisis en dos fases: primero los análisis fisicoquímicos al producto antes de ser envasado y luego los análisis microbiológicos al producto terminado, de la siguiente manera:

✓ Análisis fisicoquímicos a la cobertura de fresas en la etapa del formulado del producto antes de ser envasado, que debido a la investigación y por interés de la empresa se aplicaron y observaron durante 3 meses, empleándose la metodología usada en Procesadora Naturalyst, S.A. para los análisis y para el muestreo, la misma consistió en tomar una muestra de 250mL de producto directamente del equipo denominado marmita ó tanque de formulado.

Ahora bien, los análisis realizados en la etapa de formulado del producto antes de continuar con el envasado son: grados Brix (°Brix), porcentaje de acidez (% Acidez) y pH. Luego, al producto terminado se le realizaron los análisis mencionados anteriormente y los análisis organolépticos.

A continuación, se muestra la metodología a seguir para la realización de cada uno de estos análisis.

Grados Brix

Para calcular los grados Brix se empleó el método señalado en la Norma Covenin 924-83 para la determinación de sólidos solubles por refractometría de frutas y productos derivados, así:

Primeramente el producto se agita perfectamente para asegurar una muestra uniforme, luego se filtra a través de algodón absorbente o papel de filtración rápida y se prepara una solución pesando 75 g de la muestra perfectamente mezclada y se transfiere a un matraz aforado de 500 mL., luego se añade agua destilada y se calienta en baño de maría si se

considera necesario, se controla la temperatura (70 °C) para que la inversión de la sacarosa sea mínima, próximamente se enfría a 20 °C, se diluye hasta el aforo con agua destilada, se agita y se transfiere exactamente 100 mL de la solución a un vaso de precipitado de 100 mL, previamente tarado y se pesa. La diferencia de peso con la tara del vaso, corresponde al peso de los 100 mL de solución, luego se filtra, a través de algodón absorbente o papel de filtrado rápido y finalmente con una varilla de vidrio se coloca una pequeña cantidad de la muestra directamente en el brixometro digital y los grados Brix se obtienen directamente de la lectura del aparato.

Porcentaje de Acidez

Para obtener el porcentaje de acidez se empleó el método descrito en la Norma Covenin 1151-77 para la determinación de la acidez de frutas y productos derivados, específicamente acidez iónica, se realiza de la siguiente manera:

El producto se mezcla por agitación para asegurar una muestra uniforme, la cual se filtra a través de algodón absorbente o papel de filtración rápida, posteriormente el potenciómetro se calibra usando una solución buffer de pH conocido, lo más aproximado al pH de la solución problema, es decir aproximadamente 6 unidades de pH, luego se introducen los electrodos en la porción de la muestra, ajustando por medio del sistema de corrección del potenciómetro la temperatura a la cual se llevará a cabo la determinación, la lectura se efectúa directamente en la escala del potenciómetro con una apreciación de 0,1 unidades de pH.

pH

Para calcular el pH se empleó el método establecido en la Norma Covenin 1315-79 para la determinación de pH de alimentos, cuyos pasos son semejantes a la determinación de la acidez iónica descritos anteriormente.

✓ Análisis microbiológicos al producto terminado, que se aplicaron y observaron durante 3 meses en las 20 jornadas mensuales, empleándose la metodología usada en Procesadora Naturalyst, S.A. para los análisis y para el muestreo; la misma consistió en tomar una tarro de 4,5 kg ya empacada, esto para asegurar que el producto en su etapa final esté de acuerdo a las especificaciones requeridas.

El tamaño de la muestra se estableció de acuerdo a los criterios de Procesadora Naturalyst, S.A., y considerando las limitaciones que tiene el proyecto en cuanto a disponibilidad de materiales y equipos de análisis para la realización de pruebas microbiológicas, ya que los materiales necesarios para ello son costosos y en su mayoría son importados.

Cabe destacar, que los análisis microbiológicos realizados en el caso estudio, para evaluar el alimento con respecto a la contaminación con microorganismos, son: Aerobios mesófilos, Coliformes totales. E.coli, Hongos y Levaduras.

Hongos y Levaduras:

Para la determinación de Hongos y Levaduras se empleo el método Hongos y Levaduras por Simplate AOAC 2002.11 (Ver Apéndice A.2), el mismo emplea un indicador de color (HyL- Cl) que es usado para la detección y cuantificación de hongos en alimentos y muestras de medio ambiente. La Mezcla del medio y la muestra es transferida a la placa Simplate e incubada por 72 horas a temperatura de 25°C. El medio presenta fluorescencia azul al tener una luz ultravioleta con la presencia de Hongos y/o levaduras. La cuenta de Hongos y/o levaduras es determinada al cuantificar el número de pocillos que presentan fluorescencia azul al tener una lámpara con luz ultravioleta (con longitud de onda de 366nm) y usando como referencia la tabla de conversión Simplate, ilustrada en el apéndice A.5.

Aerobios mesófilos:

La determinación a bacterias Aerobias mesófilas, está basada en el método de determinación Bacterias totales AOAC 2002.07 (Ver Apéndice A.3), que es usado para la detección y cuantificación de bacterias aeróbicas totales. La mezcla del medio y la muestra es transferida a la Placa Simplate e incubada por 24 horas. El medio cambia de color con la presencia de microorganismos aeróbicos.

Coliformes totales y E. coli:

El método utilizado para determinar Coliformes totales y E.coli se realizó siguiendo la metodología AOAC 2005.03 y 2005.04 (Ver Apéndice A.4), está basado en la tecnología patentada de sustrato definido Defined Substract Technolgy (DST) que detecta los Coliformes totales y E. coli por la presencia de las enzimas β -galaptosidasa y β -glucoronasidasa respectivamente.

La mezcla del medio y la muestra es transferida a la placa Simplate e incubada por 24 horas. El recuento de Coliformes totales y E.coli es determinado al cuantificar el número de pocillos que cambian de color y usando como referencia la tabla de conversión del Simplate.

Para la elaboración de este método se contó con los siguientes materiales y/o herramientas:

- pH metro
- Autoclave
- Estufa
- Frascos de dilución
- Micropipeta y/o pipeta
- Cilindro graduado
- Placas Simplate
- Tubos de ensayo
- Mechero
- Balanza
- Lámpara de luz ultravioleta
- Agua destilada

- Peptona en polvo
- Medio de cultivo para Hongos y Levaduras (HyL-CI)

La metodología empleada es común para la determinación de los microorganismos a estudiar, cuyas transferencias se deben hacer flameando en el mechero la punta de la pipeta (para el caso de las pipetas de vidrio), las puntas de las micropipetas no se flamean porque son puntas plásticas estériles y simplemente se hace la toma de muestra dentro del área estéril, que vendría siendo el área cercana al mechero pero sin tocar la llama.

Preparación del Agua Peptonada 0,1%:

Inicialmente se identifica el frasco como muestra madre, fecha y cantidad, luego se procede a pesar en la balanza 1 g de Peptona en polvo, seguidamente se diluye 1 g de Peptona en polvo en 1000 mL de agua destilada, en una fiola o erlenmeyer previamente esterilizado, luego se agita hasta disolver completamente y tapar el frasco sin apretar. El agua peptonada diluida se distribuye en varios frascos de vidrio, se añade 100mL de agua peptonada por cada frasco, una vez distribuido se esteriliza el frasco con el agua peptonada en el autoclave 15 min a 121°C y 15 Lbf.

Preparación del medio de cultivo:

Tomar el medio de cultivo del Kit correspondiente según sea el caso (Mohos y Levaduras HyL-CI); luego diluir cada medio en 100 mL de agua peptonada en un frasco previamente esterilizado y finalmente tapar el frasco sin apretar.

Preparación de la muestra madre:

Transferir con un cilindro graduado 90 mL del agua peptonada al 0,1% a un frasco, luego se Tapa sin apretar, seguidamente se esteriliza introduciendo el frasco en el autoclave por 15 min a 121°C y 15 Lbf, se

retira del autoclave y dejar enfriar, posteriormente se Tritura en el mortero una porción de cobertura de fresa, se pesa en la balanza 10 g de fresa, se diluye y se homogeniza en el frasco esterilizado con 90 mL de agua peptonada al 0,1%. Por último se procede a medir el pH de la solución en el pH metro. El pH debe estar en un rango de 6 a 6,5 para poder utilizar el método Simplate. En caso de tener un material ácido se debe neutralizar con Hidróxido de Sodio.

La preparación de la muestra madre es para el análisis del producto final, es decir para la cobertura de fresa. El método de cultivo y lectura de resultados es el mismo para la determinación de todos los microorganismos estudiados.

Lectura e interpretación de los resultados:

El recuento total de Hongos y Levaduras es determinado al cuantificar el número de pocillos que presentan fluorescencia azul al tener una lámpara con luz ultravioleta y usando como referencia la tabla de conversión del Simplate (ver apéndice B.3).

Cumplido el tiempo de incubación, se retira la placa del equipo y se observa la fluorescencia azul del líquido en los pocillos, luego se cuenta el número de pocillos que tengan un cambio de color. Para la lectura Hongos y Levaduras se debe introducir la placa en la lámpara de luz ultravioleta y contar sólo el número de pocillos que presenten fluorescencia azul, luego se procede a determinar la concentración del plato determinando en primer lugar el número total de microorganismos por plato, esto se hace ubicando en la tabla Simplate (ver apéndice A.5) el número de pocillos positivos observados. Multiplicar por el factor de dilución, si fue 10^{-1} se debe multiplicar por 10 y así sucesivamente. El valor obtenido representa el número de unidades formadoras de colonias (ufc), el cual se compara con la especificación establecida en la tabla 3.3 para conocer si está conforme o no.

Hisopado microbiológico:

Inicialmente se preparan tantos tubos de ensayo como superficies se van analizar, en el caso estudio 7 superficies, luego se Transfiere a los tubos de ensayo previamente esterilizados 16 mL de agua peptonada al 0,1%, se procede a esterilizar introduciendo los tubos de ensayo en el autoclave por 15 min a 121°C y 15 Lbf, se retira del autoclave y dejar enfriar y se realiza el hisopado arrastrando el hisopo en forma de “s” sobre la superficie analizar e introducir en el tubo de ensayo preparado y cerrar con un tapón.

Procedimiento de siembra:

Se identifican las placas con la siguiente información: equipo o material a analizar, lote, fecha y diluciones seriales si es necesario (Para el caso de lecturas mayores a 10^{-1}), luego se Retira la tapa de la placa Simplate y transferir 1mL de la muestra madre a la placa o hisopado microbiológico según sea el caso, luego se deben tapar nuevamente, se retira la tapa de la placa Simplate y se transfieren 9 mL del medio de cultivo correspondiente en el centro de la placa, cerrar la placa y se agita suavemente en forma de círculos sobre una superficie plana, con el fin de distribuir la mezcla del medio y la muestra en todos los pocillos de la placa. Asegurarse que no existan burbujas. Luego se vacía el exceso de líquido presionando suavemente la tapa contra el plato, inclinando la placa a 90° en cualquier parte de la cavidad de la esponja, se observa el color base de los pocillos, es diferente de acuerdo al medio utilizado (Aerobios mesófilos = azul, Hongos y Levaduras = amarillo claro, Coliformes totales y E.coli = amarillo intenso); luego se incuban en la estufa a la temperatura y por el tiempo correspondiente según cada método (Aerobios mesófilos = 36°C por 24 horas, Hongos y Levaduras = Temperatura ambiente por 72 horas, Coliformes totales y E.coli = 36°C por 24 horas).

Para el cálculo del número de unidades formadoras de colonias, en primer lugar se observa el número de pocillos que cambiaron de color posterior al tiempo y la temperatura de incubación, este número se debe

ubicar en la tabla de conversión Simplate (ver apéndice A.5) y posteriormente multiplicar por el factor de dilución correspondiente, por ejemplo para una dilución 10^{-1} , tal como muestra la ecuación 3.2 (AOAC, 2002):

$$N^{\circ} \text{ ufc} = N^{\circ} \text{ simplate} \times \frac{1}{F_d} \quad (3.2)$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ ufc}$ = Número de unidades formadoras de colonias (ufc/g)

$N^{\circ} \text{ simplate}$ = Número correspondiente a la cantidad de pocillos positivos

F_d = Factor de dilución

3.4.4. PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE MEJORAS A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE COBERTURAS DE FRESAS.

A continuación, en esta etapa se diseñarán las alternativas de mejoras que podrían realizarse al proceso productivo, de acuerdo a los resultados obtenidos en las etapas anteriores y las necesidades emanadas del diagnóstico de la situación actual de la empresa Procesadora Naturalyst, S.A.

✓ Revisión de los resultados de las etapas de diagnóstico, identificación de los riesgos potenciales de contaminación del proceso productivo y el estudio a través de los análisis físico-químicos y microbiológicos. También, mediante entrevistas informales, la profunda y analítica exploración del Diagrama Causa – Efecto y del diagrama de Pareto, se cuenta con información suficiente para proceder a diferenciar e identificar las áreas que presenten mayor susceptibilidad a requerir mejoras, tomando en consideración que la calidad e inocuidad del producto terminado, los cuales son factores determinantes cuando de alimentos se trata. Debido a esto, la revisión bibliográfica resulta ser una herramienta de diagnóstico minuciosa, objetiva y profunda.

✓ Diseño de alternativas de mejoras dirigidas a los Departamentos de Mantenimiento, Producción y Aseguramiento de la Calidad, con el fin de

tomar acciones correctivas que promuevan una mayor efectividad y eficiencia al proceso de manufactura de cobertura de fresas.

Esta actividad constituye un pilar fundamental para la investigación, ya que el hecho de lograr que el diseño de mejoras sea funcional y efectivo, pero sobre todo que sea accesible a la empresa Procesadora Naturalyst, S.A., con el uso de los recursos existentes y la menor cantidad de inversión posible, constituye un verdadero reto al investigador.

Para ello, se utilizó como estrategia la aplicación de una Matriz de Selección de Alternativas, con el propósito de encontrar soluciones para cada una de las inconformidades encontradas durante la fase de diagnóstico de la problemática.

3.4.5. SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO Y ECONÓMICO.

Para desarrollar esta etapa se determina la factibilidad económica de las mejoras al proceso de manufactura con la idea de conocer los beneficios y costos del diseño realizado.

Se realizaron reuniones con el departamento de mantenimiento para evaluar los costos de las propuestas. Desde el punto de vista técnico, se analizó si las propuestas pueden ser llevadas a cabo por personal especializado de la empresa o a través de subcontratación, y a nivel económico, se realizaron los cálculos de los costos de las propuestas y se determina la factibilidad de realizar las mejoras propuestas, utilizando el Valor Actual (VA) y el Equivalente Anual.

Luego de identificar las mejoras propuestas se procede a cotizar cada una de ellas, esto en coordinación con el Jefe del Departamento de mantenimiento, que es el encargado de las inversiones y modificaciones de Procesadora Naturalyst, S.A.

Una vez obtenidas las cotizaciones de las mejoras, se procede a clasificar las mismas y así se presentan dos propuestas, con un valor totalizado proveniente de la sumatoria de los costos de cada una

mediante la ecuación 3.3 (GIUGNI y otros, 2007) que se muestra a continuación:

$$I_i = \sum Prop_i \quad (3.3)$$

Donde:

I_i = Inversión propuesta (Bs)

$Prop_i$ = Monto de cada una de las propuestas (Bs)

Para la determinación de la factibilidad económica a través de herramientas de estudios económicos, fue necesario inicialmente calcular preliminares para la obtención de la producción de Procesadora Naturalyst, S.A., se muestra a continuación la ecuación 3.4 (GIUGNI y otros, 2007):

$$Producción_f = Pr_f \times P_f \times R_f \quad (3.4)$$

Donde:

$Producción_f$ = Kilos mensuales de producto terminado (KgPT)

Pr_f = Producción de bolsas de fresa por jornada de trabajo (bolsas)

P_f = Peso de cada bolsa de fresa (kgMP/bolsas)

R_f = Rendimiento de la fresa en el proceso (KgPT/KgMP)

Para ello resultan imperantes los cálculos de costos iniciales del producto terminado de la producción de la línea, a través de la ecuación 3.5 (GIUGNI y otros, 2007):

$$CoPT_f = Pr_f \times P_f \times Pmp_f \quad (3.5)$$

Donde:

$CoPT_f$ = Costo inicial de producto terminado (Bs)

Pmp_f = Precio de la materia prima (Bs/KgMP)

Posteriormente, se calculó el número de jarras necesarias en la producción mensual de fresa se usa la siguiente ecuación 3.6 (GIUGNI y otros, 2007):

$$Nb_f = \frac{\text{Producción}_f}{Cpe} \quad (3.6)$$

Donde:

Nb_f = Número de jarras (jarras)

Cpe = Cantidad de producto a empacar (kgPT/jarra)

De igual manera se calculan los costos del material de empaque, introduciendo los valores correspondientes en la ecuación 3.7 (GIUGNI y otros, 2007):

$$Ce_f = Nb_f \times Pb_f \quad (3.7)$$

Donde:

Ce_f = Costos de material de empaque del producto (Bs)

Pb_f = Precio de las jarras de 4,5kg para la cobertura (Bs/jarra)

Luego, se calculan los costos de mano de obra con la ecuación 3.8 (GIUGNI y otros, 2007):

$$Mo_f = Mo_{D-I} \times Pr_f \times P_f \quad (3.8)$$

Donde:

Mo_f = Costos de mano de obra de la producción del producto (Bs/kgPT)

Mo_{D-I} = Valor de la mano de obra por kg producido (Bs/kgPT)

Además, se debe calcular la carga fabril como se muestra a continuación usando la ecuación 3.9 (GIUGNI y otros, 2007):

$$CF_v = CF_v \times H_v \quad (3.9)$$

Donde:

CF_v =Carga fabril asociada a la producción de la cobertura de fresa (Bs/kgPT)

CF_h =Carga fabril en horas(Bs/kgPT*h)

H_j =Horas de trabajo por jornada (h)

Finalmente, se calcula a través de la ecuación 3.10 (GIUGNI y otros, 2007) el costo de producción:

$$\text{Costos}_f = \frac{\text{CoPT}_f + \text{Ce}_f + \text{Mo}_f + \text{CF}_f}{\text{Producción}_f} \quad (3.10)$$

Donde:

Costos_f =Costos de producción del producto (Bs/kgPT)

Para la estimación del proyecto a través de los años fue necesario establecer un aumento del monto actual para cada año. De esta manera, el precio de venta del producto se le considera un aumento del 25% anual correspondiente a datos que fueron suministrados por el departamento de costos de Procesadora Naturalyst, S.A., para la materia prima se consideró un 40% de los ingresos, para la mano de obra directa e indirecta un 20% de los ingresos, para la carga fabril un 25% de los ingresos y para los gastos de material de empaque un 50% de los ingresos. Todos estos valores basados en el histórico de la economía del país los últimos 5 años, según los Departamentos de Ventas y Administración de la Procesadora.

