



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
NÚCLEO UNIVERSITARIO "RAFAEL RANGEL"
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
ÁREA: PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS
TRUJILLO - ESTADO TRUJILLO

**EFFECTIVIDAD DEL PROCESO DE TRATAMIENTO TÉRMICO UTILIZADO
EN LA ELABORACIÓN DE HARINA DE ARROZ.**

CASO: INDUSTRIAS KEL MUNICIPIO SAN RAFAEL DE CARVAJAL,
ESTADO TRUJILLO.

bdigital.ula.ve

Trabajo de grado que se presenta a la Universidad de los Andes – Núcleo Universitario "Rafael Rangel" en el cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Agrícola.

Realizado por:

Torres Artigas Marvely Karina

Tutor Académico

Asesor Académico

Prof. Ing. Msc. Ciprian Delgado

Prof. Ing. Msc. Edixon Macías

Trujillo, 2012



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
NÚCLEO UNIVERSITARIO "RAFAEL RANGEL"
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
ÁREA: PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS
TRUJILLO - ESTADO TRUJILLO

**EFFECTIVIDAD DEL PROCESO DE TRATAMIENTO TÉRMICO UTILIZADO
EN LA ELABORACIÓN DE HARINA DE ARROZ.**
CASO: INDUSTRIAS KEL MUNICIPIO SAN RAFAEL DE CARVAJAL,
ESTADO TRUJILLO.

Realizado por:

Torres Artigas Marvely Karina

Trujillo, 2012

DEDICATORIA

Quiero compartir este triunfo con mis seres queridos y con todas aquellas personas que siempre estuvieron a mi lado y es por ello que quiero dedicar de todo corazón:

A Dios Todopoderoso, por iluminarme cada día de mi vida, por guiarme y darme la fortaleza necesaria para afrontar los momentos más difíciles que tanto me han hecho crecer y por tantos momentos felices. **Te Amo Dios.**

A mi Madre María del Rosario Artigas de Torres, pilar fundamental en mi vida, madre ejemplar, quien me ha brindado siempre un inmenso amor y sabiduría, gracias por formarme. Gran parte de este triunfo te lo debo a ti y te lo dedico. **Te Amo Madre.**

A mi Padre José Torres, siempre me has apoyado en los buenos momentos, con tu cariño, ayuda y apoyo colaboraste al logro de este éxito. **Te Amo Padre.**

A mi Abuela María Marta Rondón de Artigas (†), quien me brindo su amor, sabiduría y vela por mi desde el Reino de Dios. Te dedico este triunfo con mucho amor.

A mis Hermanos, Martha María, José Rafael y Orlando José. Gracias por estar siempre a mi lado dándome su apoyo incondicional y valiosos consejos. Me siento muy feliz y orgullosa de tenerlos a mi lado. Les dedico de corazón este logro.

A mis Sobrinos, José Miguel Ángel y Diego Andrés que mi triunfo le sirva de motivación y ejemplo en un futuro haciendo realidad sus metas. Los amo mucho y que Dios me los bendiga.

A mis Tías, Isabel, Emiliana y Victoria por siempre concederme su amor, sus consejos e incondicional apoyo, así contribuyendo al éxito de esta meta. Gracias y las quiero mucho.

A mis primos, con los que he compartido tantos momentos hermosos, gracias por estar apoyándome en este gran camino. Los Quiero Mucho.

A mi tío político, Roberto Rivera por sus consejos y buenos deseos. Muchas gracias.

A mis Amigos, Lorena Peña, Abraham Rivero, Jesús Castellanos, María Gabriela Sáez, Alejandro Lamos, Douglas Araujo, Mariana Rusa, Ámbar Camacho, Nelsa Briseño, entre muchos, por tantos momentos que compartimos juntos y demostraron apoyarme brindándome su amistad. Gracias.

MARVELY KARINA TORRES ARTIGAS

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso, por ser la luz de mi camino, por fortalecerme y permitirme lograr una de mis metas más anheladas, que con su sabiduría, se realizó este objetivo.

A mis Padres por su gran amor, constancia y apoyo en formarme a nivel universitario.

A la ilustre Universidad de los Andes, Núcleo Universitario “Rafael Rangel” por ser mi casa de estudio y hacer de mí un profesional.

Al tutor académico, el Ing. Msc. Ciprian Delgado que me permitió cumplir con el desarrollo de esta investigación, brindándome sus conocimientos y colaboración. Muchas gracias

Al asesor académico, el Ing. Msc. Edixon Macías por ofrecerme sus consejos y conocimientos para la continuidad de mis estudios y logro de esta meta. Gracias

Al asesor técnico, el Ing. Olegario de la Cruz por contar con su ayuda y conocimientos aportados en el área de laboratorio. Gracias

Gracias al personal de la Industrias Kel, por otorgarme la ayuda e instrucción necesaria en el desarrollo de este trabajo de grado, como también por haberme ofrecido la oportunidad de desempeñarme en el campo laboral.

MARVELY KARINA TORRES ARTIGAS

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Formulación del Problema	5
1.3 Objetivos de la Investigación	
Objetivo General	5
Objetivo Específico	6
1.4 Justificación de la Investigación	6
1.5 Delimitación	7
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	8
2.2 Bases Teóricas	11

Tratamiento térmico	11
Pasteurización	12
Esterilización	12
Parámetros para la evaluación del proceso térmico	13
Tiempo de reducción decimal	13
Constante de resistencia térmica	14
Tiempo de muerte térmica	15
Límite de actividad del agua mínima	15
Los cereales	19
Concepto de la materia prima	20
Clasificación taxonómica del arroz	20
Aspecto físico del arroz	20
Estructura del grano	21
Concepto del producto final	22
Microorganismos y alimentos	23
Microbiología en los cereales y harinas	23
Requisitos Microbiológicos	23
Coliformes	25
Escherichia Coli	26
Aerobios mesófilos	26
Mohos	27
2.3 Bases Legales	28
2.4 Reseña institucional de la empresa	28

2.5 Sistemas de Variables	37
CAPÍTULO III	
MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Nivel de investigación	39
3.2 Diseño de la investigación	39
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.4 Técnicas de análisis y procesamiento de la información	53
CAPITULO IV	
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	54
CAPITULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones	81
5.2 Recomendaciones	84
BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°		Página
1	Actividad del agua mínima con cloruro sódico y con glicerol para el crecimiento de bacterias patógenas.	16
2	Actividad del agua de algunos alimentos y susceptibilidad a la alteración de algunos alimentos.	17
3	Actividad del agua mínima para el crecimiento y producción de toxinas por moho de interés para la salud pública.	18
4	Valores mínimos de la actividad del agua para el crecimiento de microorganismos de importancia en alimentos.	19
5	Sustancias Nutritivas del arroz	22
6	Requisitos microbiológicos para el uso del arroz en las industrias.	24
7	Sistema de variables	38
8	Resultados de los análisis físico – químico y microbiológicos del equipo “Esterilizador”. Con respecto al primer día muestras.	65
8.1	Determinación de los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos en el proceso contenidos en la tabla 8.	66
8.2	Determinación de humedad. Medidos el primer día de tomas de muestras.	67
9	Resultados de los análisis físico – químico y microbiológicos del equipo “Esterilizador”. Con respecto al segundo día de muestras.	68
9.1	Determinación de los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos	69

en el proceso contenidos en la tabla 9.