Ahora bien, la utilidad bruta de la línea se calcula a través de la ecuación 3.11 (GIUGNI y otros, 2007) como la diferencia entre los costos de producción y el precio de venta del producto.

$$\text{Ubruta}_f = \text{Costos}_f - \text{Pv}_f \quad (3.11)$$

Donde:

U_{bruta_f} = Utilidad bruta (Bs/kgPT)

P_{v_f} = Precio de venta del producto (Bs/kgPT)

Una vez calculada la Utilidad bruta de la línea, se requiere conocer la pérdida por producto no conforme, de acuerdo al porcentaje de inconformidad de los resultados obtenidos a través de los análisis microbiológicos para la cobertura de fresa, y se calcula como se muestra a continuación en la ecuación 3.12 (GIUGNI y otros, 2007):

$$\text{Pérdida PNC} = \text{Producción}_f * \text{PorcNC} * U_{bruta_f} \quad (3.12)$$

Donde:

Pérdida PNC = Pérdida por producto no conforme (Bs)

PorcNC = Porcentaje de no conformidad (%)

Luego, se debe calcular el costo asociado a la producción del material que está clasificado como no conforme, a través de la ecuación 3.13 (GIUGNI y otros, 2007):

$$\text{Costo PNC} = \text{Producción}_f * \text{PorcNC} * \text{Costos}_f \quad (3.13)$$

Donde:

Costo PNC = Costo asociado al producto no conforme (Bs)

De esta manera, al sumar la pérdida por producto no conforme con el costo de producir la cantidad de inconformidad encontrada y multiplicarlo por las jornadas trabajadas en el mes, se obtiene el beneficio o el ahorro tal y como muestra la ecuación 3.14 (GIUGNI y otros, 2007):

$$B_f = (\text{Pérdida PNC} + \text{Costo PNC}) * J_f \quad (3.14)$$

Donde:

B_f =Beneficio obtenido al disminuir la inconformidad (Bs/mes)

J_f =número de Jornadas al mes (1/mes)

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, cumpliendo con la metodología descrita anteriormente, con la cual se pretendió alcanzar cada uno de los objetivos propuestos a fin de encontrar la posible solución a la problemática planteada.

4.1. DIAGNÓSTICO CUANTITATIVO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE COBERTURAS DE FRUTAS.

A continuación, se muestra la información y datos recolectados durante la etapa de diagnóstico del proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas de la empresa las siguientes sub-etapas: Procesadora Naturalyst, S.A., la cual se dividió en: observación directa del proceso de producción de coberturas de fresas, diseño y aplicación de entrevistas no estructurales, Revisión de informes de los departamentos de calidad y producción. A continuación, la descripción detallada de cada sub-etapa del diagnóstico.

4.1.1. Observación del proceso de producción de coberturas de fresas

La observación directa se llevó a cabo mediante un recorrido por las líneas de producción de la empresa Procesadora Naturalyst, S.A., donde se identificaron las etapas del proceso de fabricación de coberturas de fresas, el cual de manera general, inicia con la inspección y recepción de la materia prima, siendo la principal las fresas. Luego, se procede al rebanado de fresas; seguidamente el macerado, formulado y pasteurizado. Posteriormente, se realiza el envasado en caliente, tapado, etiquetado y empacado, hasta llegar a la distribución y transporte.

Ahora bien, durante la observación directa se verificó que en la etapa de recepción de materia prima el material es recibido en bolsas plásticas transparentes. Además, se visualizó que tanto en el vertido como en la descarga de material en la máquina cortadora URSCHELL, éste cae al

suelo. Asimismo, se comprobó que el operador de turno no chequea la limpieza de los tanques de lavado y de los equipos de proceso, ya que las superficies de los mismos contienen restos de suciedad adherida.

Adicionalmente, se observó que en el tanque para formulado el vapor que circula por el mismo, el cual interactúa en la transferencia de calor se desperdicia o se pierde. Por otra parte, se constató que tanto las tuberías que se encuentran en la mezzanina de las líneas de producción como las mangueras de limpieza tienen fugas.

También, las tuberías por donde circulan los fluidos durante el proceso no se encuentran adecuadamente identificadas, es decir, según el tipo de fluido. Igualmente, se comprobó que los utensilios y/o herramientas utilizados por los operadores en su jornada laboral no tienen un lugar adecuado para almacenarlos.

Además, las áreas o espacios y los contenedores de desechos no tienen identificación; el piso no posee la correcta caída hacia los drenajes, esto dificulta el recorrido de agua; existen agujeros en el techo y paredes; el extractor de aire no tiene rejilla protectora y se carece de puertas para el acceso a la línea de producción.

De igual manera, se evidenció que las superficies de los equipos contienen restos de suciedad adheridos, en los pisos existe material extraño y suciedad; en fin existe una desorganización en el área de producción, presumiéndose que el supervisor de línea no realiza recorrido frecuente para verificar la higiene y funcionamiento de los equipos y las condiciones de orden y limpieza del área.

En cuanto a las normas de seguridad e higiene personal, se observó que los operadores no cumplen con dichas normas, ya que tienen contacto directo del material en proceso, material caído y de limpieza. Tampoco, usan tapaboca o mascarillas, mastican chicle y utilizan maquillaje. Además, se constató que en toda el área hacen falta avisos de identificación para la seguridad de los trabajadores y se evidenció que el operador responsable de

introducir y manipular las bolsas de materia prima, también tiene contacto directo con el producto ya rebanado.

Se accedió a información de los manuales para Limpieza y Sanitización (LYS), de Operación, de arranque y paro (OAP), de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y de Buenas Prácticas de Fabricación (BPF), con la finalidad de conocer el procedimiento adecuado para la realización de las actividades en la empresa Procesadora Naturalyst, S.A. Se verificó que las actividades actualmente realizadas en el proceso de fabricación de coberturas de fresas no coinciden con lo señalado en el manual OAP. También, se comprobó que el manual de limpieza y sanitación establece que antes de iniciar el proceso productivo, los equipos tales como: mesas, máquina cortadora URSCHELL, tanques, pisos, techos y paredes deben encontrarse sanitariamente limpios, situación que evidencia que no se cumplen con las normas de higiene requeridas, cuya evaluación está bajo la responsabilidad de supervisión o inspector del Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

Por otra parte, se visualizó que el operador debe verificar durante el procesamiento la información en la hoja de control de pesado de ingredientes, realizar el rebanado del material con las medidas indicadas en el proceso de elaboración y macerar durante el tiempo indicado en el proceso de elaboración. No obstante, todos estos procedimientos no pueden ser verificados por el operador, debido a que en el área de producción no se encuentra publicada tal información.

Adicionalmente, se accedió a datos de análisis microbiológicos del producto coberturas de fresas realizados anteriormente en la empresa Procesadora Naturalyst, S.A., los cuales fueron suministrados por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad, en la tabla 4.1 se muestran los análisis del mes 1, los demás gráficos pueden observarse en el Apéndice A.6.

Tabla 4.1. Análisis microbiológicos en la línea de cobertura de frutas de Procesadora Naturalyst, S.A.

Datos del mes 1		Microorganismos	
Muestra	Lote	Hongos (ufc/g) Máx. 10	Levaduras (ufc/g) Máx. 10
		10^{-1}	10^{-1}
1	062574	> 10	> 10
2	062604	> 10	> 10
3	062636	> 10	> 10
4	072279	< 10	< 10
5	072312	< 10	< 10
6	062398	< 10	< 10
7	062365	> 10	> 10
8	062343	< 10	< 10
9	062323	< 10	< 10
10	062295	> 10	> 10
11	062282	> 10	> 10
12	062244	< 10	< 10
13	062143	> 10	> 10
14	062112	> 10	> 10

También, se consiguió información acerca del porcentaje de inconformidad mensual del producto, obtenido durante el segundo trimestre del año 2011, valores que se pueden observar en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Porcentaje de Inconformidad de cobertura de fresas.

Mes	Porcentaje de Inconformidad (%)
1	19,0
2	15,2
3	17,1

Fuente: Procesadora Naturalyst S.A. (2011)

Una vez identificados los datos, se realizó el cálculo del porcentaje de inconformidad, mediante la elaboración de gráficos U a través de un programa asistido por un computador denominado Minitab 16, tomándose en cuenta el defecto o inconformidad presentada en los informes suministrados por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad . En la siguiente figura se muestra el gráfico U, los demás gráficos pueden observarse en el Apéndice A.7.

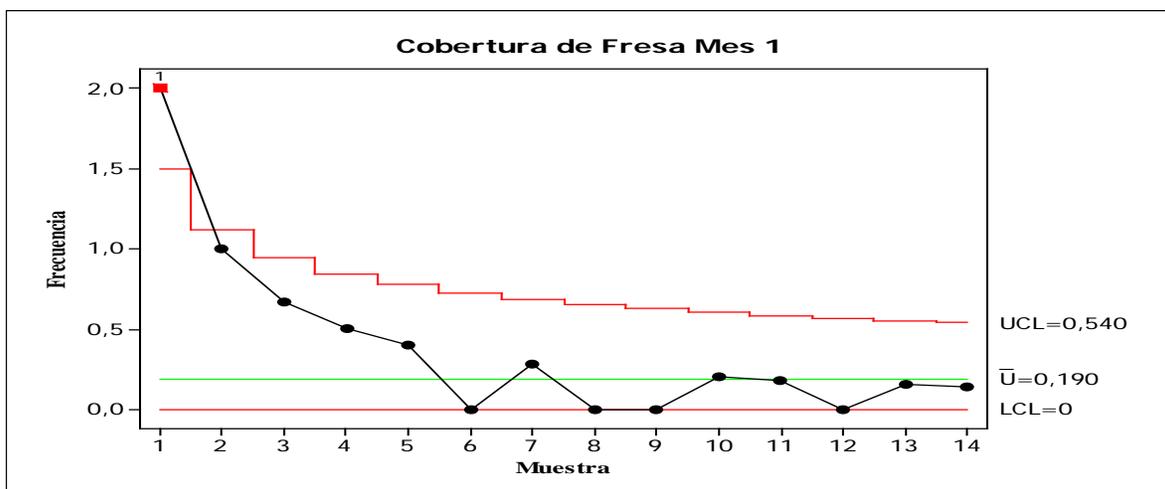


Figura 4.1. Diagrama U del análisis microbiológico del mes 1.

Por otra parte, se encontró a través de la observación directa del proceso productivo de la cobertura de fresas el siguiente diagnóstico que se describe en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Diagnóstico de la Observación del proceso de producción de coberturas de fresas.

Diagnóstico	Recomendaciones por normativa BPF	Recomendación
Contenedores de desechos no identificados.	<p><i>Los contenedores o recipientes usados para materiales no comestibles y desechos deben ser a prueba de fugas, debidamente identificados, contruidos de metal u otro material impermeable, fácil de limpiar y disponer; y de ser requeridos, provistos de tapas herméticas. Los mismos no pueden utilizarse para contener productos comestibles. (p. 7).</i></p>	Cumplir con el artículo 32 del capítulo III, que establece la Gaceta BPF 36.081.
Los pisos no poseen la caída correcta hacia los drenajes.	<p><i>El sistema de tuberías y drenajes para la conducción y recolección de las aguas residuales, debe tener la capacidad y la pendiente requerida para permitir una salida rápida y efectiva de los volúmenes máximos generados por la industria. Los drenajes de piso deben tener la debida protección mediante rejillas u otros medios adecuados. (p. 3).</i></p>	Cumplir con el artículo 13 de la Sección II, que establece la Gaceta BPF 36.081.

Tabla 4.3. Diagnóstico de la Observación del proceso de producción de coberturas de fresas (continuación)

Diagnóstico	Recomendaciones por normativa BPF	Recomendación
<p>Las paredes contienen agujeros, lo cual dificulta el control eficiente de plagas.</p>	<p><i>En las áreas de elaboración y envasado, las paredes deben ser de materiales resistentes, impermeables, no absorbentes y de fácil limpieza y desinfección. Además, hasta una altura adecuada al tipo de proceso, las mismas deben poseer acabado liso y sin grietas, y pueden recubrirse con material cerámico o similar, o con pinturas plásticas de colores claros que reúnan los requisitos antes indicados. De ser requerido, las uniones entre las paredes y entre estas y los pisos deben estar selladas y tener forma redondeada para impedir la acumulación de suciedad y facilitar la limpieza.</i> (p. 3).</p>	<p>Igualmente cumplir con el artículo 13 de la Sección II, que establece la Gaceta BPF 36.081.</p>
<p>El producto está expuesto al medio ambiente.</p>	<p><i>En lo posible, los equipos deben estar diseñados y construidos de manera que se evite el contacto del alimento con el ambiente que lo rodea.</i> (p. 9).</p>	<p>Cumplir con el artículo 31 del capítulo III, que establece la Gaceta BPF 36.081.</p>
<p>El personal come chicle y usa maquillaje.</p>	<p><i>No está permitido comer, beber o masticar cualquier objeto o producto, como tampoco fumar o escupir en las áreas de producción o en cualquier otra zona donde exista peligro de contaminación del alimento.</i> (p. 9).</p>	<p>Cumplir con el artículo 44 de la sección II, que establece la Gaceta BPF 36.081.</p>

Tabla 4.3. Diagnóstico de la Observación del proceso de producción de coberturas de fresas (continuación)

Diagnóstico	Recomendaciones por normativa BPF	Recomendación
Existen espacios abiertos en las paredes donde atraviesan tuberías, extractor de aire sin rejilla protectora, carencia de puerta de acceso a la línea.	Las puertas deben tener superficie lisa, y estar construidas con materiales resistentes, no absorbentes, y poseer suficiente amplitud; donde se precise, las mismas tendrán dispositivos de cierre automático y ajuste hermético. Las aberturas entre las puertas y pisos no deben ser mayores de 2/3 cm. (p. 3).	Cumplir con el artículo 13 de la Sección II, que establece la Gaceta BPF 36.081.

4.1.2. Diseño y aplicación de entrevistas informales no estructuradas

Después de la aplicación de la técnica de Observación directa participante, se procedió a realizar entrevistas informales no estructuradas al Gerente de Planta (1), Supervisor de producción (2), Operarios (3) y Analista de Calidad (2), para obtener información adicional acerca del proceso de fabricación de coberturas de fresas.

En ese sentido, el Gerente de Planta señaló que los productos terminados de la empresa Procesadora Naturalyst tienen una aceptación favorable por parte de los clientes, lo cual ha contribuido con el crecimiento constante en la demanda de producto, experimentándose el rápido desarrollo en las líneas de producción. Sin embargo, tanto la demanda como el desarrollo se ha producido de forma acelerada, lo que ha traído como consecuencia, que la infraestructura de las líneas de producción haya tenido que adaptarse rápida e informalmente a los requerimientos de los clientes, existiendo una serie de detalles que se han pasado por alto, y que se van resolviendo a medida que se suscitan.

Dadas las circunstancias, menciona que se hace obvia la importancia de estudiar las condiciones de inversión en las líneas de producción para adecuarlas a los niveles de producción demandados, y así mejorar la calidad productiva de acuerdo a los lineamientos correspondientes. Cabe destacar que, la empresa cuenta con un capital económico destinado a las inversiones, lo importante es realizar los trámites necesarios para la realización de las mejoras necesarias en las líneas de producción.

Por otra parte, los Supervisores de Producción expusieron que consideran que la empresa Procesadora Naturalyst, S.A. funciona de acuerdo a los estándares de calidad exigidos por los clientes y los organismos respectivos, ya que su equipo de trabajo continuamente realiza sus mejores esfuerzos en pro del cumplimiento de las metas organizacionales. No obstante, opinan que el acelerado crecimiento del mercado y las exigencias de calidad cada día son más estrictas, lo cual ha ocasionado que la improvisación y las medidas correctivas sobre la marcha sean características cotidianas de las etapas del proceso productivo.

Ahora bien, en la entrevista informal realizada a los Analistas de Calidad se pudo conocer que según sus opiniones cada etapa del proceso cumple con una serie de controles necesarios para garantizar calidad en el producto terminado, por lo tanto, la materia prima y el producto terminado, pasan por procesos de inspección, limpieza y saneamiento, además de pruebas microbiológicas, que permiten garantizar la calidad de los alimentos procesados, los cuales por su naturaleza son delicados y ameritan toda la atención necesaria que promuevan el aseguramiento de buenas prácticas de fabricación con la menor cantidad de inconformidades posible.

En cuanto a los Operadores entrevistados, ellos afirmaron que conocen y dominan las buenas prácticas de manufactura, las cuales aplican diariamente a sus labores diarias, evitando así la presencia de inconformidades en el producto y en el proceso. Sin embargo, comentan que existen ciertos procedimientos que consideran que pueden ser más efectivos,

si se realizan algunas mejoras a la infraestructura y los equipos, ya que si se toma en cuenta mejorar las condiciones de las líneas de producción se mejoraría el producto terminado, debido a que ellos trabajarían con condiciones más aptas; pero acotaron que a pesar de tales inconvenientes realizan sus actividades a fin de que todo salga bien, y de hecho, siempre se logra cumplir con los requerimientos del cliente.

En resumen, de manera general se pudo verificar a través del uso de la observación directa, la revisión bibliográfica y la aplicación de entrevistas no estructuradas que las actividades identificadas con anterioridad en conjunto con el equipo multidisciplinario mencionado anteriormente son ciertas, y que dichas actividades son las que principalmente generan alteraciones microbiológicas en el producto fabricado por la empresa Procesadora Naturalyst, S.A.

4.1.3. Revisión de informes del departamento de calidad y producción

En esta etapa se accedió a los informes del Departamento de Calidad y Producción de la data histórica correspondiente a tres meses de producción, en los cuales se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados durante el proceso productivo en la empresa Procesadora Naturalyst, S.A

Los análisis fisicoquímicos realizados en la etapa de formulado y pasteurizado del producto son: organolépticos, °Brix, %Acidez y pH, estos resultados se encuentran dentro de las especificaciones que exige el Departamento de Calidad en todos los reportes estudiados, de la misma manera se encuentran los análisis realizados al producto terminado y el análisis de consistencia cumpliendo también con las especificaciones para cada evaluación, tal como se muestra en la tabla 2 del apéndice A.1.

Ahora bien, los análisis microbiológicos se realizan de la siguiente manera:

Hongos y Levaduras: Al producto terminado, a la maquina rebañadora URSCHELL, al tanque de formulado ó marmita y a las manos de los operarios.

Bacterias aerobias mesófilas, Coliformes totales y E. coli: Se realizan a los equipos y a las manos de los operarios.

En estos análisis microbiológicos, se evidenció que la no conformidad se originaba en el producto terminado, debido a las condiciones asépticas o antihigiénicas de los operarios y de los equipos, se sospecha que las desviaciones que ocasionan los rechazos de producto se encuentran en la etapa de tapado. El rechazo por este concepto fue en promedio de un 7% de la producción total de un mes. Con esto se afirma que hay una fuente de contaminación microbiológica del producto terminado que causa la inconformidad del mismo.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE COBERTURAS DE FRESAS.

En esta fase de la investigación, se identificaron los riesgos asociados con cada operación del proceso mediante el uso de la lluvia de ideas, con la finalidad de identificar los riesgos potenciales de contaminación que inciden en la no conformidad de los productos manufacturados, obteniéndose:

4.2.1. Identificación de los riesgos de inocuidad

Mediante la observación directa del proceso productivo y en conjunto con la participación del Gerente de planta y el equipo multidisciplinario de Procesadora Naturalyst, S.A. se obtuvo un diagnóstico interno de todas las áreas del proceso de fabricación de cobertura de fresas y se identificó que la principal restricción del sistema y causante de la mayor parte de las inconformidades que perjudican la producción se encuentran en el incumplimiento de las Buenas Prácticas de Fabricación.

Además, se logró que todas las personas involucradas en el proceso de fabricación expresaran ideas y conceptos acerca de la situación actual, de los cuales se tomó nota y seguidamente se elaboró un diagrama Ishikawa o causa-efecto para representar las variables y los factores que contribuyen al riesgo de contaminación del alimento elaborado.

4.2.2. Elaboración de diagrama Ishikawa o causa-efecto

El diagrama de Ishikawa permitió establecer la relación entre cada una de las causas y las razones que inciden en el origen del problema, que son todas aquellas que representan un riesgo para la inocuidad del producto. Así pues, mediante esta herramienta se muestran las interrelaciones entre un efecto y sus posibles causas de forma clara y precisa, aportando mejor comprensión de todos los componentes del grupo, en el problema presente en la línea de procesamiento de cobertura de fresas (Ver figura 4.2.).

De acuerdo a la figura 4.2, se puede decir en líneas generales, que el área de producción de coberturas de fresas presenta diferentes problemas que pueden estar atentando contra la inocuidad del producto, problemas que no pueden ser considerados de baja importancia puesto que han venido afectando la producción de la línea y que puede reincidir de mayor forma.

Asimismo, se deduce que existen problemas en cuanto al medio ambiente, maquinaria, mano de obra, materiales y métodos, siendo influenciado cada uno de ellos por diferentes causas y éstas a la vez por sub-causas, lo cual se aprecia en la figura 4.2. En la misma se puede visualizar que los ejes que se ven más afectados por diferentes causas son el de maquinaria y medio ambiente. Debido al crecimiento acelerado de la empresa y de la demanda creciente del producto, motivo por el cual se ha tenido que instalar el proceso productivo con rapidez e ingenio, pero con la limitante del tiempo, por lo cual muchos detalles fueron pasados por alto. Quiere decir que, el diseño de los equipos entonces, no cumple en muchas ocasiones con los requerimientos necesarios para proteger al producto.

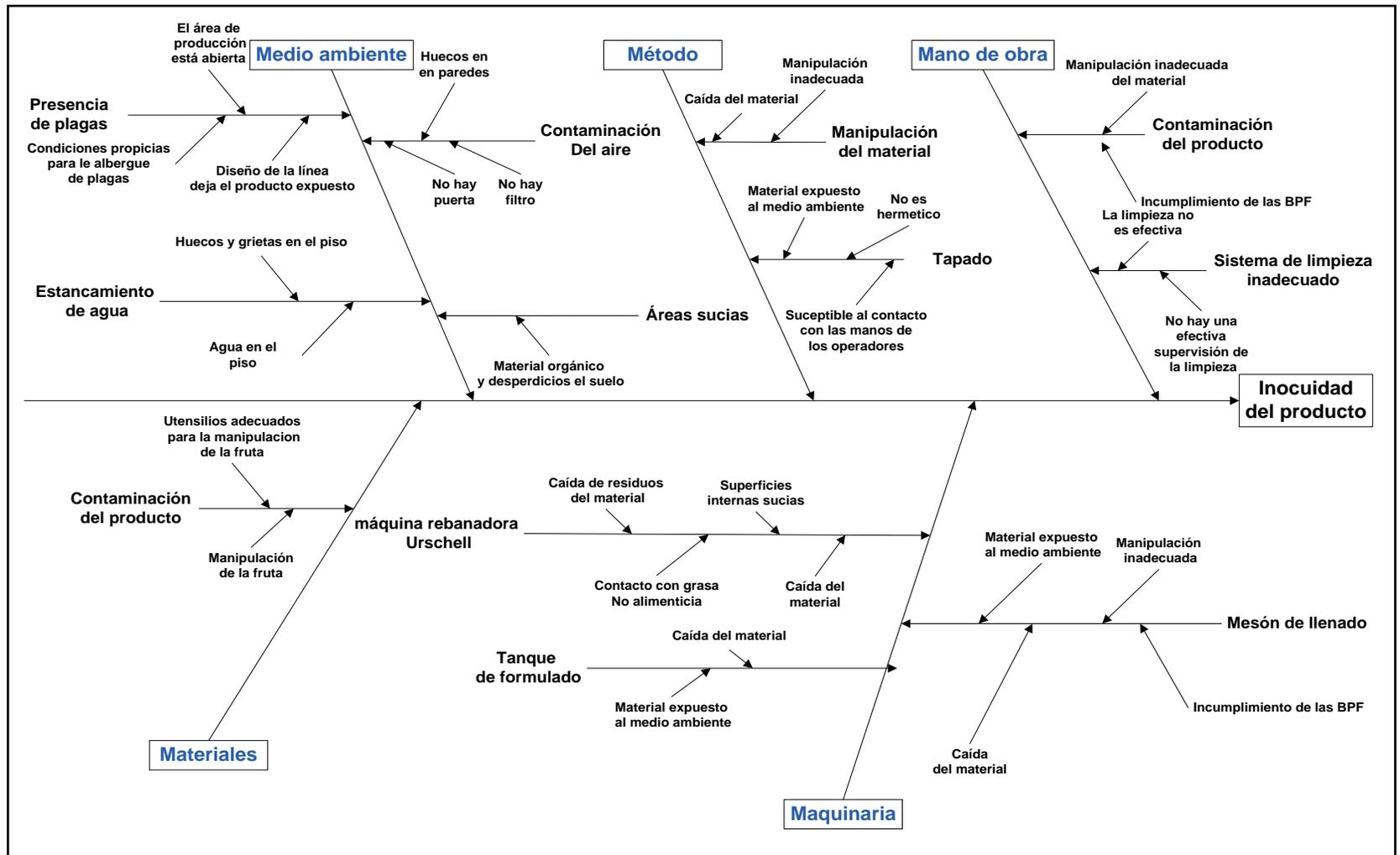


Figura.4.2. Diagrama causa-efecto de los factores que atentan contra la inocuidad del producto.

Medio ambiente

En cuanto al medio ambiente se observa que las principales causas que inciden a la problemática planteada son la contaminación del aire, las áreas de producción sucias, la presencia de plagas y el estancamiento de aguas. A su vez, estas son generadas por causas secundarias que son descritas en el diagrama.

Método

En cuanto a metodología la problemática principal se evidenció en la manipulación del material y en la etapa de tapado del producto, donde se encontró que las causas secundarias son la caída del material al piso, manipulación inadecuada, el producto en la etapa de tapado es susceptible al contacto con las manos de los operarios, está expuesto al medio ambiente y el sellado no es hermético.

Mano de obra

En este caso, la principal causa de contaminación del producto se debe al incumplimiento de las BPF y a que se tiene un sistema de limpieza inadecuado, ya que no hay una efectiva supervisión de limpieza.

Materiales

En el caso de los materiales las causas para la contaminación del producto son los utensilios inadecuados que se usan para la manipulación de la fruta y la manipulación de la fruta por el operario.

Maquinaria

En cuanto a las maquinarias se encuentran: la maquina rebanadora URSHELL, el tanque de formulado y el mesón de llenado y las causas que ocasionan contaminación al producto son caídas de residuos de la materia prima, las superficies internas de los equipos sucias, contacto de la materia

prima con grasa no alimenticia, materia prima expuesta al medio ambiente, incumplimiento de la normativa BPF.

Luego del análisis de los principales componentes del diagrama causa-efecto para problemática planteada, se descartaron aquellos que no repercuten significativamente, dejando solo aquellos aspectos que inciden directamente sobre el problema. De esta manera, el diagrama se resume según lo mostrado en la figura 4.3.

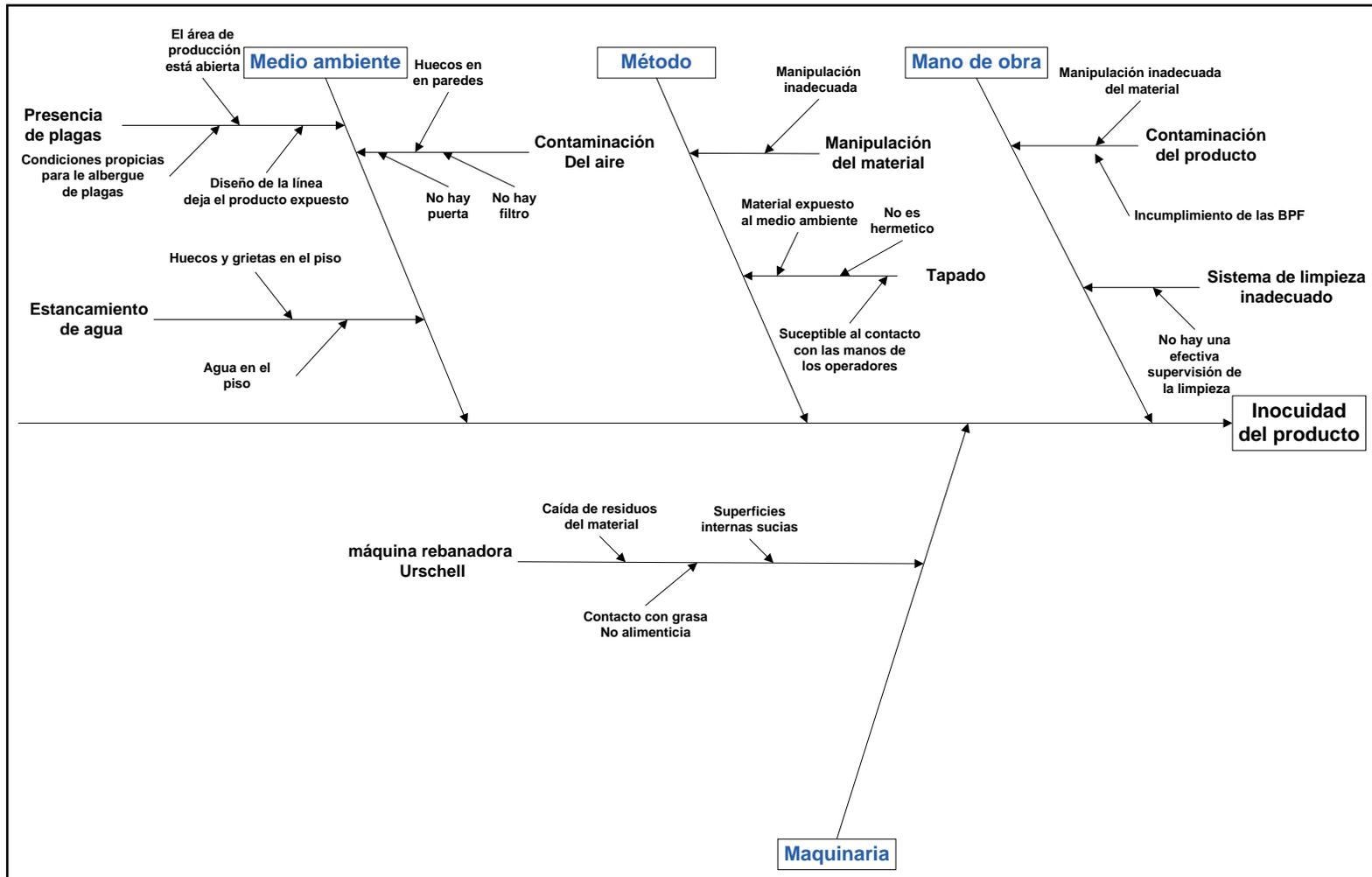


Figura.4.3. Diagrama causa-efecto depurado de los factores que atentan contra la inocuidad del producto.

Medio ambiente

En cuanto al medio ambiente, al depurar el diagrama causa-efecto anteriormente descrito (Ver figura 4.2), las principales causas que inciden a la problemática son de suma importancia para el estudio de la contaminación del producto.

Método

En cuanto a los métodos utilizados se considera una de las más importantes la etapa de tapado del producto, ya que la causa principal es que el sellado no es hermético.

Mano de obra

En este caso, la principal causa más importante después de la depuración fue el sistema de limpieza inadecuado, ya que no hay una efectiva supervisión.

Maquinaria

En cuanto a las maquinarias se encontraron con mayor importancias las causas de contaminación en el tanque de formulado y el mesón de llenado; ya que el contacto de materia prima al ser rebanada con grasa no alimenticia en la rebanadora y el incumplimiento de las BPF pueden orígenes de la problemática en estudio.

Luego, se elaboró un diagrama de Pareto (Ver figura 4.4), el cual fue empleado para descartar las causas con menor frecuencia, tales como: la contaminación del producto, por la falta de utensilios adecuados para la manipulación de la fruta, la caída del material durante el proceso, falla en el seguimiento y control del mantenimiento del área, de una supervisión de limpieza no efectiva, además el manejo del material en ocasiones no está

acorde con las Buenas Prácticas de Fabricación, las cuales se muestran en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Diagrama de Pareto de los factores que atentan contra la inocuidad del producto.