9.2	Determinación de humedad. Medidos el segundo día de tomas de muestras.	70
10	Resultados de los análisis físico – químico y microbiológicos del equipo “Esterilizador”. Con respecto al tercer día de muestras	71
10.1	Determinación de los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos en el proceso contenidos en la tabla 10.	72
10.2	Determinación de humedad. Medidos el tercer día de tomas de muestras.	73
11	Resultados de los análisis físico – químico y microbiológicos del equipo “Esterilizador”. Con respecto al cuarto día de muestras.	74
11.1	Determinación de los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos en el proceso contenidos en la tabla 11.	75
11.2	Determinación de humedad. Medidos el cuarto día de tomas de muestras.	76
12	Resultados de la medición de la Aw en la materia prima y producto.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Página
1 Estructura del grano de arroz.	21
2 Organigrama de la empresa.	32
3 Diagrama de flujo para la elaboración de harina de arroz. Empresas Kel.	55
4 Equipo esterilizador.	62
5 Equipo esterilizador sin cubierta.	62

bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°	Página
1 Muestras analizadas de Coliformes Totales.	78
2 Muestras analizadas de Aerobios mesófilos.	78
3 Muestras analizadas de Mohos.	79

bdigital.ula.ve



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
NÚCLEO UNIVERSITARIO "RAFAEL RANGEL"
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
ÁREA: PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS
TRUJILLO - ESTADO TRUJILLO

**EFFECTIVIDAD DEL PROCESO DE TRATAMIENTO TÉRMICO UTILIZADO
EN LA ELABORACIÓN DE HARINA DE ARROZ.**

CASO: INDUSTRIAS KEL MUNICIPIO SAN RAFAEL DE CARVAJAL,
ESTADO TRUJILLO.

Realizado por:
Torres Artigas Marvely Karina

Tutor Académico:
Prof. Ing. Msc. Ciprian Delgado

bdigital.ula.ve

RESUMEN

El objetivo principal del presente Trabajo Especial de Grado, se basó en evaluar la efectividad del proceso de tratamiento térmico utilizado en la elaboración de harina de arroz, en la Industrias Kel del Municipio San Rafael de Carvajal, Estado Trujillo. El nivel de investigación fue descriptiva y su diseño de campo. En cuanto a las muestras, fue conformada por cincuenta y dos (52) mediciones tomadas directas del proceso para realizar esta investigación. En referencia a las técnicas utilizadas, cabe destacar la observación directa, métodos y técnicas para la determinación de análisis físico-químico y microbiológico, determinación de actividad del agua e interpretación. Se concluye que el tiempo de reducción decimal, indico que para un total de 49 muestras solo 6 presentaron un mayor tiempo de retención del arroz en el equipo, por parte de la resistencia térmica en función al aumento y disminución de la temperatura se puede decir que el 69,5% cumplen con la disminución de la carga bacteriana, en cuanto a la muerte térmica se pudo comprobar que el equipo cumple su objetivo, teniendo un valor mayor el primer día de análisis de 62,41%. También, al determinar la A_w de la harina de arroz esta expone que no existe riesgo con respecto a la carga bacteriana, ni focos de contaminación en la línea de producción. Por lo tanto, este estudio demuestra la efectividad del proceso de tratamiento térmico para la elaboración de harina de arroz y se plantea finalmente un conjunto de recomendaciones.

Palabras claves: Efectividad, reducción decimal, resistencia térmica, muerte térmica.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, el hombre ha realizado experimentos para la conservación de sus alimentos y así almacenar en grandes cantidades, por ello se han enfocado en prevenir el acceso de microorganismos para evitar efectos perjudiciales a los alimentos cuidando así la calidad de vida a la población que lo consume.

Asimismo, han demostrado científicamente una técnica para la conservación de alimentos como es el proceso térmico, que en condiciones precisas de temperatura, tiempo y humedad reduce la población microbiana de un alimento, por ello la empresa que utiliza dicho proceso deben perfeccionar los tratamientos térmicos para obtener alimentos sanos y con buenas cualidades nutricionales.

Considerando lo señalado respecto a la perfección de los tratamientos térmicos en las empresas de producción de alimentos; en la Industrias Kel se utiliza un equipo llamado “esterilizador” para realizar un proceso térmico al arroz, siendo el principal y elemental equipo de la línea de producción; por esta razón se planteó realizar una evaluación de la efectividad de este para observar si se encuentra dentro de los valores recomendados por las normativas de calidad, con el propósito de mejorar los estándares de producción y garantizar el cumplimiento de la calidad de los productos en la empresa de alimentos KEL.CA.

De lo anterior y en función de la consecución de los objetivos planteados se procedió a recolectar información a través de la observación, describiendo el proceso a través de un seguimiento al tiempo cuando la materia prima pasaba por el equipo “esterilizador” y posteriormente la recolección de las muestras con los materiales, equipos y procedimiento

adecuados para luego realizar el análisis e interpretación de los datos obtenidos.

Para el desarrollo del trabajo de investigación, el mismo se estructuró en los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, denominado El Problema, incluye el planteamiento, reflexiones teóricas que lo fundamentan, objetivos, justificación y delimitación de la investigación; en el Capítulo II, titulado Marco Referencial, el cual recoge los elementos teóricos que sustentan la información a partir de la diversidad de autores, cuyo marco de acción se relaciona con el proceso de tratamiento térmico utilizado para la elaboración de harina de arroz. Se incluye además, los antecedentes, bases legales y la definición operacional de la variable; el Capítulo III, Marco Metodológico, se describe en detalle la metodología utilizada a partir de los siguientes aspectos: tipo de investigación, el diseño, técnicas y los procedimientos para el análisis de la data; el Capítulo IV, muestra el Análisis e Interpretación de los resultados, se dan a conocer los resultados obtenidos de la recolección de los datos aportados por las muestras del equipo “esterilizador” y producto de la industria Kel; el Capítulo V, Conclusiones y Recomendaciones, se exponen las conclusiones obtenidas, así como las posibles recomendaciones generadas de las mismas, para mejorar los estándares de producción de la Industria KEL en la elaboración de harina de arroz. Finalmente se presentan las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El aumento de la población obligó al hombre a utilizar la ganadería y la agricultura como sostén de las sociedades, había que almacenar grandes cantidades de alimentos para los tiempos de escasez, por esta razón el hombre a lo largo de los siglos ha realizado experimentos con la temperatura para la conservación de sus alimentos, más adelante este interés es aumentado enfocándose en la investigación de las causas que producían efectos perjudiciales del alimento para su salud.

Bajo esta perspectiva, el inventor Nicolás Appert (1752 - 1841), logró desarrollar un proceso de conservación de alimentos envasados, y fundó en 1804 la primera planta de envasado comercial de alimentos utilizando un proceso que consiste en llenar los envases, cerrarlos y someterlos a diferentes tiempos de calentamiento en agua a ebullición y enfriarlos posteriormente, este trabajo hace a Nicolás Appert el padre del procesamiento térmico. Posteriormente, Louis Pasteur demuestra que el deterioro de los alimentos era causado por el crecimiento de microorganismos, que el calor era el agente que los destruía y el sellado prevenía la entrada de otros microorganismos y con este trabajo se registraron las bases científicas del proceso térmico.

De esta manera el estudio de la penetración del calor en alimentos es de gran importancia para los ingenieros de procesamiento de alimentos porque el proceso térmico es la técnica de conservación de alimentos más

utilizada actualmente y junto con otras tecnologías facilita la existencia de productos sanos de larga vida comercial. El calor inactiva o destruye a los patógenos, por ello conviene saber usarlo adecuadamente.

Por lo tanto, el tratamiento térmico en condiciones precisas de temperatura, tiempo y humedad, tiene como objetivo principal reducir la población microbiana de un alimento destruyendo los microorganismos que puedan causar daño a la salud de los consumidores o causar deterioro en los alimentos. Asimismo, los objetivos secundarios son el efecto de cocción y destrucción de las enzimas.