N°	Causas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	% frecuencia	% acumulado
1	Etapa de tapado	15	15	20	20
2	Incumplimiento de las BPF	10	25	14	34
3	Contaminación del material	7	32	9	43
4	Sistema de limpieza	6	38	8	51
5	Contaminación del producto	6	44	8	59
6	Manipulación inadecuada del material	6	50	8	68
7	Material expuesto al medio ambiente	6	56	8	76
8	Caída del material durante el proceso	6	62	8	84
9	Estancamiento de agua	5	67	7	91
10	Presencia de plagas	4	71	5	96
11	Contaminación del aire	3	74	4	100

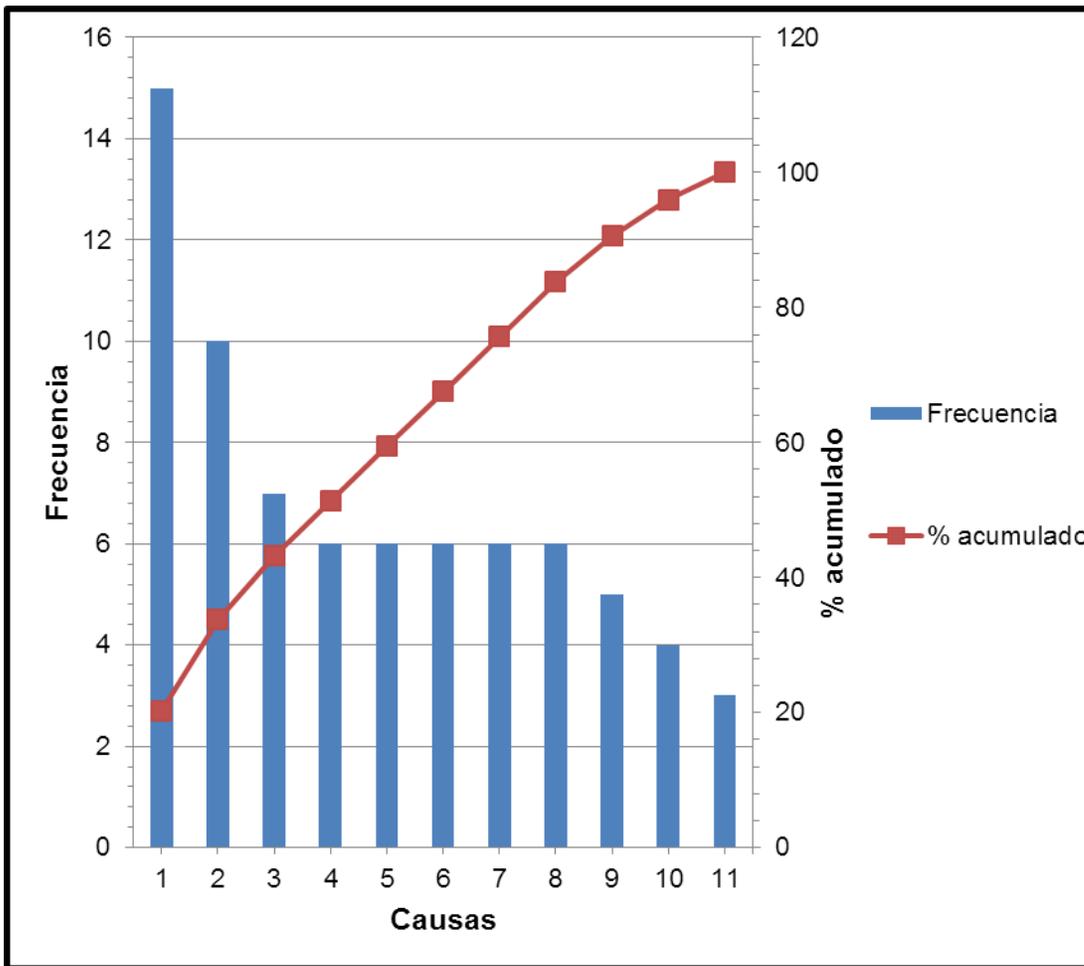


Figura 4.4. Diagrama de Pareto de los factores que atentan contra la inocuidad del producto.

En la figura anterior, se observa que un 20% de las causas 1 y 2 (etapa del tapado e incumplimiento de las BPF), representan aproximadamente un 80% de las causas primordiales que afectan la inocuidad del producto, por lo tanto centrándose la empresa solo en esos 2 orígenes reduciría en un 80% el número de productos no conformes y garantizaría la salubridad de la línea de procesamiento de coberturas de fresas.

De manera general, se puede concluir que uno de los factores de mayor importancia que afectan la productividad de la línea de procesamiento de coberturas de fresas es la ausencia de sistemas de automatización de las

etapas, siendo una de las más críticas de acuerdo a los resultados microbiológicos el tapado del producto.

4.3. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO SOBRE LA BASE DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.

En esta fase se utilizaron los métodos establecidos en las Normas COVENIN 924-83, 1151-77 y 1315-79 para los análisis fisicoquímicos y el método AOAC 2002 para completar los análisis microbiológicos al proceso de manufactura.

4.3.1. Revisión de los procedimientos para análisis fisicoquímicos

Inicialmente, se estudiaron las metodologías establecidas en las Normas COVENIN utilizadas por el Departamento de Aseguramiento de Calidad, en las cuales se identificó que los análisis fisicoquímicos se realizan en dos partes: primero en las etapas de formulado y pasteurizado se miden los °Brix, % acidez cítrica y pH y, finalmente una vez terminado el producto se le realizan los mismos análisis ya mencionados y adicionalmente se le efectúan los análisis organolépticos.

4.3.2. Análisis fisicoquímicos

Para la realización de los análisis fisicoquímicos correspondientes en las etapas de formulado y pasteurizado, se procedió a la toma de una muestra de 250mL directamente del tanque de formulado, la cual se llevó al Laboratorio de Aseguramiento de Calidad para garantizar la calidad del producto antes de continuar con la etapa posterior del proceso productivo.

A continuación, en la tabla 4.5 se presentan los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos realizados al producto cobertura de fresas durante las etapas de formulado y pasteurizado del proceso productivo de la empresa Procesadora Naturalyst, S.A.

Tabla 4.5. Análisis fisicoquímicos y organolépticos de la cobertura de fresas.

Datos		Análisis				
Muestra	Lote	Físico-químicos			Organolépticos	
		° Brix	% Acidez	pH	Color	Olor y sabor
1	061574	48,0 ± 0,1	0,64 ± 0,01	3,35 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
2	061604	47,0 ± 0,1	0,60 ± 0,01	3,51 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
3	061636	48,0 ± 0,1	0,60 ± 0,01	3,26 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
4	079269	47,0 ± 0,1	0,64 ± 0,01	3,35 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
5	079312	48,0 ± 0,1	0,61 ± 0,01	3,38 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
6	062498	48,0 ± 0,1	0,60 ± 0,01	3,51 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
7	069365	47,0 ± 0,1	0,62 ± 0,01	3,33 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
8	069343	48,0 ± 0,1	0,62 ± 0,01	3,21 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
9	069323	47,0 ± 0,1	0,64 ± 0,01	3,20 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
10	069295	48,0 ± 0,1	0,64 ± 0,01	3,37 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
11	069282	47,0 ± 0,1	0,60 ± 0,01	3,38 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
12	069244	47,0 ± 0,1	0,60 ± 0,01	3,51 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa
13	069143	48,0 ± 0,1	0,66 ± 0,01	3,28 ± 0,01	Rojo intenso	Característico de la fresa

Según los resultados mostrados en la tabla 4.5, evidencian que todos los ensayos realizados se encuentran dentro de las especificaciones de calidad establecidas por la empresa Procesadora Naturalyst, S.A., cumpliendo con los requerimientos señalados en las Normas COVENIN para cada caso en particular, como lo indica la tabla 2 del apéndice A.1.

Modelos de predicción para los análisis físicoquímicos

Los análisis de regresión para la variación de los parámetros físico-químicos de la cobertura de fresas en la etapa de formulado y pasteurizado del producto, permitieron encontrar los modelos presentados en la tabla 4.5. Ninguno de los modelos presentó falta de ajuste o autocorrección.

Los modelos ajustados y los valores obtenidos de los análisis de grados brix, %acidez y pH, se presentan en las figuras 4.5, 4.6 y 4.7 respectivamente. De esta manera se dispone de una herramienta útil para decidir si el valor de cada variable estudiada esta dentro o no del rango permisible, condición que indican las normas covenin para cada caso.

Tabla 4.6. Análisis de regresión lineal simple para los análisis físico-químicos de la cobertura de fresas.

Variable	Modelo	Estimado	Valor P	R ²
° Brix	$ax^2 + bx + c$	a=0,016 b=0,351 c=46,39	0,0000	0,925
% Acidez	$a e^{bx}$	a=0,585 b=0,008	0,0000	0,900
pH	$a e^{bx}$	a= 3,172 b=0,008	0,0000	0,943

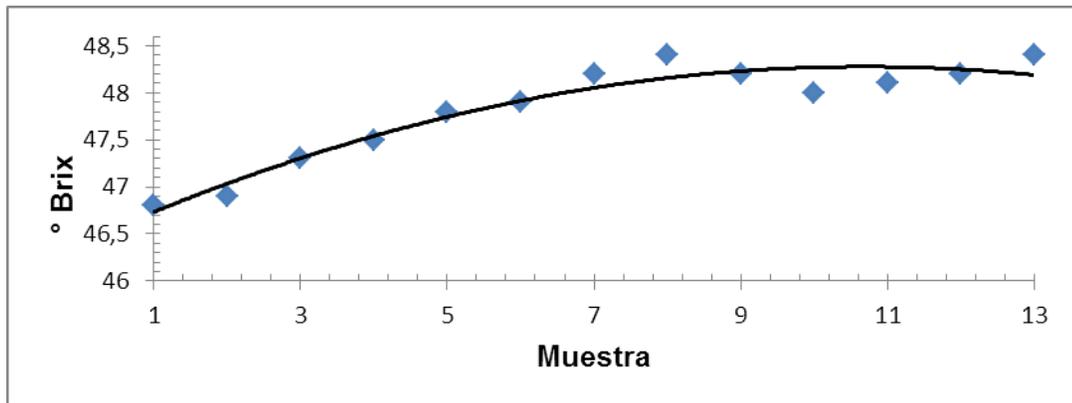


Figura 4.5. Valores experimentales y ajustados del análisis de grados brix en la cobertura de fresas.

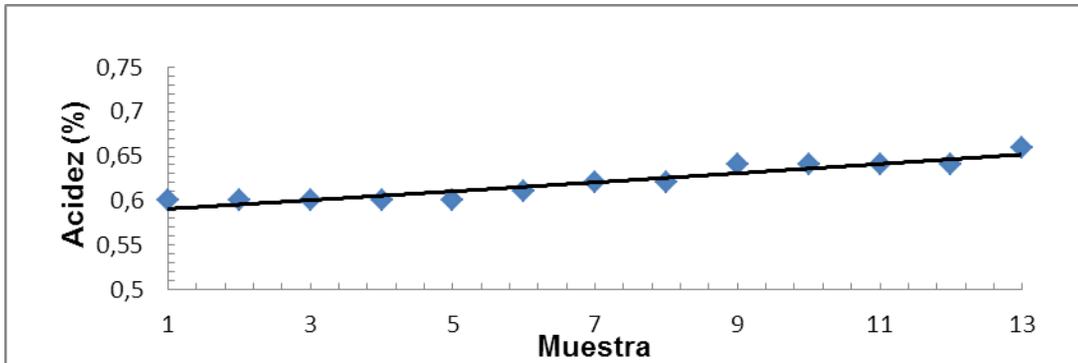


Figura 4.6. Valores experimentales y ajustados del análisis del %acidez en la cobertura de fresas.

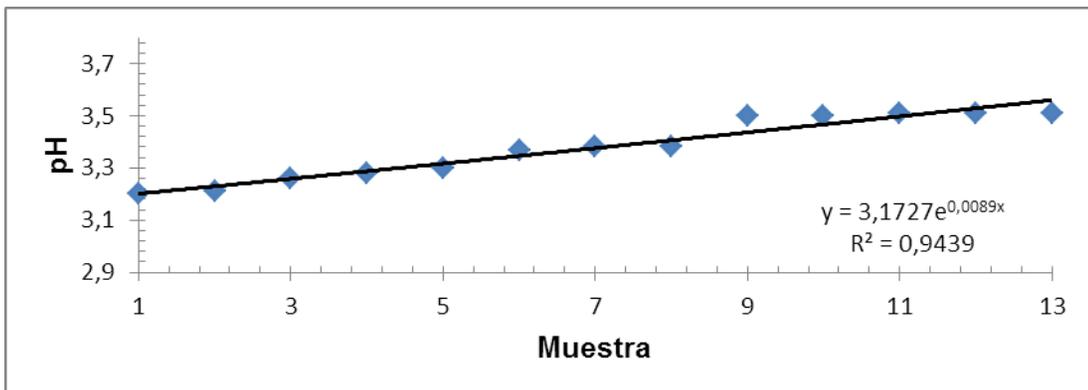


Figura 4.7. Valores experimentales y ajustados del análisis de pH en la cobertura de fresas.

Así pues, con estos análisis se concluye que la contaminación post-envasado del producto no es generada en las etapas de formulado y pasteurizado del proceso productivo.

4.3.3. Revisión de los procedimientos para análisis microbiológicos

En esta etapa se realizó un estudio de la metodología utilizada por el Departamento de Aseguramiento de Calidad, donde se identificó que la misma corresponde a los métodos Simplate, la cual es aprobada por los clientes de la empresa Procesadora Naturalyst, S.A.

Hongos, Levaduras: Se efectúan al producto terminado.

Bacterias aerobias mesófilas, Coliformes totales y E. coli: Se realizan a los equipos y a las manos de los operarios.

4.3.4. Análisis microbiológicos

Una vez preparada la muestra madre, tal como se indica en el marco metodológico de esta investigación (Ver Capítulo III), se midió el pH de la solución con el equipo pHmetro, obteniéndose un pH de 3,7 unidades lo cual es aceptable, ya que cumple con el rango establecido en la Norma COVENIN 1315-79, el cual debe encontrarse entre 2,9 y 3,8 unidades de pH. En caso de que se obtenga un pH fuera del rango señalado se debe neutralizar la muestra con Hidróxido de Sodio (NaOH). En cuanto a los hisopados microbiológicos, se siguió la metodología descrita (Ver Capítulo III), mientras que el método de cultivo y lectura de resultados se realizó igual.

Es importante destacar que, el método Simplate está basado en una tabla de conversión, la misma corresponde a diluciones de 10^{-1} , lo que quiere decir que al contar el número de pocillos que han virado de color se debe ubicar el número en la tabla (Ver Apéndice A.5) y multiplicarlo por 10. De esta manera, el mayor número de pocillos que se puede tener. Por ejemplo, para 84 pocillos con cambio de color le corresponde un número de >738, al usar la ecuación 2, se consigue 7380ufc/g. Entonces, para poder descartar

unidades formadoras de colonias de Aerobios mesófilos que según la especificación microbiológica deben ser máximo 3×10^2 , se prepararon diluciones seriales partiendo de la muestra patrón, diluyendo 1 mL de la misma en 9 mL de agua peptonada, para obtener una dilución de 1×10^{-2} . Esto se repite hasta obtener el sustrato diluido en 1×10^{-4} , de esta manera el mayor número que se puede leer en la tabla de conversión Simplate es de 7380000.

Así pues, al preparar cada una de las placas se pudieron apreciar los diferentes colores de acuerdo al medio de cultivo utilizado, estos colores fueron anotados para posteriormente analizar si hubo algún cambio y se muestran a continuación: Aerobios mesófilos = azul, Hongos y Levaduras = amarillo claro y Coliformes totales y E.coli = amarillo intenso.

Transcurrido el tiempo de incubación para cada caso, se leyeron las placas Simplate, observándose cambios de color que indicaron la presencia de microorganismos, el cambio de azul a rosa indicó presencia de Aerobios mesófilos, de amarillo claro a morado Hongos, de amarillo intenso a rojo presencia de Coliformes totales, mientras que las Levaduras y los E.coli tienen un color azul fluorescente. Cada resultado se comparó con las especificaciones (Ver tablas 3, 4 y 5 del apéndice A.1). Los resultados del análisis de la cobertura de fresas se muestran en la tabla 4.7, los resultados obtenidos para los hisopados realizados a la máquina rebanadora URSCHELL y al tanque de formulado se observan en la tabla 4.8, los registros de los análisis del tanque de formulado en la tabla 4.9 y en la tabla 4.10 los hisopados aleatorios e imprevistos a las manos de los operarios.

Tabla 4.7. Resultados microbiológicos de la cobertura de fresas.

Datos		Microorganismos	
Muestra	Lote	Hongos (ufc/g) Máx. 10	Levaduras (ufc/g) Máx. 10
		10^{-1}	10^{-1}
1	061574	< 10	< 10
2	061604	> 10	> 10
3	061636	> 10	> 10
4	079269	> 10	> 10
5	079312	< 10	< 10
6	062498	< 10	< 10
7	069365	> 10	> 10
8	069343	< 10	< 10
9	069323	< 10	< 10
10	069295	> 10	> 10
11	069282	> 10	> 10
12	069244	< 10	< 10
13	069143	> 10	> 10
14	069112	> 10	> 10

Tabla 4.8. Resultados microbiológicos de la máquina rebanadora URSHELL.

Muestra	Microorganismos		
	Aerobios Mesófilos (ufc/g) Máx 3×10^2	Coliformes totales (ufc/g) <1x10	E.Coli (ufc/g) <1x10
	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}
1	< 3×10^2	< 10	< 10
2	< 3×10^2	< 10	< 10
3	< 3×10^2	< 10	< 10
4	< 3×10^2	< 10	< 10
5	< 3×10^2	< 10	< 10
6	> 3×10^2	> 10	> 10
7	< 3×10^2	< 10	< 10
8	< 3×10^2	< 10	< 10
9	< 3×10^2	< 10	< 10
10	> 3×10^2	< 10	< 10
11	< 3×10^2	< 10	< 10
12	< 3×10^2	< 10	< 10
13	< 3×10^2	< 10	< 10
14	> 3×10^2	< 10	< 10

Tabla 4.9. Resultados microbiológicos del tanque de formulado.

Muestra	Microorganismos		
	Aerobios Mesófilos (ufc/g) Máx 3×10^2	Coliformes totales (ufc/g) < 1×10	E.Coli (ufc/g) < 1×10
	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}
1	< 3×10^2	< 10	< 10
2	< 3×10^2	< 10	< 10
3	< 3×10^2	< 10	< 10
4	< 3×10^2	< 10	< 10
5	> 3×10^2	< 10	< 10
6	< 3×10^2	> 10	< 10
7	< 3×10^2	< 10	< 10
8	< 3×10^2	< 10	< 10
9	< 3×10^2	< 10	< 10
10	< 3×10^2	< 10	< 10
11	> 3×10^2	< 10	< 10
12	< 3×10^2	< 10	< 10
13	< 3×10^2	< 10	< 10
14	< 3×10^2	< 10	< 10

Tabla 4.10. Resultados microbiológicos de las manos del personal.