Cabe considerar, que estos métodos tradicionales conllevan en muchas ocasiones a la disminución de la calidad nutricional y organoléptica del alimento. Tomando en cuenta este aspecto y el hecho de que el consumidor demanda alimentos de rápida preparación, el alimento obtenido por la empresa debería tener una vida útil prolongada que mantengan sus cualidades nutricionales y sensoriales. Estas dos razones han llevado a los investigadores y a las empresas de las industrias alimentarias a perfeccionar los tratamientos térmicos.

En la industria de alimentos KEL ubicada en el Municipio San Rafael de Carvajal del Estado Trujillo, se utiliza un equipo llamado “esterilizador” para realizar un proceso térmico al arroz, que consiste en pasar la materia prima dentro de un tubo en el interior del equipo el cual es calentado mediante calor directo de los quemadores y los efectos letales del calor pueden incrementar la eficacia del aparato ayudando así a la reducción de la carga microbiana contenida en el arroz. Este equipo es el principal y elemental de la línea de producción de la harina de arroz que garantiza la seguridad del alimento y una mala aplicación en el ámbito industrial puede provocar efectos contrarios a los deseados.

Es por ello que, el trabajo de investigación se orienta a realizar una evaluación de la efectividad del proceso de tratamiento térmico utilizado para la elaboración de harina de arroz, debido que el equipo fue diseñado y elaborado por los empleados de la empresa KEL el cual le realizaron sus respectivos análisis Físico – Químico y Microbiológicos del proceso y llegaron a unas condiciones aceptables para su producto según las normas COVENIN al cual se ajustan, sin embargo otras empresas son más exigentes según el porcentaje de microorganismos que contenga el producto para poder ser comercializado, es por ello que esta investigación se realiza un análisis para observar que tan lejos se puede llegar dentro de los valores recomendados por las normas de calidad.

Por lo tanto, se le va efectuar un análisis más profundo llevando un control del proceso del aparato para su evaluación y esto nos permita conocer la eficacia del equipo con el propósito mejorar los estándares de producción, beneficiando a garantizar el cumplimiento de la calidad de los productos de la empresa de alimentos KEL.CA.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es la efectividad del proceso de tratamiento térmico utilizado para la elaboración de harina de arroz en la industria alimentaria KEL.CA?

1.3 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Evaluar el grado de efectividad del proceso de tratamiento térmico en la elaboración de harina de arroz en la Industrias Kel.CA.

Objetivo Específico

Describir el proceso de tratamiento térmico utilizado en la elaboración de harina de arroz.

Determinar los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos en el proceso de tratamiento térmico.

Determinar la actividad del agua de la materia prima y del producto como un indicador de la actividad microbiana.

1.4 Justificación de la Investigación

En esta investigación se trabajo en base al funcionamiento del equipo llamado “esterilizador”, este fue diseñado y elaborado por el personal de la empresa KEL, el cual le realizaron sus respectivas evaluaciones y llegaron a condiciones aceptables para su producto según las normas COVENIN pero para la venta de otros proveedores esta condición no es permitida, por eso exigen una cantidad menor de microorganismos en su producto. Por consiguiente se le hará un estudio de esta relevancia y que son significativos para conocer la eficacia que posee el equipo de lo contrario se le buscara mejorar el desarrollo del proceso térmico.

Este estudio es importante porque se recolectaron datos necesarios del proceso térmico y de esta forma obtenemos un registro que pueda servir para otras aplicaciones y mejoras. También podemos indicar y asegurar al consumidor que lleva un producto sano, satisfaciendo a la empresa en la aplicación de su sistema de aseguramiento y control de calidad de los productos contribuyendo así con su desarrollo.

1.5 Delimitación

Este estudio está enmarcado dentro de la temática método de conservación de alimento, referido al tratamiento térmico que es un proceso muy utilizado en las industrias alimentarias para prolongar la vida útil de los productos. El proceso térmico es ejecutado en el equipo llamado esterilizador situado en las instalaciones de la Industrias KEL.CA ubicado en el Municipio San Rafael de Carvajal, Estado Trujillo. La evaluación de este proceso tiene comienzo la primera semana del mes de Junio del año dos mil once, llevando a cabo la observación y la toma de las muestras necesarias para desarrollar y culminar esta investigación.

bdigital.ula.ve

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

En el presente capítulo se trata del marco referencial que es el resultado de la revisión bibliográfica y documental, la cual su recopilación de ideas y fundamentos teóricos son de diferentes autores, esta información aportara su base conceptual para realizar esta investigación.

2.1 Antecedentes de la Investigación

Villarreal, (1992), desarrollo su trabajo de grado titulado: **“Tratamiento térmico del arroz integral y su impacto sobre la estabilidad del arroz durante el almacenamiento”**, con el objeto de optar por el título de Ingeniero Agrícola de la Universidad de los Andes, Núcleo “Rafael Rangel”. El objetivo de la presente investigación fue estudiar el efecto de diversos tratamientos térmicos sobre la estabilidad del arroz integral durante el almacenamiento, tratado mediante dos procesamientos diferentes. En el primero el arroz integral sin cascara fue escaldado y secado hasta una humedad entre 12 y 13%, el segundo el arroz integral estabilizado se obtuvo desde arroz paddy húmedo recientemente cosechado, el cual fue tratado con vapor a 100 °C durante un lapso de tiempo antes de ser secado hasta un contenido de humedad de 12 y 13%, en su proceso midió el desarrollo de piroxidos y ácidos grasos libres durante el almacenamiento bajo condiciones ambientales. El tipo de metodología que realizo fue de manera experimental y permitió llegar a los siguientes resultados: el escaldado del arroz paddy se

obtuvo un grano resistente y el tratado con vapor desarrollo fisuras; lo cual es más susceptibles a daños durante el proceso. Y las pruebas sensoriales encontró aceptabilidad en las muestras tratadas con vapor no fue significativamente diferente a la muestra de control (sin tratamiento térmico).

Este antecedente está relacionado con el tema de trabajo que se está desarrollando porque realizó sus estudios basados con diversos tratamientos térmicos, utilizando como materia prima arroz integral permitiendo así conocer las variables más influyentes como es la temperatura para que el arroz permanezca estable y no se altere de una manera que no sea consumible, por lo tanto su revisión bibliográfica incluyendo sus resultados son de provecho para este estudio.

Castellanos, (2010), realizó su trabajo de grado titulado: **“Determinación de propiedades fisicoquímicas y características microbiológicas en muestras de materias primas y productos elaborados por industrias del maíz, C.A (INDELMA)”**, para optar por el título de Ingeniero Agrícola de la Universidad de los Andes, Núcleo “Rafael Rangel”. Plantea como objetivo general en la investigación la determinación de las propiedades fisicoquímicas y las características microbiológicas en muestras representativas de: almidón regular de maíz, germen (nutricon), gluten (concentrin 60) y fibra (concentrin 21) que se elaboraron en las Industrias del Maíz C.A. (INDELMA), la investigación se ubico dentro de una metodología descriptiva – experimental, donde procedió a recolectar muestras de producto terminado para realizarles los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, y determinar si son aptos para la venta. En esta investigación analizaron un total de 48 muestra divididas en: donde 30 muestras de almidón regular de maíz, 6 muestras de la fibra de maíz, 6 muestras de gluten de maíz y 6 muestras de germen de maíz, logrando la siguiente conclusión: todos los lotes de almidón regular de maíz y los productos de nutrición animal

analizados presentaron en sus propiedades fisicoquímicas y características microbiológicas, están dentro de los valores recomendados por las normas de calidad de la empresa; sin embargo, los únicos valores que se pueden resaltar son los lotes GW04, GT01, GT06 de almidón regular de maíz en el análisis de la determinación de dióxido considerándose relativamente altos. Así como también el porcentaje de humedad del nutricional en los lotes GT02, GT06 con sus respectivos valores 4,89%; 4,80% son relativamente altos.