Muestra	Microorganismos		
	Aerobios Mesófilos (ufc/g) <1x10 ³	Coliformes totales (ufc/g) <1x10	E.Coli (ufc/g) <1x10
	10 ⁻¹	10 ⁻¹	10 ⁻¹
1	< 1x10 ²	< 10	< 10
2	< 1x10 ²	< 10	< 10
3	> 1 x10 ²	> 10	< 10
4	< 1x10 ²	< 10	< 10
5	< 1x10 ²	< 10	< 10
6	< 1x10 ²	< 10	< 10
7	< 1x10 ²	< 10	< 10
8	< 1x10 ²	> 10	< 10
9	> 1 x10 ²	< 10	< 10
10	< 1x10 ²	< 10	< 10
11	< 1x10 ²	< 10	< 10
12	< 1x10 ²	< 10	< 10
13	< 1x10 ²	< 10	< 10
14	> 1 x10 ²	< 10	< 10

Ahora bien, los resultados que no cumplen con las especificaciones establecidas por la empresa Procesadora Naturalyst, S.A. (Ver tabla 3 del apéndice A.1), son aquellos resaltados en color azul, los cuales se clasificaron como no conformes, de lo contrario fueron clasificados como conforme. En función de esta clasificación, se elaboró una tabla resumen mostrada a continuación.

Tabla 4.11. Resumen de resultados de análisis microbiológicos.

Muestra	Cobertura de fresas	EQUIPO		PERSONAL
		Máquina rebanadora URSHELL	Tanque de Formulado	
1	C	C	C	C
2	NC	C	C	C
3	NC	C	C	NC
4	NC	C	C	C
5	C	C	NC	C
6	C	NC	NC	C
7	NC	C	C	C
8	C	NC	C	NC
9	C	C	C	NC
10	NC	C	C	C
11	NC	C	NC	C
12	C	C	C	C
13	NC	C	C	C
14	NC	NC	C	NC

Nota: C = Conforme; NC = No Conforme

Una vez identificados los datos que resultaron no conformes, se realizó el cálculo del porcentaje de inconformidad obtenido durante el mes agosto, mediante la elaboración de gráficos U a través de un programa asistido por un computador denominado Minitab 16, tomándose en cuenta el defecto o inconformidad presentada en la muestra analizada. En la siguiente figura se muestra el gráfico U para el producto cobertura de fresa, los demás gráficos pueden observarse en el Apéndice A.8.

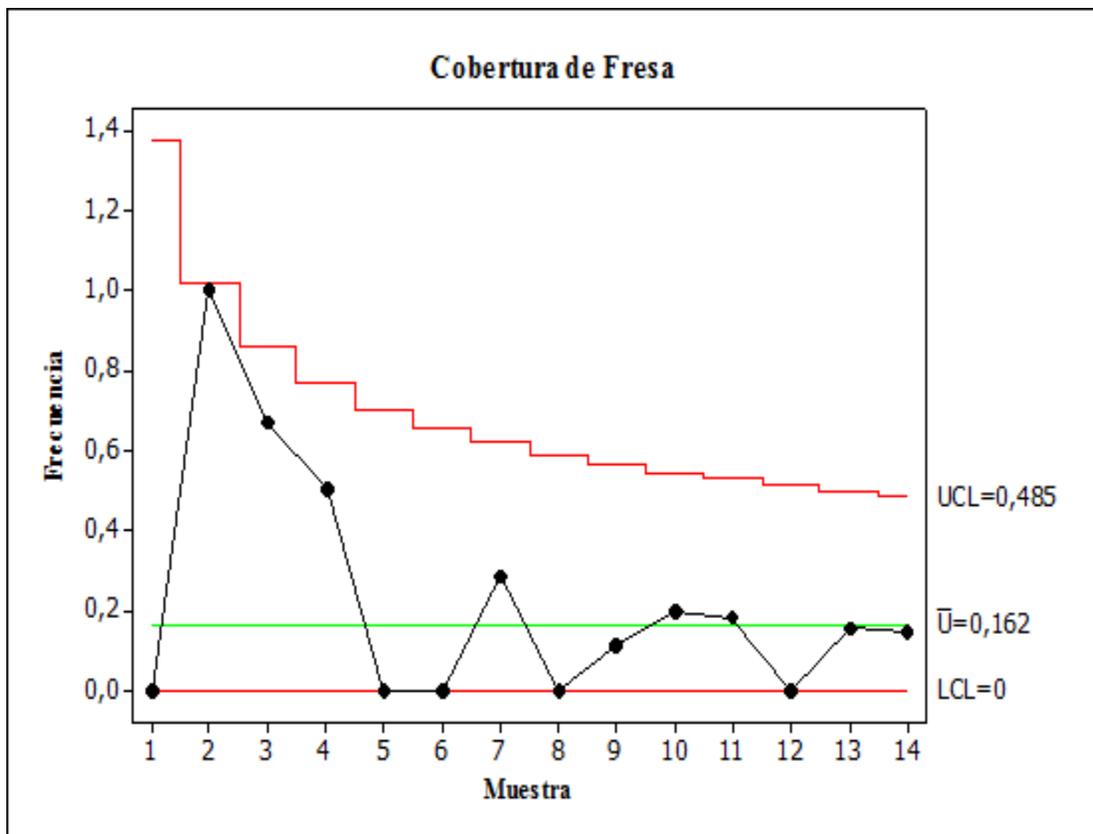


Figura 4.8. Diagrama U del análisis microbiológico de la cobertura de fresas.

La figura 4.8, representa el número de veces en que se presentó una inconformidad en el producto cobertura de fresa con respecto a la cantidad

total de elementos muestreados, obteniéndose una relación de 0,162 que representa un 16,2% de inconformidad en dicho producto.

Así pues, a cada uno de los análisis microbiológicos restantes (rebanadora URSCHELL, tanque de formulado y manos del personal de la empresa Procesadora Naturalyst S.A) se le realizó el estudio por medio de las gráficas U. A continuación, en la tabla 4.12 se presenta el porcentaje de inconformidad para cada análisis microbiológico realizado.

Tabla 4.12. Porcentajes de inconformidad mensual de los análisis microbiológicos.

Mes	Cobertura de fresas (%)	EQUIPOS		PERSONAL (%)
		Máquina cortadora URSCHELL (%)	Tanque de formulado (%)	
Agosto	16,2	3,81	2,86	4,76

Nota: Tomado de las gráficas U elaboradas mediante Minitab 16

En la tabla anterior, se observa que los porcentajes de inconformidad obtenidos son: cobertura de fresas 16,2%, máquina rebanadora URSCHELL 3,81%, tanque de formulado 2,86% y operarios 4,76%. Estos resultados, comprueban las inconformidades presentadas tanto en el producto terminado como durante la elaboración del mismo, siendo las del producto la de mayor porcentaje, el cual se ve influenciado por la manipulación por parte del operario y por la hermeticidad del envase que contiene dicho producto. Tal como lo afirma la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007):

La insalubridad de los alimentos ha representado un problema de salud para el ser humano desde los albores de la historia, y

muchos de los problemas actuales en esta materia no son nuevos. Aunque los gobiernos de todo el mundo se están esforzando al máximo por aumentar la salubridad del suministro de alimentos, la existencia de enfermedades de transmisión alimentaria sigue siendo un problema de salud significativo tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. (p. 6).

Así pues, es importante controlar en manejo de materiales a través del aseguramiento del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Fabricación y utilización de tecnología adecuada en la etapa de tapado del producto, garantizando la inocuidad del mismo. En ese sentido, la empresa Procesadora Naturalyst, S.A. debe implementar sistemas de aseguramiento de la calidad y monitoreo constante de sus procesos de manufactura para disminuir los niveles de no conformidad de sus productos.

4.4. DISEÑO DE MEJORAS AL PROCESO DE MANUFACTURA

Durante esta fase se identificaron y se plantearon las mejoras al proceso de manufactura, tomando en cuenta las necesidades derivadas del diagnóstico y los resultados obtenidos en las fases anteriores.

4.4.1. Revisión de los resultados de las fases de diagnóstico, identificación de no conformidades y análisis de las etapas del proceso de manufactura

Es importante mencionar que, en la fabricación de cualquier tipo de alimentos se debe tener especial cuidado en prevenir la contaminación; para ello, existe un conjunto de leyes que regula la seguridad de la comida en la industria de alimentos en cuanto a: variedad, calidad, valor nutritivo y comida segura a un costo razonable. En este sentido, las empresas se encuentran en la necesidad de informarse y capacitarse continuamente con todas las leyes de seguridad decretadas.

Igualmente, las personas que laboran en una industria de alimentos colaboran directamente para dar cumplimiento a estas leyes durante la

elaboración de alimentos para el consumo humano, siendo responsables con su labor de suministrar a los clientes productos consumibles y saludables.

De acuerdo a lo anteriormente descrito, queda claro que es de suma importancia la seguridad de los alimentos; sin embargo, muchas veces dentro de los procesos fabricación de los mismos se desarrollan malas costumbres que pudieran ocasionar consecuencias graves para los clientes.

Cabe destacar que, mediante las observaciones encontradas en el diagnóstico cuantitativo del proceso de manufactura, la identificación de los riesgos potenciales de contaminación del proceso productivo y los análisis microbiológicos elaborados se demuestra que el incumplimiento de algunos detalles de seguridad alimentaria, tienen resultados no conformes de mucha importancia en el producto final. Por esta razón, se requiere seguimiento de cada una de las reglas de seguridad, garantizar programas de adiestramiento e identificar las oportunidades de mejora del procesamiento del alimento.

Indudablemente, los manuales suministran información valiosa de las pautas y medidas a seguir que contribuirán a brindar seguridad al proceso productivo, a todas las áreas del establecimiento y al personal que allí labora; para ello, se debe elaborar un cronograma de capacitación y adiestramiento, y crear formatos con el propósito de registrar todas las actividades a ejecutar, permitiendo tener cuidado en cada detalle de forma trascendental.

4.4.2. Diseño de mejoras

A continuación, se presentan las diferentes propuestas de mejora para el proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas en la empresa Procesadora Naturalyst S.A., las cuales se describen en la tabla 4.13. Estas acciones se pueden implementar de una forma sencilla y permitirán obtener resultados inmediatos, notándose la mejora en el proceso de fabricación.

Para que las alternativas de mejora den los resultados esperados, a cada una debe estar asignada a un responsable, quien se encargará de velar por

la ejecución eficiente de la misma. Es de suma importancia realizar la revisión y el análisis periódico de cada medida propuesta, para verificar su funcionamiento y alcance, y así reformularlas si no se obtienen los resultados esperados.

Tabla 4.13. Propuestas de mejora para el proceso de manufactura de la línea de producción de coberturas de fresas en la empresa Procesadora Naturalyst S.A.

Propuesta de mejora	Acciones a ejecutar
Reparaciones e implementación de las buenas prácticas de Fabricación y Manejo de Materiales	Disposición adecuada de los implementos de trabajo y seguridad
	Identificación de los contenedores de desechos y residuos
	Diseño de un Manual para el Manejo de Materiales
	Conocimiento, aplicación y verificación de las Buenas Prácticas de Fabricación
	Actualización del Manual de Limpieza
Automatización del proceso de sellado de foil	Automatización del proceso de sellado de foil por inducción
	Automatización del proceso de sellado de foil térmico

✓ Disposición adecuada de los implementos de trabajo y seguridad: El supervisor de línea debe verificar la disposición implementos de trabajo y seguridad. Por el contrario, los utensilios se buscaron y fueron utilizados, no hay un sitio apropiado en el área para su almacenamiento. Así pues, se hace obvia la necesidad de colocar estantes, cajas de herramientas de trabajo, estaciones de limpieza, surtidores de guantes, gorros y tapaboca.

✓ Identificación de los contenedores de desechos y residuos: En al área productiva de la empresa Procesadora Naturalyst S.A. debe disponerse de

sitios y contenedores adecuados y debidamente identificados en todo el establecimiento para los desechos y residuos generados durante el proceso; para ello, se deberá seleccionar los desechos de acuerdo a sus posibilidades de reciclaje, reutilización y retornables.

El Departamento de Calidad y Producción debe encargarse de colocar las señales respectivas para la disposición de los desechos y residuos, con la finalidad de controlar la generación de los mismos. Esta no es más que una acción que trata de ganar la atención de los trabajadores del área productiva sobre la ubicación de estos contenedores. La señalización debe cumplir requisitos tales como: atraer la atención del trabajador, dar a conocer las áreas donde se disponen los contenedores, dar una interpretación clara del conflicto y reducir la generación de los residuos en zonas cercanas al área de elaboración del producto.

Estas señales deben tener las siguientes características:

1. Para garantizar la visibilidad de las señales, deben ser elaboradas preferiblemente con materiales reflectivos o estar convenientemente iluminados.
2. Las señales o carteles de identificación de los contenedores de desechos y residuos, no deberán ir acompañados por mensajes publicitarios, dado que le resta efectividad a la señal, convirtiéndose en distractor para el personal, afectando considerablemente la ejecución y rendimiento en sus actividades.
3. Todas las señales, deben permanecer en su correcta posición, limpias y legibles. Los programas de conservación deben incluir el reemplazo de los carteles defectuosos, el retiro de los que no cumplan con el objeto para el cual fueron diseñados (debido a que han cesado las condiciones que obligaron a su instalación) y un mantenimiento rutinario de lavado.

✓ Diseño de un Manual para el Manejo de Materiales: Este manual tiene el propósito de asegurar la buena manipulación del material durante la producción y evitar su contaminación. Para ello, se realizará una revisión del proceso, la cual considerará una serie de aspectos, tales como: revisiones del manejo de materiales, cambios que incidan en la contaminación de la materia prima, situaciones de crisis, auditorias, inspecciones externa y la influencia en la calidad del producto.

Para lograr la eficiencia en el manejo de materiales, se deben especificar las pautas a seguir que garantizarán la disposición adecuada de los mismos durante cada una de las etapas del proceso de producción de coberturas de fresa, lo que permitirá mejorar la calidad de vida en el lugar de trabajo y evitar tiempos perdidos en la producción. Cabe destacar que, para la elaboración de dicho manual se debe tomar en cuenta la asesoría de un experto técnico y material de apoyo.

✓ Conocimiento, aplicación y verificación de las Buenas Prácticas de Fabricación: Para ello, se debe realizar la actualización del Manual de Buenas Prácticas de Fabricación y dictar capacitaciones a todas las personas involucradas con el proceso de manufactura. Para reforzar o complementar el manual existente, se propone implementar un control estadístico, a través de cartas de control para cada equipo e instrumento que permitan el control adecuado en la ejecución de las etapas del proceso; este control será realizado de manera mensual para garantizar la operatividad de los equipos e instrumentos.

Para llevar a cabo la actualización del manual de Buenas Prácticas de Fabricación se necesitará 2 personas del Departamento de Calidad y Producción, los cuales deben evaluar cada una de las prácticas realizadas durante la ejecución de las etapas de fabricación del producto, verificando el funcionamiento y la manipulación de los equipos antes de su utilización con la finalidad de ajustarlos o reajustarlos cuando sea necesario, y así protegerlos contra desajustes susceptibles para garantizar la exactitud de los

resultados obtenidos. Además, se debe observar la realización correcta de cada una de las actividades por parte del personal involucrado en el proceso de manufactura.

En cuanto a la capacitación para el personal, debe ser efectuada por 1 persona del Departamento de Calidad y Producción debidamente especializado y persigue la finalidad de entrenarlos y certificarlos en cuanto a las Buenas Prácticas de Fabricación con el propósito de optimizar el manejo seguro de los materiales y la disposición adecuada de desechos y residuos, así como también el abordaje de la respuesta efectiva para los casos de incidentes, emergencias y contingencias de índole comunitario, a través del intercambio profesional basado en tecnología, experiencias y normativas involucradas en el proceso; todos como factores claves para generar seguridad y efectividad en la obtención del producto final.

✓ Actualización del Manual de Limpieza: Esta medida tiene como finalidad de garantizar el higiene en el proceso de fabricación en la zona de producción y debe estar ejecutada por 1 técnico especializado en el área de higiene, asegurándose que incluya lo siguiente:

- a. Una descripción de cada procedimiento de higiene diario conducido antes, durante y después de las operaciones.
- b. Procedimientos de higiene conducidos antes del comienzo de las operaciones de cada día que se dirigen a la limpieza de todas las superficies de contacto, equipo y utensilios.
- c. Cuán a menudo se debe hacer cada procedimiento de higiene.
- d. Identificación de los individuos responsables por la ejecución y el monitoreo de las actividades diarias de higiene.
- e. Archivos que mantengan diariamente para documentar la ejecución y monitoreo de los mismos. Los mismos deben ser supervisados, legibles, firmados y fechados; son prueba de que se fabrica un producto sano y seguro.

✓ Automatización del proceso de sellado de foil: Debido a que se ha visto afectada la productividad de la línea de procesamiento de coberturas de fresas, por ausencia de sistemas de automatización en el sellado de foil, que ocasionan la contaminación evidenciada en los análisis microbiológicos, se propone automatizar esta etapa del proceso mediante la adquisición de una selladora de foil. Para ello, se proponen dos tipos de sellado por inducción y térmico; ambos presentan características propias y relevantes, las cuales se presentan en la tabla 4.14.

Tabla 4.14. Tipos de sellado para recipientes con foil de aluminio

Tipo	Características
Por inducción	<ul style="list-style-type: none"> - Las tapas se colocan y se aprietan convencionalmente, es decir, el sellado es manual. - Es un proceso de calentamiento sin contacto. - Se induce una corriente electromagnética en la lámina de aluminio, creando un efecto de calentamiento a modo de resistencia. - El proceso exige poca o ninguna modificación a una línea de empaque. - Mediante este método, el material de sellado debe ser compatible con el material de envase para que sea capaz de adherirse a la boca del recipiente. - Los envases de plásticos son más fáciles de sellar mediante este método, mientras que para un envase de vidrio se debe realizar un tratamiento adicional para que la boca acepte el sello. - Debido a la conducción generada, no es aconsejable sellar envases por este método. - Mediante este método se podría fundir la rosca del envase. - Es un proceso manual, el personal tiene contacto directo con el equipo. - La inversión inicial es baja pero el costo de mantenimiento es alto.