El estudio se considera como antecedente porque se refiere a la determinación de las características microbiológicas del maíz y realiza una metodología de investigación experimental, utilizando técnicas de recolección de muestras y análisis de resultados proporcionando información metodológica de utilidad en este trabajo.

Caldas y Ogeerally, (2008), en su proyecto de grado el cual es titulado: **“Microorganismos indicadores de interés sanitario en queso artesanal tipo Telita”** para optar por el Título de Licenciado en Bioanálisis de la Universidad de Oriente, “Núcleo Bolívar”. Plantea como objetivo general: Investigar los microorganismos indicadores de interés sanitario en queso artesanal tipo “telita”. Upata, Municipio Piar, Estado Bolívar. Ejecutaron una investigación de tipo descriptivo, transversal y de campo. En este proyecto utilizaron el queso blanco de pasta cocida, conocido como queso “telita” y fabricado en forma completamente artesanal. Es un queso sin madurar ya que está listo para el consumo poco después de su fabricación. Este queso blanco fresco es fabricado con leche de vaca, la cual es transportada sin refrigerar (30-35°C) hasta la quesera artesanal y allí es sometida al proceso de formación de la cuajada. Este trabajo investiga los microorganismos indicadores de interés sanitario en queso artesanal tipo “telita”, analizando 30 muestras de quesos y determinaron el recuento de estafilococos coagulasa positivos (*Staphylococcus aureus*) según la Norma Venezolana COVENIN

1292-89 como indicador de manipulación, el número más probable (NMP) de bacterias coliformes según la Norma Venezolana COVENIN 1104-96 y la presencia de *Escherichia coli* como indicador de contaminación fecal. Como resultado consiguieron que no tuvo presencia de *S. aureus*, todos los crecimientos bacterianos correspondieron a *Staphylococcus coagulasa* negativo y los recuentos más elevados estuvieron en el orden de hasta 104 diluciones decimales; los Coliformes Totales mostraron recuentos elevados (desde 103 hasta ≤ 105) y los Coliformes Fecales desde 10 hasta ≤ 104 NMP/g. *Escherichia coli* estuvo presente en el 43,3% de los quesos analizados. Este estudio les permitió desarrollar la siguiente conclusión: que el queso artesanal tipo “telita” evidencia fallas en la manipulación e higiene posterior a su elaboración; y por no cumplir con la norma sanitaria, se considera un producto de alto riesgo microbiológico para el consumidor.

Este antecedente es seleccionado porque el estudio contiene información importante relacionada con el tema que se está desarrollando, como es la presencia de indicadores de microorganismos tales como los Coliformes y *Escherichia coli*, el cual esto se está evaluando en las muestras del arroz permitiendo así la recolección de información de lo antes mencionado.

2.2 Bases Teóricas

Tratamiento térmico

Según Bedolla y otros (2007), el proceso térmico se entiende como la combinación de tiempo – temperatura aplicada para reducir la población microbiana de un alimento.

El objetivo de la aplicación del tratamiento térmico es liberar al alimento de los microorganismos que pueden causar daño a la salud de los consumidores o causar deterioro en el alimento. Los tipos de tratamiento térmico que se aplican principalmente en la industria son la pasteurización y la esterilización, donde:

Pasteurización

Se define como el término empleado para identificar procesos térmicos moderados que se dan a los alimentos, que por su naturaleza no permitirán el crecimiento de microorganismos más resistentes al calor, o que posteriormente serán refrigerados, congelados o deshidratados para prevenir el crecimiento de microorganismos termoresistentes. (Bedolla y otros, 2007).

Según Larrañaga y otros (1999), define la pasteurización como un procedimiento térmico realizado a temperaturas inferiores a 100 °C que destruye parte de los microorganismos, principalmente las formas vegetativas y los gérmenes patológicos que alteran los alimentos. Debido a esta parcial inactivación de los microorganismos, la pasteurización se acompaña de otras técnicas que aumentan la conservabilidad del alimento, como la conservación del producto refrigerado, la acidificación del medio, la adición de azúcares o sales, etc.

Esterilización

Bedolla y otros (2007), la esterilización comercial la define como el tratamiento térmico que se aplica a los alimentos con la finalidad de destruir todos los microorganismos presente que puedan representar peligro para la salud o deteriorar el alimento bajo condiciones normales de manejo.

Para Larrañaga y otros (1999), define la esterilización es un procedimiento más drástico; en ella, las temperaturas son superiores a 100 °C (115 °C y 127 °C). Para alcanzarlas, se utilizan autoclaves con vapor a presión o esterilizadores. Se ha de hacer de tal forma que las alteraciones del producto por el efecto térmico sean mínimas. No obstante, como el proceso se debe mantener en un cierto tiempo (en algunos alimentos, hasta veinte minutos), la temperatura afecta al valor nutricional y organoléptico de ciertos productos.

Por consiguiente en las industrias de alimentos, el término procesado térmico se utiliza para describir aquel proceso de calentamiento, mantenido a temperatura constante y el tratamiento térmico utilizado en la empresa KEL.CA es de tipo pasteurización puesto que es un proceso térmico diseñado para disminuir el riesgo de los microorganismos patógenos a una temperatura de 76 °C que se encuentra el equipo, permitiendo que posteriormente sea almacenada en silos a temperatura ambiente por un lapso de tiempo de dos semanas hasta que sea procesada para el producto final.

Parámetros para la evaluación del proceso térmico

Para Singh y Heldman (1998), define los parámetros de tiempo de reducción decimal, constante de resistencia térmica y tiempo de muerte térmica de la siguiente manera:

Tiempo de reducción decimal D

Durante la esterilización térmica de alimentos, la población de microorganismos presente en el alimento disminuye en función de la temperatura del producto. La población de bacterias, tales como la E. coli, Salmonella o Listeria monocytogenes, disminuirá de forma logarítmica.

Por lo tanto, el tiempo de reducción decimal, D, se define como el tiempo necesario para reducir en un 90% la población microbiana. Cuando se representa la población microbiana en coordenadas semilogarítmicas, el valor de D es el tiempo necesario para la reducción de un orden logarítmico el número de microorganismos. El valor de D no depende de la población microbiana inicial ya que únicamente depende de la pendiente de la línea recta. La exposición de la población microbiana a mayores temperaturas produce una disminución en el valor de D. En base a la definición de tiempo de reducción decimal, puede utilizarse la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Log}N_0 - \text{Log}N &= t/D \\ D &= \frac{t}{\text{Log}N_0 - \text{Log}N} \end{aligned}$$

Donde:

N₀ = Número de población inicial microbiana

N = Número de población final microbiana

t = tiempo

Constante de resistencia térmica z

Es un factor que describe la resistencia térmica de las esporas bacterianas. Se define como el aumento de temperatura necesario para causar una disminución del 90% en el tiempo de reducción decimal D. Representando los valores de D obtenidos a diferentes temperaturas en coordenadas semilogarítmicas, el valor de z representa el aumento de temperatura necesario para cambiar un orden logarítmico el valor de D.

En base a dicha definición, z puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{T_2 - T_1}{\log D_{T1} - \log D_{T2}}$$

Tiempo de muerte térmica F

Es el tiempo necesario para causar una determinada reducción en la población de microorganismos o esporas. Este tiempo puede expresarse como múltiplo del valor de D. Por ejemplo, una reducción del 99.99% en una población microbiana equivale a cuatro reducciones de orden logarítmico o $F = 4D$. En el procesado térmico de alimentos perdurable, el valor típico de muerte térmica utilizado es $F = 12D$, con el valor de D característico de *Clostridium butulinum*.

En las ciencias de los alimentos es corriente expresar F con un subíndice que denota la temperatura y un superíndice con el valor z del microorganismo considerado. Entonces, F^z_t es el tiempo de muerte térmica para una temperatura, T, y una constante de resistencia térmica z.

Limite de actividad del agua mínima

Para Rahman (2002), la actividad del agua mínima es el límite por debajo del cual un microorganismo o grupo de microorganismos dejan de reproducirse. Los efectos de la actividad del agua sobre la formación de toxinas por microorganismos que normalmente se encuentran en los alimentos y por los microorganismos que los alteran, estos valores de la actividad de aguas mínimo para el crecimiento y producción de toxinas por microorganismos de interés para la salud pública se exponen en las Tabla N° 1.

En lo que se respecta a la salud alimentaria, existe un aumento general del riesgo con el incremento de la actividad del agua. La actividad del agua de algunos alimentos y su susceptibilidad a la alteración microbiana se muestran en la Tabla N° 2

Existe una actividad del agua crítica por debajo de la cual ningún microorganismo puede crecer. Para la mayoría de los microorganismos este

rango de actividad del agua esa de 0,6-0,7. Las bacterias patógenas no pueden crecer por debajo de una actividad del agua 0,85-0,86, mientras que las levaduras y mohos son más tolerantes a una actividad del agua más reducida de 0,80, aunque normalmente no ocurre crecimiento a una actividad del agua de aproximadamente 0,62. Ver en la Tabla N° 3 con diferentes tipos de mohos.

Tabla N° 1.

Actividad del agua mínima con cloruro sódico y con glicerol para el crecimiento de bacterias patógenas.

Bacteria	Aw ajustada con	
	Cloruro sódico	Glicerol
Clostridium botulinum E	0.966	0.943
Clostridium botulinum G	0.966	—
Escherichia coli	0.949	0.940
Clostridium perfringens	0.945	0.930
Salmonella spp.	0.941	—
Clostridium botulinum A y B	0.940	0.930
Vibrio parahaemolyticus	0.932	0.911
Bacillus cereus	0.930	0.920
Listeria monocytogenes	0.920	0.900
Staphylococcus aureus	0.860	0.890

Fuente: Rahman (2002)

Tabla N° 2.

Actividad del agua de algunos alimentos y susceptibilidad a la alteración de algunos alimentos.

Rango de Aw	Microorganismos generalmente inhibidos por el limite a más baja Aw de este rango	Alimentos normalmente dentro de este rango de Aw
1,00 – 0,95	Pseudomonas, Escherichia, Proteus, Shigella, algunas levaduras.	Alimentos altamente perecederos (frutas frescas, verduras y hortalizas, carne, pescado, leche)
0,87 – 0,80	Mayorías de mohos, Staphylococcus aureus, mayoría Saccharomyces, Debaryomyces	Mayoría de zumos de frutas concentrados, leche condensada, jarabe de chocolate, harinas, arroz, legumbre
0,75 – 0,65	Mohos xerófilos (Aspergillus chevalieri, A. candidus, Wallemia sebi), Saccharomyces bisporus	Avena en rollitos, turrón granulado, dulce de chocolate, pastel de gelatina, jalea, melazas, frutos secos

Fuente: Rahman (2002)

Tabla N° 3.

Actividad del agua mínima para el crecimiento y producción de toxinas por mohos de interés para la salud pública.

Moho	Crecimiento	Producción toxina	Toxina
Alternaria alternata	—	< 0.90	Altenueno, alternariol
Aspergillus flavus	0.78 - 0.80	0.83 – 0.87	Aflatoxina
Aspergillus parasiticus	0.82	0.87	Aflatoxina
Aspergillus Orchraceus	0.77 – 0.83	0.83 – 0.87	Ocratoxina
Byssoschlamys nivea	0.84	—	—
Penicillium cyclopium	0.81 – 0.85	0.87 – 0.90	Ocratoxina
Penicillium viridicatum	0.83	0.83 – 0.86	Ocratoxina
Penicillium ochraeceus	0.76 – 0.81	0.80 – 0.88	Ácido penicillico
Penicillium cyclopium	0.82 – 0.87	0.97	Ácido penicillico
Penicillium martensii	0.79 – 0.83	0.99	Ácido penicillico
Penicillium islandicum	0.83	—	—
Penicillium urticae	0.81 – 0.85	0.85 – 0.95	Patulina
Penicillium expansum ^{0.94}	0.83 – 0.85	0.99	Patulina
Stachybotrys atra	0.94	0.94	Estaquibotrima
Trichothecium roseum	0.90	0.99	Tricotecina

Fuente: Rahman (2002)

Tabla N° 4.

Valores mínimos de la actividad del agua para el crecimiento de microorganismos de importancia en alimentos.

Organismo	Mínima
Mayoría de bacterias dañinas	0.91
Mayoría de levaduras dañinas	0.88
Mayoría de hongos dañinos	0.80
Bacterias halófila	0.75
Levadura osmófila	0.60
Salmonella	0.95
Clostridium botulinum	0.95
Escherichia coli	0.96
Staphylococcus aureus	0.86
Bacillus subtilis	0.95

Fuente: Badui (2006)

Los cereales

Los cereales son considerados como la base de las grandes civilizaciones, y surgieron a la par de ellas, constituyeron una de las primeras actividades agrícolas humanas, forjando una forma de alimentación constante alrededor de la cual la actividad humana podía organizarse. Los cereales forma parte de los principales componentes de la alimentación humana, los mismos son ricos en carbohidratos, vitaminas del grupo B, minerales, proteína, fibra entre otros nutrientes y el arroz es uno de los presentes de este grupo. El arroz (*Oryza sativa*), es una fuente de energía valiosa y es el cereal más importante que se cultiva en los trópicos y la

principal fuente de alimentación de un 40% de la población mundial y forma parte esencial en la mesa venezolana. A diferencia de otros cereales, no contiene gluten.

Concepto de la materia prima

El arroz es el grano de cereal de la especie Oryza sativa L., perteneciente a la familia de las gramíneas. (COVENIN, 1986)

Clasificación taxonómica del arroz

Reino: Vegetal.

Familia: Gramínea.

Género: Oriza.

Especie: sativa L.

Nombre científico: Oriza sativa L.

Aspecto físico del arroz

El aspecto físico del arroz, es ligeramente más pequeño que la del trigo, está lateralmente aplanada y tiene un pequeño pico en el extremo distal del germen. La proporción de la cascara en el grano de arroz, promedia un 20%. Las variedades de arroz se clasifican según el peso de la semilla, su longitud y forma y se describe como redondo, medio y largo y esto se define por la relación de la longitud a la anchura.

En general las dimensiones del arroz son de longitud (mm) 5-10 y de anchura (mm) es de 1,5-5. (Tocagni y Topolanski, 1975)

Estructura del grano

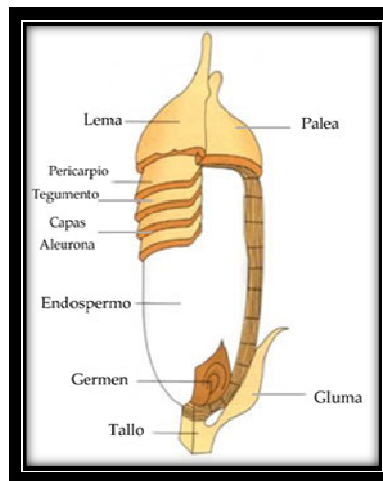


Figura N°1. Estructura del grano de arroz.

El grano de arroz se compone del ovario maduro, la lema y la palea, las lemas estériles y las aristas cuando se encuentran endospermo. La lema y la pálea, con sus estructuras asociadas, constituyen la cáscara, y pueden retirarse mediante la aplicación de una presión giratoria.