**Tabla 4.14. Tipos de sellado para recipientes con foil de aluminio
(continuación)**

Tipo	Características
Térmico	<ul style="list-style-type: none"> - Sellado automático. - Es de tecnología avanzada. - La fricción produce calentamiento. - Menos fricción entre los elementos que conforman el equipo, ya que la temperatura es regulada. - Requiere poco mantenimiento. - Reduce las fallas mecánicas en el sistema. - Confiabilidad total, diseño robusto y bajo costo operacional. - Existe variedad de modelos de equipos selladores térmicos. - Permite el sellamiento de gran variedad de tipos de envases. - Por ser un proceso automático, el personal cuenta con alto nivel de seguridad.

Una vez reconocidas las características de cada tipo de sellado, se procedió a valorar cada uno de los aspectos a considerar para la posterior selección de la mejor alternativa para el sellado con foil de aluminio, para lo cual se tomó en cuenta lo siguiente:

- › Cero (0) punto, cuando el aspecto más importante sea el de la fila.
- › Medio punto, (0,5) cuando la importancia sea equivalente para ambos aspectos.
- › Un (1) punto, cuando el aspecto más importante sea el de la columna.

A continuación, se muestra la valoración de los aspectos a considerar en la evaluación de las alternativas de sellado.

Tabla 4.15. Matriz de ponderación de los aspectos más importantes para la selección de la mejor alternativa de sellado con foil de aluminio.

Aspectos	Proceso de sellado	Proceso de calentamiento	Tipos de envases que se pueden sellar	Mantenimiento	Seguridad del equipo	Costos relativos	Suma	Porcentaje
Proceso de sellado	0,5	1	0,5	1	1	0,5	4,5	25,71
Proceso de calentamiento	0	0,5	0	0	0,5	0	1	5,71
Tipos de envases que se pueden sellar	0,5	1	0,5	1	1	0	4	22,86
Mantenimiento del equipo	0	1	0	0,5	0	0	1,5	8,57
Seguridad del equipo	0	0,5	0	1	0,5	0	2	11,43
Costos relativos	0,5	1	1	1	1		4,5	25,71
TOTAL	1,5	5	2	4,5	4	0,5	17,5	100

En la tabla 4.15, se observa que para la evaluación de las alternativas de sellado de foil de aluminio se consideraron los siguientes aspectos: proceso de sellados con 25,71%, proceso de calentamiento con 5,71%, tipo de envase que se puede sellar con 22,86%, mantenimiento del equipo con 8,57%, seguridad del equipo con 11,43% y costos relativos con 25,71%.

Ahora bien, en función de las características mostradas en la tabla 4.13 y de los aspectos mostrados en la tabla 4.14, se procedió a evaluar el tipo de sellado más adecuado para el proceso de manufactura en la línea de producción de coberturas de frutas, mediante una matriz de selección de alternativas, la cual se muestra en la tabla 4.16.

Tabla 4.16. Matriz de selección de la mejor alternativa para el sellado con foil de aluminio.

Aspectos	Peso (%)	Alternativas tecnológicas			
		<i>Sellado por inducción</i>		<i>Sellado Térmico</i>	
		Puntos	Total	Puntos	Total
Proceso de sellado	25,71	8	205,68	10	257,1
Proceso de calentamiento	5,71	4	102,84	7	39,97
Tipos de envases que se pueden sellar	22,86	5	114,3	10	228,6
Mantenimiento del equipo	8,57	6	51,42	8	68,56
Seguridad del equipo	11,43	7	80,01	10	114,3
Costos relativos	25,71	7	179,97	9	231,39
TOTAL	100		654,22		939,92

De acuerdo a lo mostrado en la tabla 4.16, la alternativa que obtuvo la mayor puntuación es el sellado térmico (939,92 puntos), debido a la tecnología avanzada de su aplicación, la cual proporciona un sellado automático del envase, un proceso de calentamiento controlado, sellado de cualquier tipo de envases y fácil mantenimiento del equipo, además proporciona seguridad en los trabajadores y bajos costos en comparación con el método de sellado por inducción.

En resumen, se puede decir que para lograr la mejora en el proceso de manufactura se requiere no sólo la aplicación de las alternativas propuestas, sino que se hace necesaria la participación de todos los miembros que conforman el Departamento de Calidad y Producción, con la finalidad de desarrollar la búsqueda constante de soluciones y así obtener el fortalecimiento de la empresa. Quiere decir que, la ejecución de las acciones de mejora propuestas traerá como resultado una empresa más eficiente que responda a las necesidades del cliente.

4.5. SELECCIONAR LA MEJOR ALTERNATIVA DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO Y ECONÓMICO.

Para el desarrollo de esta etapa, se realizó la revisión de cada una de las alternativas de mejora propuestas anteriormente, tomando en cuenta las acciones a ejecutar, clasificadas en 2 propuestas: la primera corresponde a reparaciones e implementación de las buenas prácticas de Fabricación y Manejo de Materiales, y la segunda opción es la automatización del proceso de sellado de foil, establecidas en la tabla 4.13.

Adicionalmente, se toma en cuenta los resultados arrojados en la matriz de selección de la mejor alternativa para el sellado de foil de aluminio, mostrada en la tabla 4.16, en la cual se señala que para la automatización del proceso de sellado de foil resulta más viable el sellado térmico debido a las ventajas que proporciona, entre ellas, la más importante, su tecnología

avanzada. Así pues, se descarta realizar la evaluación económica del sellado por inducción.

4.5.1. Evaluación de los costos de las propuestas

Para la evaluación de costos de las propuestas, se procedió a solicitar cotizaciones de materiales y equipos, y se evaluó su costo; con la finalidad de determinar la factibilidad económica de esta mejora al proceso de manufactura y así dar solución a las inconformidades evidenciadas. De esta forma, en la tabla 4.17 se muestra el detalle de la propuesta 1, proveniente de la sumatoria de los costos de cada una, mediante la ecuación 3.3.

Tabla 4.17. Costos detallados para reparaciones, e implementación de las buenas prácticas de Fabricación y Manejo de Materiales.

Nº	Acciones a ejecutar	Costo
1	Disposición adecuada de los implementos de trabajo y seguridad	6.500,00
2	Identificación de los contenedores de desechos y residuos	4.000,00
3	Diseño de un Manual para el Manejo de Materiales	8.100,00
4	Conocimiento, aplicación y verificación de las Buenas Prácticas de Fabricación	6.200,00
5	Actualización del Manual de Limpieza	5.500,00
Subtotal		30.300,00

Ahora bien, en la tabla 4.18 se establece el monto total de las 2 propuestas planteadas para la línea de cobertura de frutas de la Procesadora

Naturalyst, S.A., las cuales son el resultado de los análisis realizados durante el desarrollo de los objetivos anteriores.

Tabla 4.18. Inversión de cada una de las propuestas de mejora.

Propuesta	Inversión requerida (Bs)
1. Reparaciones e implementación de las buenas prácticas de Fabricación y Manejo de Materiales	30.300,00
2. Automatización del proceso de sellado de foil térmica	145.050,00
Total	175.350,00

En general, se puede inferir que las propuestas han sido analizadas desde el punto de vista técnico, determinándose de que pueden ser llevadas a cabo por personal especializado de la empresa o a través de subcontratación. Cabe destacar que, resulta necesario tomar en cuenta el siguiente personal para la ejecución de cada acción de mejora, los cuales se muestran en la tabla 4.19.

Tabla 4.19. Responsables de ejecutar las acciones de mejora.

Propuesta de mejora	Acciones a ejecutar	Responsable
Reparaciones e implementación de las buenas prácticas de Fabricación y Manejo de Materiales	Disposición adecuada de los implementos de trabajo y seguridad	Supervisor de línea
	Identificación de los contenedores de desechos y residuos	Departamento de Calidad y Producción
	Diseño de un Manual para el Manejo de Materiales	1 Técnico especializado
	Conocimiento, aplicación y verificación de las Buenas Prácticas de Fabricación	2 personas del Departamento de Calidad y Producción para la actualización del Manual de Buenas Prácticas de Fabricación
	Actualización del Manual de Limpieza	1 persona del Departamento de Calidad y Producción para la dictar el curso de capacitación
1 Técnico especializado en higiene y mantenimiento		
Automatización del proceso de sellado de foil	Automatización del proceso de sellado de foil térmico	Técnico fabricante

En la tabla anterior, se muestra que reparaciones e implementación de las buenas prácticas de Fabricación y Manejo de Materiales pueden ser realizadas por el equipo de Calidad, Producción y Mantenimiento de la Procesadora Naturalyst S.A. sin costos adicionales asociados, mientras que Automatización del proceso de sellado de foil térmico debe ser realizado por personal técnico del fabricante, dichos costos están incluidos en el presupuesto del equipo.

4.5.2. Determinación de la factibilidad económica

✓ Cálculos preliminares para la determinación de la producción de Procesadora Naturalyst, S.A.

La determinación de la factibilidad económica, se realizó mediante cálculos preliminares para obtener la producción de fresas de la Procesadora Naturalyst, S.A., este cálculo se hizo tomando en cuenta que la línea tiene una distribución de producción de fresas de 7 jornadas de trabajo que equivalen a 160 horas mensuales.

Así pues, en la tabla 4.20 se pueden visualizar los precios, presentaciones y rendimientos. Estos datos son proporcionados por Procesadora Naturalyst, S.A. cabe destacar que, para la estimación del proyecto a través de los años fue necesario establecer un aumento del monto actual para cada año.

Tabla 4.20. Datos para el cálculo de los kilos mensuales de cobertura de fresas.

Pr_f (bolsas)	P_f (kgMP/bolsas)	R_f (kgPT/kgMP)	Producción (kgPT)
40	13	0,35	182

En la tabla anterior, se observa que en cada jornada de trabajo utilizan 40 bolsas de fresas, siendo el peso de cada una de ellas de 13 kg; además se visualiza que existe un rendimiento del producto con respecto a la materia prima de 0,35 durante el proceso de manufactura, obteniéndose una producción de 182,00 KgPT.

En este orden de ideas, en la tabla 4.21 se reflejan los datos necesarios para el cálculo de los costos iniciales del producto, según información suministrada por los Departamentos de Ventas y Administración de la Procesadora Naturalyst, S.A. De igual forma, se procede a calcular los costos necesarios para determinar el costo inicial de la producción de fresas, obteniéndose, los valores registrados en la tabla 4.22.

Tabla 4.21. Datos para el cálculo de los costos iniciales de la cobertura de fresas.

Pmp_f (Bs/kgMP)	Cpe (kgPT/jarra)	Pb_f (Bs/jarra)	MOD-I (Bs/kg)	CF_h (Bs/Kg*h)	H_j (h)	Pv_f (Bs/KgPT)
169	4,5	20	23,25	1.313	8	23

Tabla 4.22. Resultados de los costos iniciales para la producción de la cobertura de fresas.

Nb_f (Jarras)	Ce_f (Bs)	Mo_f (Bs/KgPT)	CF_f (Bs/KgPT)
40	808,80	12.090	10.500

Ahora bien, los datos reflejados en la tabla 4.20 y 4.21, referentes a peso de materia prima, producción de sacos de fresas y precios de materia prima, por jornada de trabajo se introducen en la ecuación 3.5 para obtener

el costo inicial de producto terminado de cobertura de fresas que se puede observar en la tabla 4.23.

Tabla 4.23. Resultados de la producción, costos, pérdida de producto no conforme y beneficio.

	Costos inicial (Bs)	Costos de producción (Bs/kg)	Utilidad bruta (Bs/kg)	Pérdida PNC (Bs)	Costos PNC (Bs)	Beneficio (Bs/mes)
Bs	87.880	611	588	17.349	18.027	247.633
\$	20.437	142	137	4.035	4.192	57.589

Una vez obtenido el costo inicial del producto, se determinó el costo de manufactura del producto terminado, de manera tal que si se resta el costo de producción con el precio de venta asignado para la fresa, se obtiene la utilidad bruta, como puede observarse en la tabla 4.23, estos valores de utilidad son positivos, es decir se obtienen ganancias producto de la venta a pesar de los costos necesarios para su manufactura.

Después de obtener la utilidad bruta, se procede a conocer la pérdida por producto no conforme en función del porcentaje de inconformidad del mismo, resultado de los análisis microbiológicos reflejados en la tabla 4.12 durante el período de estudio, el cual es de 16,2%, valor que se puede traducir en una oportunidad de mejora. Esta observación, reafirma la necesidad de establecer planes de acción enfocados en el mejoramiento de la línea de cobertura de fresas, lo cual traerá beneficios, ya que tales acciones favorecerán al resto de los productos que se fabrican en la empresa Procesadora Naturalyst S.A.

Luego de conocer el porcentaje de inconformidad basado en los análisis microbiológicos, se contabiliza el porcentaje de pérdida del producto no conforme en Bs, obteniéndose 17.349 Bs (Ver tabla 4.23), resultado que se

debe disminuir en un 100%. Para ello, se debe tomar en cuenta el costo asociado a la producción de cobertura de fresa, el cual se obtiene incluyendo los costos de acuerdo a la ecuación 3.10.

Así pues, al realizar mediante la ecuación 3.14 la sumatoria de la pérdida por producto no conforme con el costo de producir la cantidad de inconformidad encontrada fue de 18.027 Bs (4.192 \$) y al multiplicarlo por las 7 jornadas trabajadas en el mes, se obtiene un beneficio de 247.633 Bs/mes (57.589 \$/mes), que equivale al ahorro que se obtiene en la fabricación del producto.

En ese sentido, en la tabla 4.23 se puede observar que el beneficio obtenido es positivo, valor que representa el aumento de la rentabilidad, lo cual se considera como una disminución notable de las inconformidades en el producto cobertura de fresa, quiere decir que el proyecto que se desea implementar es económicamente factible.

Cabe destacar que, la automatización del proceso de sellado de foil térmico, resulta ser una propuesta atractiva para los inversionistas, conforme a la necesidad de obtener la eficiencia de la producción y el aumento de la rentabilidad en la organización. Dicha necesidad, está fundamentada en los avances tecnológicos que exige la industria de alimentos actualmente, ya que permiten mejorar las operaciones, reducir el costo de producción e incrementar la misma.

Igualmente, se considera que la automatización del proceso de manufactura de cobertura de fresas en la Procesadora Naturalyst, S.A., generaría beneficios relacionados con la reducción de tiempos de fabricación, la disminución de costos por mantenimiento y se obtendría el rendimiento significativo por parte de la mano de obra, en fin la implementación de dicha propuesta garantiza un beneficio tanto tecnológico como económico.

CONCLUSIONES

A continuación se exponen las conclusiones encontradas a lo largo del desarrollo de la investigación:

1. A través de la fase de diagnóstico, se identificó que el proceso de manufactura de la línea de coberturas de fresas de la empresa Procesadora Naturalyst S.A., cumple con un alto porcentaje de las Buenas Prácticas de Fabricación.
2. Se determinó que la principal causa que genera las inconformidades en el producto es la ausencia de sistemas de automatización de sellado del producto.
3. Los análisis físico-químicos encontrados están dentro del rango que exige la empresa y la normativa venezolana Covenin.
4. La ecuación de regresión lineal que se ajustó mejor fue $y = 3,172e^{0,008x}$, con un $R^2 = 0,943$ para el pH.
5. Con la realización de los análisis microbiológicos se determinaron los siguientes porcentajes de inconformidad: porcentajes de inconformidad: cobertura de fresas 16,2%, máquina rebanadora URSEHELL 3,81%, tanque de formulado 2,86% y operarios 4,76%.
6. Mediante reparaciones e implementación de las Buenas Prácticas de Fabricación y Manejo de Materiales, se pretende disminuir las inconformidades presentadas en la línea de coberturas de fresas.
7. A través de la automatización del proceso de sellado con foil de aluminio del producto permitirá disminuir el contacto de los operarios con el producto y reducir el riesgo de contaminación del mismo.
8. En el estudio económico se obtuvo un beneficio positivo de 247.633 Bs/mes (57.589 \$/mes); es decir que el proyecto de implementación de las propuestas de mejoras en la línea de coberturas de fresas planteadas es factible.

RECOMENDACIONES

A continuación se presentan algunas recomendaciones, relacionadas con la calidad alimentaria:

1. Implementar las mejoras diseñadas en esta investigación para optimizar el proceso de manufactura de la línea de coberturas de fresas y así, lograr la disminución de las inconformidades en el producto terminado.
2. Invertir en la capacitación del personal de la Procesadora Naturalyst, S.A. para evitar gastos adicionales por la manipulación inadecuada de herramientas, instrumentos y equipos.

REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemists, AOAC. (2002). Recuento de Bacterias totales por el Método Simplate AOAAC 200.07. Catálogo AOAC. 15ª Edición.
- Association of Official Analytical Chemists, AOAC. (2002). Recuento de Hongos y Levaduras por el Método Simplate AOAAC 2002.11. Catálogo AOAC. 15ª Edición.
- Association of Official Analytical Chemists, AOAC. (2005). Recuento de Coliformes totales por el Método Simplate AOAAC 2005.03. Catálogo AOAC. 18ª Edición.
- Association of Official Analytical Chemists, AOAC. (2005). Recuento de E. coli por el Método Simplate AOAAC 2005.04. Catálogo AOAC. 18ª Edición.
- Bastidas, J., (2008). Buenas Prácticas de Manufactura. [Artículo en Línea]. Consultado el 11 de Agosto del 2011 en: <http://pablojavierbastidas.blogspot.com/2008/01/bpm-en-la-industria-de-alimentos.html>.
- Campos, H., (2000). Inocuidad de Alimentos y Negociaciones Comerciales sobre Productos Agropecuarios. [Artículo en Línea]. Consultado el 15 de Junio del 2011 en: http://www.iadb.org/intal/aplicaciones/uploads/ponencias/Foro_INTAL_2000_08_campos.pdf.
- Castellanos, R., (2004). "Incorporación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control en la legislación alimentaria". Salud pública. [Revista en línea], N°6 (p. 289-301). Consultado el 15 de Junio del 2011

en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v6n3/a05v6n3.pdf>. Bogotá, Colombia.

Cedeño, O., (2002). "Evaluación y control de almacenaje de los ingredientes de Alimentos Heinz C.A". Trabajo especial de grado presentado para optar al título de Ingeniero Químico. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

Codex Alimentarius, (1999). Código Internacional de Prácticas Recomendado para la Elaboración y Manipulación de los Alimentos Congelados Edición 1999.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (Covenin), norma N° 924:83. "Frutas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles por refractometría". (1ª Revisión). Caracas, Venezuela; 1983.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (Covenin), norma N° 902-87. "Alimentos. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de petri". (2ª Revisión). Caracas, Venezuela; 1987.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (Covenin), norma N° 1151-77. "Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez". (2ª Revisión). Caracas, Venezuela; 1977.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (Covenin), norma N° 1315-79. "Frutas y productos derivados. Determinación de pH (acidez iónica)". (2ª Revisión). Caracas, Venezuela; 1979.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (Covenin), norma N° 3123-94. "Alimentos. Recuento de microorganismos acidúricos". (2ª Revisión). Caracas, Venezuela; 1994.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (Covenin), norma N° 598-87. "Planes de muestreo únicos, dobles y múltiples con rechazo. Caracas, Venezuela; 1987.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (Covenin), norma N° 409-98. "Alimentos. Principios generales para el establecimiento de criterios microbiológicos". (1ª Revisión). Caracas, Venezuela; 1998.

Chaló, N., (2004). "Análisis de riesgos y control de puntos críticos de control en una central frutícola". Caso Lima Tahití. UDO Agrícola. [Revista en línea], N° 4 (p. 72-79). Consultado el 15 de Junio de 2011 en: http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2221569&orden=7345. Maturín, Venezuela.

Coronell, G., (2008). "Plan de negocio para la creación de una empresa agroindustrial destinada a la transformación de fresa en pulpa". Trabajo especial de grado para optar al título de Administrador de Empresas. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá - Colombia. [Documento en línea]. Consultado el 15 de Junio del 2011 en: <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/economia/tesis65.pdf>.

Domenech, J., (2004). Diagrama de Pareto. [Documento en línea]. Consultado el 15 de Junio del 2011 en: http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Diagrama_de_Pareto.pdf.

- Gaceta Oficial, (1996). Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de alimentos para consumo humano. N°36.081.
- Giugni, L., Corina, E., Inés, G., Venturina, G., (2007). Evaluación de proyectos de inversión. (1ª. ed.). Valencia, Venezuela: Dirección de Medios, Publicaciones y R.R.P.P.
- González, E., (2002). Inocuidad de los Alimentos. [Publicación en Línea]. Consultado el 15 de Junio del 2011 en: [http:// www.monografias.com/trabajo41/inocuidad-alimentos/inocuidad-alimentos3.shtml](http://www.monografias.com/trabajo41/inocuidad-alimentos/inocuidad-alimentos3.shtml).
- Jiménez, D., (1994). “Aplicación del análisis de riesgos, identificación y control de los puntos críticos en la elaboración de conservas acidificadas”. [Documento en línea]. Consultado el 16 de Junio de 2011 en:<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/DOCSAL3456.pdf> f.
- Longrée, K., Blaker, G., (1972). “Técnicas sanitarias en el manejo de los alimentos”. (1ª. ed.). D.F. México: PAX-MEXICO.
- Martínez, M., (2005). Diagramas Causa - Efecto, Pareto y Flujogramas [Artículo en Línea]. Consultado el 10 de Octubre de 2011 en: <http://www.gestiopolis.com/recursos4/docs/ger/diagraca.htm>.
- Nickerson, J., (1978). “Microbiología de los alimentos y sus procesos de elaboración”. (1ª. ed.). España: ACRIBIA.
- OMS, Organización Mundial de la Salud, (2007). Manual sobre las cinco claves para la Inocuidad de los Alimentos. [Publicación en Línea].

Consultado el 15 de Junio del 2011 en: http://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys_es.pdf.

Potter, N., (1973). "La ciencia de los alimentos". (1a. ed.). México. EDUTEX, S.A.

Procesadora Naturalyst S.A., (2011). Manual de procesos de la línea de coberturas de fresas. (3ª Revisión). Bárbula, Venezuela.

Santiago, M., (1998). "Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Industria procesadora de frutas y hortalizas". [Documento en línea]. Consultado el 15 de Junio del 2011 en: http://www.sinia.cl/1292/articles-39923_recurso-1.pdf. Chile.

UPEL, Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2003) "Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales". Editorial: FEDEUPE, Venezuela.

Vázquez, A., (2001). "Desarrollo de un sistema de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos (ARICPC) para frutas frescas". Revista de Alimentación, equipos y Tecnología, N° 162 (p. 67), editorial ALCIÓN, S.A. México.

Vieytes, M., (2009). Brainstorming. [Publicación en Línea]. Consultado el 15 de Junio del 2011 en: <http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/Empresarios/Brainstorming.htm>.

APÉNDICES

En esta sección se muestran las ecuaciones y cálculos más representativos para el logro de los objetivos, así como las tablas y figuras bibliográficas que sirvieron de apoyo en la búsqueda de datos.

APÉNDICE A

TABLAS, GRÁFICOS E INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

APÉNDICE A.1

**CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE
LA EMPRESA PROCESADORA
NATURALYST, S.A.**

Tabla 1. Características de inspección, organolépticas y físico-químicas de la fresa

Características físicas de la fruta		Características organolépticas		Características físico-químicas	
Goteo de la fruta	Ausente	Color	Característico	° Brix	[6-10]
Contaminación por mohos	Ausente			%Acidez	[0,61-0,96]
Sobremadurada	No	Olor	Característico	pH	[2,90-3,60]
Golpeada	No				
Material extraño	Ausente	Sabor	Característico	Ratio	[6,25-16,39]
Presencia de insectos	Ausente	Textura	Característico		

Fuente: Procesadora Naturalyst S.A. (2011)

Tabla 2. Características físico-químicas y organolépticas de la cobertura de fresas

Características físico-químicas		Características organolépticas	
variables	Especificación	variables	Especificación
° Brix	Método covenin 924-83 46mín. - 48máx.	Color	Rojo intenso
% Acidez	Método covenin 1151-77 0,5mín. - 0,75máx.		
pH	Método covenin 1315-79 2,9mín. - 3,8máx.	Olor	Característico de la Fresa
Consistencia	[4-8] cm/30 seg	Sabor	Característico de la Fresa

Fuente: Procesadora Naturalyst S.A. (2011)

Tabla 3. Especificaciones microbiológicas para los análisis de la cobertura de fresas

Microorganismo	Método	Valor (ufc/g)
Hongos	(Método AOAC 2002.11) (ufc/g)	Máx. 10
Levaduras	(Método AOAC 2002.11) (ufc/g)	Máx. 10

Fuente: Procesadora Naturalyst S.A. (2011)

Tabla 4. Especificaciones microbiológicas para los análisis de los equipos

Microorganismo	Método	Valor (ufc/g)
Aerobios mesófilos	(Método AOAC 2002.07) (ufc/g)	Máx. 3×10^2
E. coli	(Método AOAC 2005.04) (ufc/g)	<1x10
Coliformes totales	(Método AOAC 2005.03) (ufc/g)	<1x10

Tabla 5. Especificaciones microbiológicas para los análisis de los equipos

Microorganismo	Método	Valor (ufc/g)
Aerobios mesófilos	(Método AOAC 2002.07) (ufc/g)	< 1×10^3
E. coli	(Método AOAC 2005.04) (ufc/g)	<1x10
Coliformes totales	(Método AOAC 2005.03) (ufc/g)	<1x10

APÉNDICE A.2

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA
DETERMINACIÓN DE HONGOS Y LEVADURAS**

APÉNDICE A.3

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA
DETERMINACIÓN DE AEROBIOS MESÓFILOS**

APÉNDICE A.4

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA
DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y
E. COLI**

APÉNDICE A.5

TABLA DE CONVERSIÓN SIMPLATE

APÉNDICE A.6

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS HISTÓRICOS
REALIZADOS EN LA EMPRESA
PROCESADORA NATURALYST, S.A.**

Tabla 6. Análisis microbiológicos en la línea de cobertura de frutas de Procesadora Naturalyst S.A.

Datos del mes 2		Microorganismos	
Muestra	Lote	Hongos (ufc/g) Máx. 10	Levaduras (ufc/g) Máx. 10
		10^{-1}	10^{-1}
1	063574	< 10	< 10
2	063604	< 10	< 10
3	063636	< 10	< 10
4	073269	< 10	< 10
5	073312	> 10	> 10
6	063498	> 10	> 10
7	063365	< 10	< 10
8	063343	< 10	< 10
9	063323	< 10	< 10
10	063295	> 10	> 10
11	063282	> 10	> 10
12	063244	> 10	> 10
13	063143	> 10	> 10
14	063112	> 10	> 10

Tabla 7. Análisis microbiológicos en la línea de cobertura de frutas de Procesadora Naturalyst S.A.

Datos del mes 3		Microorganismos	
Muestra	Lote	Hongos (ufc/g) Máx. 10	Levaduras (ufc/g) Máx. 10
		10^{-1}	10^{-1}
1	064574	< 10	< 10
2	064604	> 10	> 10
3	064636	> 10	> 10
4	074269	> 10	> 10
5	074312	< 10	< 10
6	064498	< 10	< 10
7	064365	> 10	> 10
8	064343	< 10	< 10
9	064323	< 10	< 10
10	064295	> 10	> 10
11	064282	> 10	> 10
12	064244	< 10	< 10
13	064143	> 10	> 10
14	064112	> 10	> 10

APÉNDICE A.7

**GRÁFICOS DE LOS ANÁLISIS
MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS
EN MESES ANTERIORES EN LA
EMPRESA PROCESADORA
NATURALYST, S.A.**

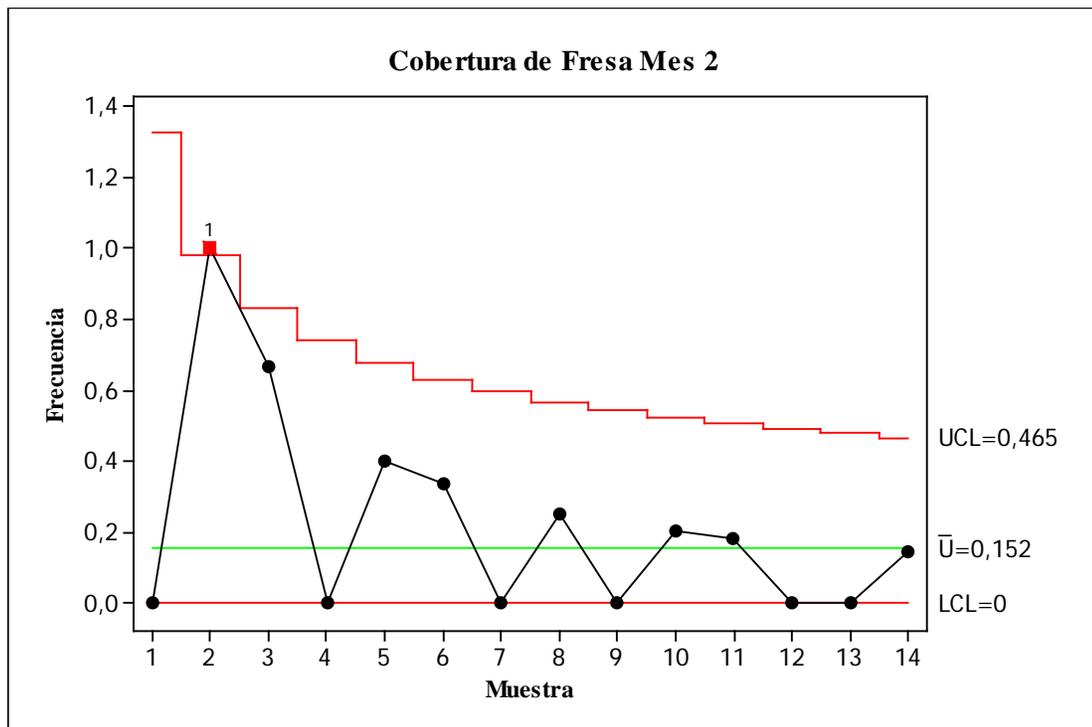


Figura A.1. Diagrama U del análisis microbiológico del mes 2.

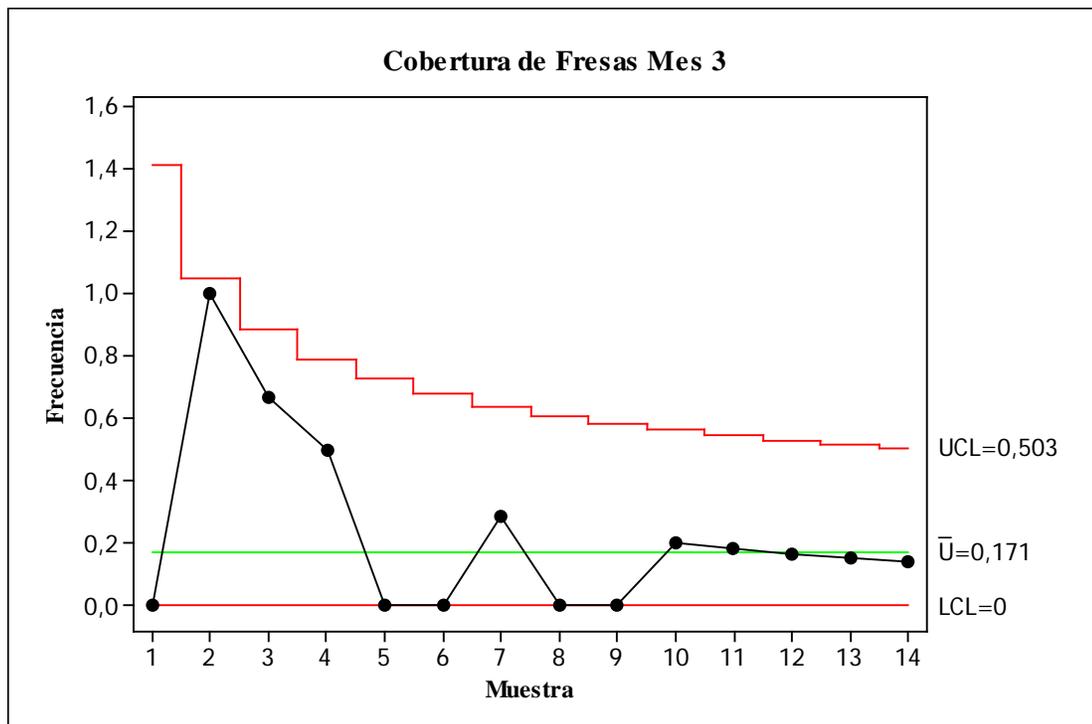


Figura A.2. Diagrama U del análisis microbiológico del mes 3.