El grano de arroz descascarado (cariópside). El pericarpio es la capa más externa que rodea a la cariópside y se retira cuando el arroz se pule y muele por completo. Debajo del pericarpio hay dos capas de células que representan la cubierta de la semilla.

El embrión o germen se encuentra en el lado ventral de la espiguilla, junto a la lema. El resto de la cariópside está ocupado por el endospermo amiláceo. El embrión contiene las hojas embrionarias (plúmulas) y la raíz embrionaria (radícula). La plúmula se encuentra encerrada en una vaina (coleóptila) y la radícula está envainada en la coleorriza.

El endospermo blanco consiste principalmente en gránulos de almidón encastrados en una matriz proteínica. Contiene, además, azúcares, grasas, fibra cruda y materia inorgánica. (Morfoar, 2012)

Tabla N° 5

Sustancias Nutritivas del arroz

Composición del arroz blanco por 100 g de sustancia	
Agua (%)	15.5
Proteínas (g)	6.2
Grasas (g)	0.8
Carbohidratos (g)	76.9
Fibra (g)	0.3
Cenizas (g)	0.6
Calcio (mg)	6
Fósforo (mg)	150
Hierro (mg)	0.4
Sodio (mg)	2
Vitamina B1 (Tiamina) (mg)	0.09
Vitamina B2 (Riboflavina) (mg)	0.03
Niacina (Ácido nicotínico) (mg)	1.4
Calorías	351

Fuente: Infoagro (2012)

Concepto del producto final

Harina de arroz es el producto obtenido de molienda seca del arroz blanco (*Oryza sativa* L.) descascarillado, limpio, sano, libre de impurezas o materias extrañas que alteren la calidad del producto. (COVENIN, 1993)

Microorganismos y alimentos

Para Larrañaga y otros (1999), indica que los microorganismos están presentes en el medio ambiente natural del ser humano: el aire, el agua o el suelo; en el propio ser humano y en todos los seres vivos, tanto los animales como las plantas de los que se alimenta. En realidad, los alimentos que consumimos rara vez son estériles; contienen asociaciones microbianas cuya composición depende de los gérmenes que son capaces de llegar hasta ellos, sobrevivir, proliferar e interactuar con sus componentes.

Según el tipo de gérmenes implicados, la contaminación tendrá consecuencias más o menos importantes, que pueden ir desde la simple alteración del producto, con modificación de sus características organolépticas, comerciales o nutricionales, hasta la aparición de intoxicaciones graves en el consumidor. No obstante no debemos olvidar el efecto positivo como es el caso de fermentación de algunos productos.

Microbiología en los cereales y harinas

La flora microbiana del trigo, centeno, maíz y productos a fines, puede tener su origen en el suelo, en el medio ambiente del almacén o en la fase de manipulación y elaboración. Aunque estos productos son ricos en proteínas y carbohidratos, si están adecuadamente almacenados, su A_w restringe el crecimiento de cualquier microorganismo. En condiciones de A_w favorables, las bacterias del género *Bacillus* y determinados géneros de mohos son los únicos que se desarrollan.

Requisitos microbiológicos

La existencia de microorganismos en el alimento se puede producir desde su materia prima como también puede ocurrir durante su

transformación industrial, almacenamiento entre otros por esta razón presentamos en la tabla N° 5 los requisitos microbiológicos que se debe cumplir según las Normas COVENIN para el uso del arroz en las industrias.

Tabla N° 6

Requisitos microbiológicos para el uso del arroz en las industrias.

Características	n	c	Limite		Método de ensayo
			m	M	
Mohos, Ufc/g	5	2	10 ²	10 ³	COVENIN 1337
Escherichia coli NPM/g	5	2	9	93	COVENIN 1104 (*)
Aerobios mesófilos, Ufc/g	5	2	50.000	100.000	COVENIN 902

(*) Según la técnica del Número Más Probable (NMP), serie de tres tubos.

Donde:

n: número de muestras del lote

c: número de muestras defectuosas

m: límite mínimo

M: límite máximo

Por esta razón, se realiza la definición de los microorganismos que se van a evaluar en el proceso térmico del arroz como indicadores de la calidad higiénica del alimento, estos indicadores son: los Coliformes, Escherichia coli, aerobios mesófilos y mohos.

Coliformes

Son bacterias que comprenden la *Escherichia coli* y diversas especies pertenecientes a otros géneros de la familia Enterobacteriaceae. Son todos aquellos bacilos cortos no formadores de esporas, Gram negativos, aeróbicos o facultativamente anaeróbicos, que fermentan la lactosa con producción de gas a temperaturas elevadas (44 °C – 46 °C) en 48 horas.

Los Coliformes se encuentran principalmente en los intestinos y excrementos del hombre y los animales, por lo que su detección en alimentos constituye la evidencia más segura de que han sido expuesto recientemente a material fecal y acompañarse asimismo de patógenos entéricos de hábitat intestinal. (Moreno *et al.*, 1983).

Según Jay (1978), Los Coliformes crecen bien sobre muchos medios y alimentos y estos organismos crecen a – 2 °C y también a temperaturas próximas a 50 ° C, el crecimiento en los alimentos es pobre o muy lento a temperatura próximas a 5 °C, aunque ciertos autores afirman que los Coliformes crecen entre 3-6 °C.

No todos los Coliformes son de origen fecal, por lo que se desarrollo pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los Coliformes totales que comprende la totalidad del grupo y los Coliformes fecales aquellos de origen intestinal.

Por lo tanto, la presencia de Coliformes enseña que el tratamiento térmico no es eficaz o que se ha producido una nueva contaminación después del mismo.

Escherichia coli

Según Moreno *et al.* (1985), indica que la *Escherichia coli* comprende bacilos Gram negativos, no esporulados y con flagelos peritricos en el caso de ser móviles. El crecimiento a partir de pequeños inóculos (100 células por mililitro) se inicia a un intervalo de pH entre 4.4 y 8.8. Fermentan gran variedad de azúcares produciendo una mezcla de ácidos, etanol, dióxido de carbono e hidrógeno. Debido al escaso número de reacciones positivas características, la diferenciación entre cepas recientemente aisladas de *Escherichia coli* y cepas de especies de los géneros, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Yersinia* y *Shigella*, puede precisar de otras reacciones, además de la fermentación de lactosa.

Jay (1978), dice que la *E. coli* tiene la localización primaria en el tracto intestinal del hombre y de los animales, y de ahí su nombre *coli*, que deriva del colon. *E. coli* se encuentra normalmente en el tracto gastrointestinal de los animales, donde no suele causar enfermedad. La presencia de este microorganismo indica una contaminación directa o indirecta de origen fecal en el alimento.

Aerobios mesófilos

Los microorganismos aerobios mesófilos son la flora total compuesta por bacterias, hongos filamentosos y levaduras, aerobios estrictos o facultativos que presentan unas características térmicas intermedias. En los análisis se refleja la calidad sanitaria e higiénica de la elaboración del alimento, determinando cualquier microorganismo que crezca a temperatura entre 30 a 45 °C en presencia de aire, sea Gram positivo o Gram negativo como son: la familia *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter* y *Staphylococcus*. (Moreno *et al.*, 1983).

Los organismos aeróbicos necesitan del oxígeno para vivir o poder desarrollarse a diferencia de uno anaerobio, donde el oxígeno está ausente. Para Infoagro (2012), Los aerobios más difundidos son los del género *Bacillus*, que tiene su origen en el suelo y agua, por lo que casi siempre están presentes en las materias primas empleadas en conservas. Su temperatura óptima de crecimiento oscila entre los 28 y 40 °C para la mayoría, aunque existen algunos termófilos, que pueden desarrollarse a 55 °C e incluso 70 °C.

Entre estos podemos encontrar, tanto aerobios obligados, como anaerobios facultativos, estos últimos capaces de crecer en condiciones de vacío. Los tipos de alteraciones que pueden tener lugar son: la fermentación simple, la producción de gas y la de ácido. La fermentación simple es la más común y se debe al ataque de los carbohidratos con producción de ácido y sin producción de gas. *B. stearothermophilus* y *B. coagulans* son los principales termófilos causantes de la fermentación simple.

La producción de gas por aerobios esporulados se debe a la denitrificación del nitrato en carnes curadas enlatadas, maíz, guisantes entre otros.

Mohos

Para Jay (1978) nos indica que el moho y las levaduras son dos grupos de microorganismos de la familia de los hongos. Son dieciocho los géneros de mohos más frecuentes asociados con alimentos y son los siguientes: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Byssoschlamys*, *Cephalosporium*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Geotrichum* entre otros.

Los mohos crecen formando una masa enmarañada que se extiende rápidamente y puede llegar a cubrir en 2 – 3 días una superficie de varias pulgadas. Una gran parte de esta masa se denomina *micelo*. Este está compuesto de filamentos llamada *hifas*. Su reproducción es asexual y se observan esporangióforas y conidióforas, también se reproducen sexualmente dando lugar a la formación de ascosporas, oosporas y zigosporas.

Los mohos crecen más lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Además, existe el peligro potencial de producción de micotoxinas por parte de estos. (Moreno *et al.*, 1983).

2.3 Bases Legales

El trabajo de investigación se rige bajo las Normas Venezolanas COVENIN, el cual estas normas establecen los requisitos que debe cumplir el arroz para el uso industrial destinado para la elaboración de alimentos del consumo humano. Las normas utilizadas para el desarrollo del proyecto son las siguientes: COVENIN número: 2384-86, 1086-84, 902-87, 1104-96, 1553-80, 2300-93, 3276-97, 902,1337.

2.4 Reseña Institucional

Reseña histórica de la empresa KEL.CA

Esta empresa fue fundada en el año 1953 en la ciudad de Valera, Estado Trujillo, en una época en la que su fundador, luego de haber trabajado durante nueve años en un importante abasto de la ciudad, percibe la necesidad de producir el producto “crema de arroz”, el cual tenía un fuerte mercado y un déficit en la oferta. Las primeras etapas de producción fueron

difíciles por el escaso capital, haciendo que el proceso fuese poco automatizado y con una relativa alta cantidad de mano de obra; un molino comprendía la maquinaria para tener que cubrir manualmente los procesos de transporte, mezclado y empaquetado.

En la década de los años 60 se establece en Campo Alegre, sector perteneciente al municipio Carvajal. Comienza la producción de almidón de yuca y de arroz, incorporando nueva maquinaria para estos productos. En los años 70 se consolida como empresa arrocera con la marca KEL a nivel nacional con los productos, crema de arroz y harina de arroz. Se automatiza el envasado de la crema de arroz con el cambio de bolsa de celofán a envase de hojalata utilizando nuevas máquinas envasadoras. En la década de los años 80 la empresa adquiere una fábrica de envases para producir sus propios envases en polipropileno para la crema de arroz.

Por lo tanto comenzando los años 90 se construye una planta para el acondicionamiento y almacenaje de cereales, tomando en cuenta la recepción y acondicionamiento del maíz, que era el cereal utilizado en la próxima inversión de la Fábrica. Más tarde, se adquiere la maquinaria completa para la elaboración de harina de maíz precocida lanzándola al mercado en el año 1993 con la marca MAIZKEL.

La empresa Industrias KEL C. A., ofrece al mercado venezolano los siguientes productos: crema de arroz en tres presentaciones, envases de 450, 900 y bolsa de 1.800 grs.; harina de arroz como materia prima para otras empresas, presentada en sacos de 40 kgrs., y harina integral de maíz blanco y amarillo precocida, presentada en bolsas de un kgr. En el año 2007 comienza la producción de un producto novedoso, único en su tipo en el mercado venezolano, denominado: "Harina de arroz extra refinada enriquecida", con la marca KELÍN, de gran utilidad en la cocina como

sustituto de la maicena pero con un gran aporte adicional de proteínas, vitaminas y minerales.

El 100 % de las ventas son al mercado nacional distribuidas principalmente en la zona Occidental, incluyendo la zona andina; le siguen la zona central del país. Las materias primas son todas de origen nacional y se encuentran divididas en dos: materias primas de producto y materias primas de empaque. Las de producto son aquellas que forman parte del alimento; estas son arroz y maíz. Las de empaque son destinadas para fabricar los empaques; estas comprenden el polietileno, tintas, colorantes, bandejas de cartón, bobinas plásticas.

El arroz y el maíz son las materias primas principales por los altos volúmenes de compra, por los costos de almacenaje y por lo cambiante de las condiciones del mercado. El arroz es comprado en el Estado Portuguesa y en el Estado Guárico. El maíz es comprado principalmente en el Estado Trujillo o en los Estados Yaracuy, Lara y Portuguesa.

Visión, misión y valores de la empresa

Visión

Ser una empresa consolidada y rentable que mejore la alimentación del grupo familiar, con productos sanos y nutritivos, en la búsqueda del desarrollo y bienestar de sus trabajadores y clientes.

Misión

Fabricar y vender productos alimenticios excelentes integrados en una misma red de comercialización a nivel nacional e internacional con una organización eficiente y orientada hacia el crecimiento continuo a través de

un óptimo servicio, calidad de los productos y el desarrollo del capital humano.

Valores

- Competitividad
- Colaboración
- Servicio
- Calidad
- Integridad
- Desarrollo profesional
- Justicia

Objetivos de la empresa

- Optimizar los procesos de producción en la búsqueda de mejorar la productividad.
- Constituir un departamento de ventas y mercadeo efectivo y eficiente que explote las potencialidades de producción de la empresa.
- Estructurar una administración sencilla, competente y comprometida para hacer más eficiente su operación con una óptima comunicación entre sus miembros y con los otros departamentos.
- Desarrollar el recurso humano en conocimiento, calidad de vida, ética y motivación, para incorporarlos en la cultura organizacional que la empresa requiere.