APÉNDICE A.8

**GRÁFICOS DE LOS ANÁLISIS
MICROBIOLÓGICOS**

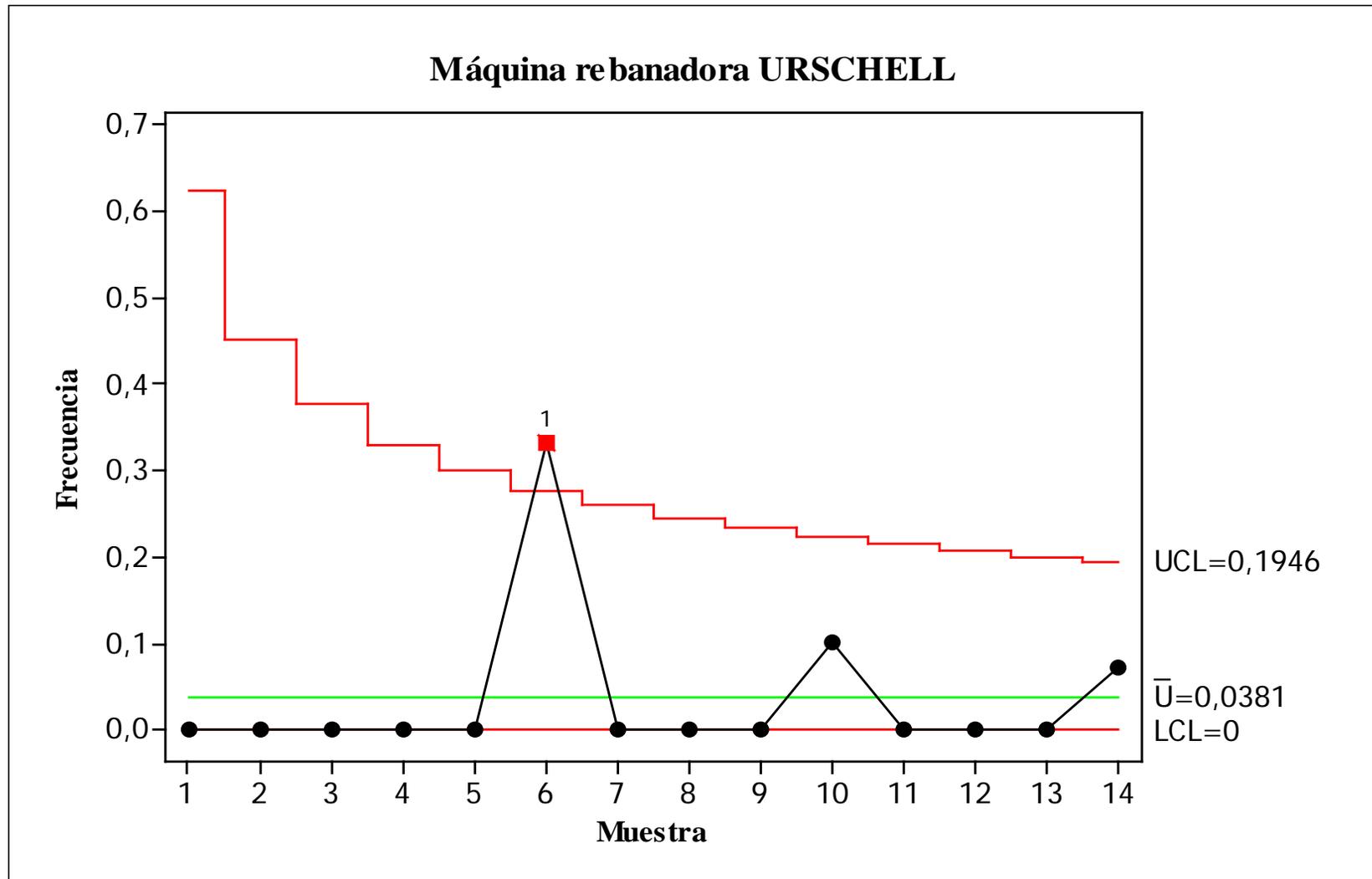


Figura A.3. Diagrama U del análisis microbiológico de la máquina rebanadora URSHELL.

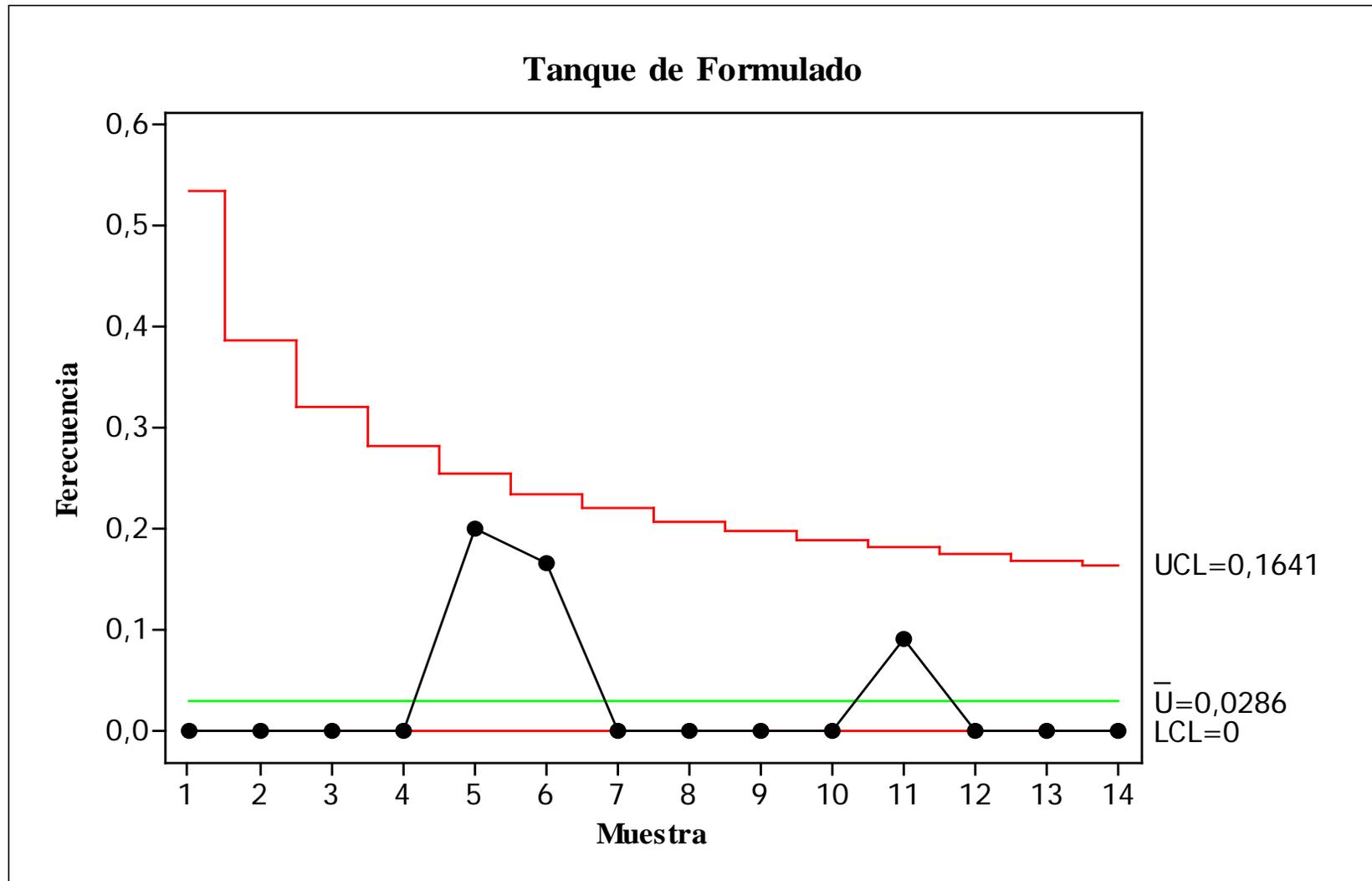


Figura A.4. Diagrama U del análisis microbiológico del tanque de formulado.

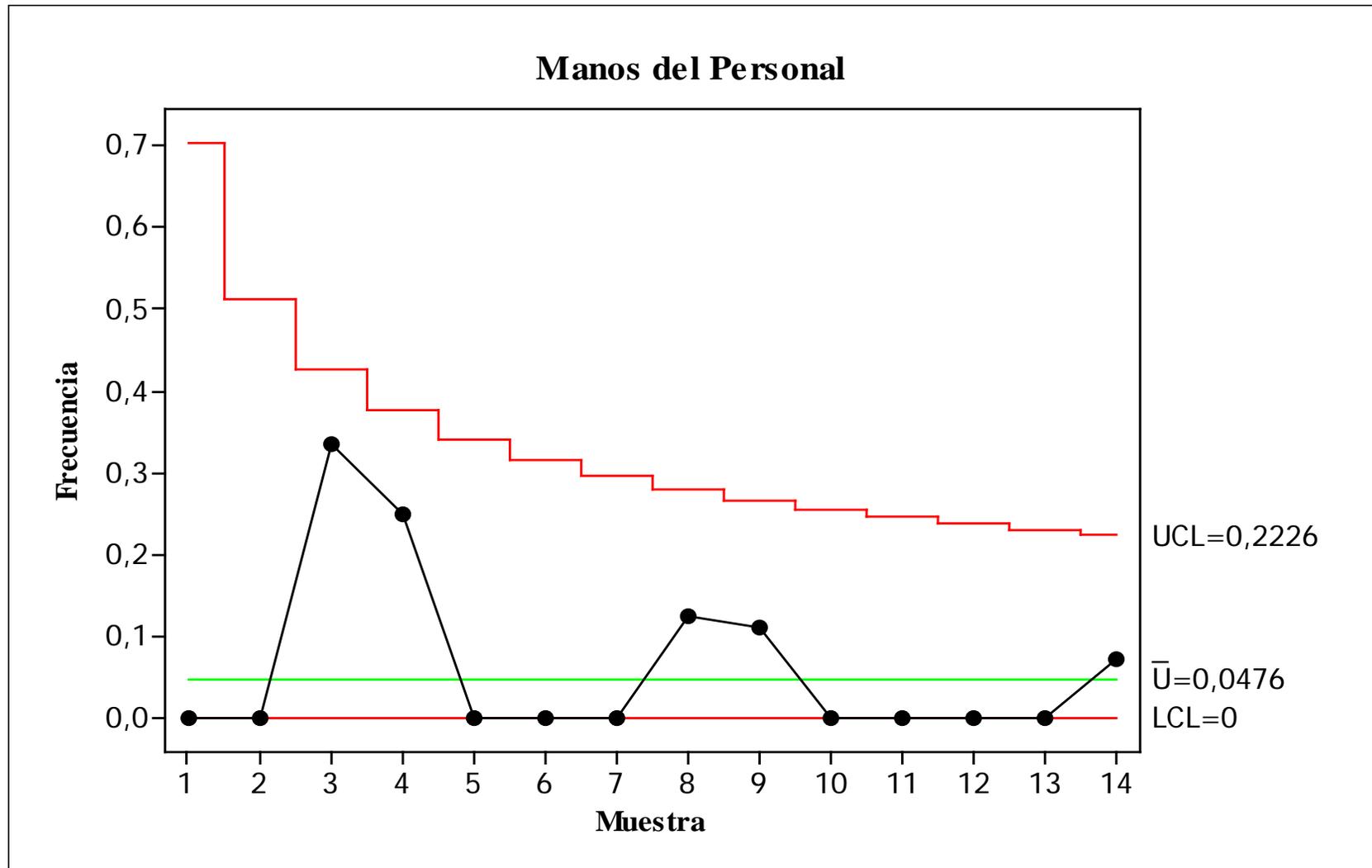


Figura A.5. Diagrama U del análisis microbiológico de las manos del personal.

APÉNDICE B CÁLCULOS TÍPICOS

B.1. DETERMINAR EL PORCENTAJE TOTAL QUE REPRESENTA CADA FACTOR QUE ATENTA CONTRA LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO

Posteriormente a la aplicación del diagrama de Ishikawa o causa-efecto se procedió a determinar el porcentaje total de cada uno de los factores que atentan contra la inocuidad del producto así como el porcentaje acumulado, a través de la ecuación 3.1.

$$\% \text{ Total} = \left(\frac{\text{magnitud del factor}}{\text{magnitud total de los factores}} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Total} = \left(\frac{15}{74} \right) \times 100 = 20\%$$

% Acumulado = (%total del factor anterior + %total del propio factor)

$$\% \text{ Acumulado} = (20 + 14) = 34\%$$

B.2. DETERMINAR EL NÚMERO UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS POR GRAMO

Utilizando la ecuación número 3.2, con 77 pocillos positivos resultados de la observación de una placa posterior a la incubación, se observa en la tabla de conversión Simplate (apéndice A.5) que el número correspondiente es igual a 414, para una dilución 10^{-1} , se tiene lo siguiente:

$$N^{\circ} \text{ ufc} = 414 * \frac{1}{10^{-1}}$$

$$N^{\circ} \text{ ufc} = 4.140 \quad (\text{ufc/g})$$

B.3. DETERMINAR LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Una vez obtenidas las cotizaciones de las mejoras, se procede a clasificar las mismas y así se presentan dos propuestas, con un valor totalizado proveniente de la sumatoria de los costos de cada una mediante la ecuación 3.3, sustituyendo los valores reflejados en la tabla 4.16, resultando:

$$I_1 = (30.300,00 + 145.050,00) \text{ Bs}$$

$$I_1 = 175.350,00 \text{ Bs}$$

Producción por bolsa de fresas:

Para la determinación de la factibilidad económica a través de herramientas de estudios económicos, fue necesario inicialmente calcular preliminares para la obtención de la producción de Procesadora Naturalyst S.A., con los datos de la tabla 4.20 según la ecuación 3.4, en el año 1 se muestra a continuación:

$$\text{Producción}_f = 40 \text{ bolsas} * 13,00 \frac{\text{kgMP}}{\text{bolsas}} * 0,35 \frac{\text{KgPT}}{\text{KgMP}}$$

$$\text{Producción}_f = 182,00 \text{ (KgPT)}$$

Costo inicial de producto terminado:

Sustituyendo los valores correspondientes a la producción de coberturas de fresas de la tablas 4.20 y 4.21 en la ecuación 3.5, se tiene que:

$$\text{CoPT}_f = 40 \text{ bolsas} * 13 \frac{\text{kgMP}}{\text{bolsas}} * 169 \frac{\text{Bs}}{\text{kgMP}}$$

$$\text{CoPT}_f = 87.880,00 \text{ (Bs)}$$

Número de jarras:

Para calcular el número de jarras necesarias en la producción mensual de coberturas de fresas se usa la ecuación 3.6. Sustituyendo los valores correspondientes de la tabla 4.21, se tiene que:

$$\text{Nb}_f = \frac{182,00(\text{kgPT})}{4,5 \left(\frac{\text{KgPT}}{\text{jarras}} \right)}$$

$$\text{Nb}_f = 40,44 \text{ jarras}$$

Costo del material de empaque:

De igual manera se calculan los costos del material de empaque del producto, introduciendo los valores correspondientes en la ecuación 3.7. Sustituyendo los valores correspondientes de las tablas 4.21 y 4.22 respectivamente, se tiene que:

$$\text{Ce}_f = 40,44 \text{ jarras} * 20 \frac{\text{Bs}}{\text{jarra}}$$

$$\text{Ce}_f = 808,80 \text{ (Bs)}$$

Costos de mano de obra:

De igual manera se calculan los costos de mano de obra a través de la ecuación 3.8. Sustituyendo los valores correspondientes de las tablas 4.20 y 4.21 respectivamente, se tiene que:

$$\text{Mo}_f = 23,25 \frac{\text{Bs}}{\text{kgPT}} * 40 \text{ bolsas} * 13 \frac{\text{kgMP}}{\text{bolsas}}$$

$$M_{o_f} = 12.090,00 \text{ (Bs)}$$

Carga fabril:

Utilizando la ecuación 3.9 y sustituyendo los valores correspondientes de la tabla 4.21, se tiene que:

$$CF_f = 1.312,5 \frac{\text{Bs}}{\text{KgPT} \cdot \text{h}} * 8 \text{ h}$$

$$CF_f = 10.500,00 \text{ (Bs/KgPT)}$$

Costo de Producción:

Finalmente, el costo de producción se calcula con la ecuación 3.10 sustituyendo los datos calculados anteriormente y resulta que el costo de producción de la cobertura de fresas es igual a:

$$\text{Costos}_f = \frac{87.880,00 \text{ (Bs)} + 808,80 \text{ (Bs)} + 12.090,00 \text{ (Bs)} + 10.500,00 \text{ (Bs)}}{182,00 \text{ (kg)}}$$

$$\text{Costos}_f = 611,42 \text{ (Bs/kg)}$$

Utilidad bruta:

Para la estimación del proyecto a través de los años fue necesario establecer un aumento del monto actual para cada año, tal como se describe en el Capítulo III, para la materia prima, mano de obra directa e indirecta, carga fabril y para los gastos de material de empaque. Ahora bien, la utilidad bruta de la línea se calcula a través de la ecuación 3.11 como la diferencia entre los costos de producción y el precio de venta de la cobertura de fresas, con los datos reflejados en las tablas 4.21 y 4.23.

$$U_{bruta_f} = 611,42 \text{ (Bs/kg)} - 23 \text{ (Bs/kg)}$$

$$U_{bruta_f} = 588,42 \text{ Bs/kg}$$

Pérdida por Producto No Conforme:

Es necesario entonces conocer la pérdida que se tiene de producto, este cálculo se hizo de acuerdo al porcentaje de inconformidad hallado a través de los análisis microbiológicos para la cobertura de fresas, los mismos se pueden observar en la tabla 4.12 y se calcula como se muestra a continuación en la ecuación 3.12, con los valores de Producción y Utilidad Bruta de la cobertura de fresas indicados en la tabla 4.23.

$$\text{Pérdida PNC} = 182,00 \text{ (kg)} * 0,162 * 588,42 \text{ Bs/Kg}$$

$$\text{Pérdida PNC} = 17.348,97 \text{ Bs}$$

Costos de Producción de Producto No Conforme:

Luego, se debe calcular el costo asociado a la producción del material que está clasificado como no conforme, a través de la ecuación número 3.13:

$$\text{Costo PNC} = 182,00 \text{ (kg)} * 0,162 * 611,42 \text{ (Bs/kg)}$$

$$\text{Costo PNC} = 18.027,11 \text{ (Bs)}$$

Beneficio:

De esta manera, al sumar la pérdida por producto no conforme con el costo de producir la cantidad de inconformidad encontrada y multiplicarlo por las jornadas trabajadas en el mes, se obtiene el beneficio o el ahorro tal y como muestra la ecuación 3.14:

$$B_v = (17.348,97 \text{ (Bs)} + 18.027,11 \text{ (Bs)}) * 7 / \text{mes}$$

$$B_v = 247.632,56 \left(\frac{\text{Bs}}{\text{mes}} \right)$$

$$B_v = 247.632,56 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}} \times \frac{\$}{4,30 \text{ Bs}}$$

$$B_v = 57.588,97 \left(\frac{\$}{\text{mes}} \right)$$

ANEXOS

A lo largo de esta fase se presentará información de interés relacionada con la investigación desarrollada, que sirvieron de apoyo para el desarrollo de la investigación.

ANEXO A

FOTOGRAFÍAS



Figura 1. Materia prima



Figura 2. Materia prima rebanada



Figura 3. Etapa de macerado



Figura 4. Máquina rebanadora URSCHELL



Figura 5. Marmita volcable o tanque de formulado



Figura 6. Presentación del producto terminado