Organigrama general de la empresa

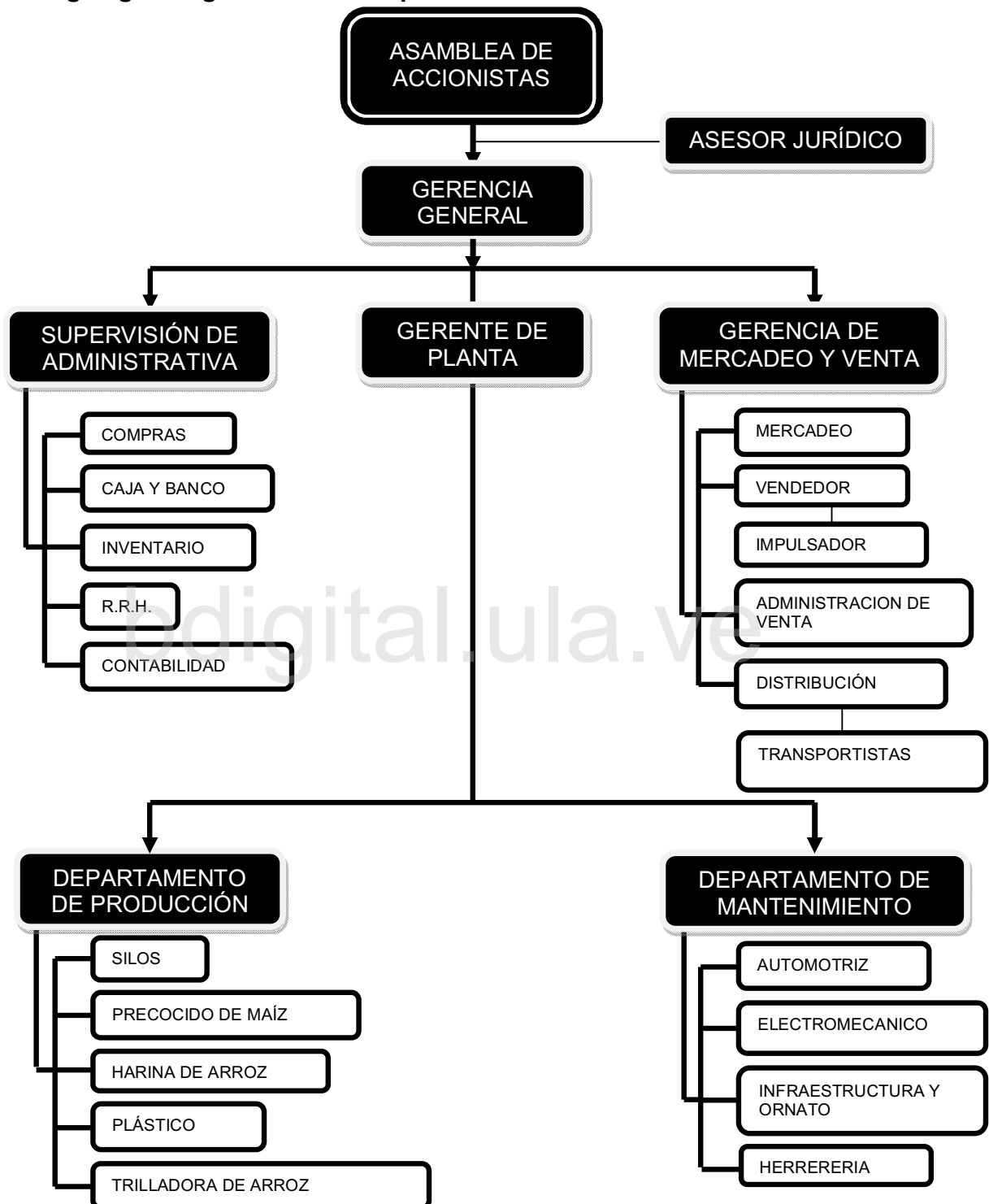


Figura N° 2.Organigrama General de la Empresa.

Estructura organizativa

Industrias KEL está organizada de la siguiente forma:

- Asamblea de accionistas: está comprendida por los hermanos Di Michele y presidido por el señor Casmiro Di Michele.
- Asesor Jurídico: es la persona encargada de dar asesoramiento legal en las distintas circunstancias que se presenten en la empresa.
- Gerencia General: es el autorizado a delegar funciones y supervisarlas.
- Comité de seguridad laboral: conjunto de trabajadores que velan por el fiel cumplimiento de las normas de seguridad laboral.
- Supervisión administrativa: el jefe de oficina supervisa el trabajo de los siguientes departamentos para que su funcionamiento sea el óptimo.

Compras: entre sus principales funciones se encuentran gestionar las compras de materias primas y materiales, y planificar las compras de acuerdo al inventario y disponibilidad de recursos.

Caja y Banco: entre sus deberes están: conocer la disponibilidad bancaria diaria, recibir y organizar las facturas que le son entregadas luego de cada viaje por los chóferes, y entregarle los viáticos a los transportistas.

Inventario: se lleva un control del inventario, sobre la mercancía que sale y que entra a la empresa.

R.R.H.H.: el departamento de recursos humanos asesora a la empresa en todo lo concerniente a la Ley Orgánica del Sistema de Seguridad Social (Ley Macro) y sus leyes LOT y a la LOPCYMAT y sus reglamentos, Ley de Prestación de Empleo, Régimen Prestacional de Vivienda, Régimen Prestacional del Empleo. También organiza la nómina empresarial.

Contabilidad: el contador estudia junto con el Gerente la estructura del plan de cuentas para prever los cambios que se requieran para hacer más fácil su interpretación según los cambios que se presenten, registra la contabilidad de las empresas según el sistema contable. También organiza la nómina empresarial.

- Gerencia de Mercadeo y Ventas: el gerente de éste departamento desarrolla los clientes a través del mercadeo y responsabilidad social:

Vendedores: la empresa cuenta con 6 representantes de ventas, uno en cada zona: Trujillo, Zulia, Lara, Maracay, Mérida y Táchira.

Impulsadoras: se contratan cuando existe alguna promoción.

Promotores: es una nueva figura en la empresa, se cuenta con dos promotores de ventas, uno en Trujillo y otro en Zulia.

Administración de ventas: la persona que trabaja en la administración de ventas debe distribuir la mercancía que se va a despachar por zonas, facturar, relacionar y comunicarse con los chóferes y vendedores.

Transportista: se cuenta con 6 chóferes (dos de ellos contratados), encargados de despachar la mercancía a los distintos puntos de venta.

- Gerencia de planta: el gerente de planta debe programar las funciones de trabajo del personal de planta semanalmente y hacer los ajustes que se requieran diariamente al finalizar cada jornada.

La planta está conformada por los siguientes departamentos:

- Departamento de producción: comprendido por las siguientes divisiones:

Silos: se encarga de recepción, limpieza, acondicionamiento, y almacenamiento de los cereales para ser entregados en forma óptima y oportuna al departamento de producción. Trabaja con 1 persona.

Precocido de maíz: es el departamento donde se encuentra toda la línea de producción de la harina de maíz precocida integral. Trabaja con 6 personas.

Harina de arroz: comprende las líneas de producción de harina de arroz, crema de arroz y KELÍN. Trabajan 14 personas. Se distribuyen en dos galpones que van desde la limpieza y esterilización del arroz hasta el proceso de empaquetado.

Plástico: es el departamento de producción de los envases plásticos de 450g y 900g. Comprende todo el proceso desde que se vierte la materia prima a las máquinas inyectoras para la elaboración de los envases y tapas, hasta la impresión de dichos envases por el método Offset seco a full color. Trabajan en este departamento 6 personas.

Trilladora de arroz: es una línea de producción para la elaboración de arroz de mesa. El proceso comienza con el descascarado del arroz de campo o Paddy y termina en el empaquetamiento del arroz de mesa. Trabajan en este

proceso 4 personas. Cabe destacar que en este momento por razones técnicas no está operativo este departamento.

- Control de calidad: realiza análisis microbiológicos y físico-químicos en materias primas. También efectúa análisis microbiológicos y físico-químicos en producto terminado.

- Asistente de control de calidad: la persona que tiene este cargo auxilia al representante de control de calidad en lo que pueda necesitar y se encarga de la distribución de los sacos de harina y su etiquetado.

- Departamento de mantenimiento: este departamento debe planificar las labores de mantenimiento preventivo para todo el personal de mantenimiento con miras a minimizar las paradas de máquinas por fallas, bajar los costos de mantenimiento y hacer más eficiente todo el trabajo de planta. Para esto se deberá tener registrado el inventario de todos los equipos mecánicos y eléctricos con sus necesidades de mantenimiento actual y rutinario. También se deberá tener conocimiento de la disponibilidad de repuestos y herramientas para estas labores.

Automotriz: comprende el taller de mantenimiento de vehículos donde se realizan reparaciones ligeras y mantenimiento preventivo. Trabaja 1 persona.

Electromecánico: es el grupo de técnicos de mantenimiento de todas las líneas de producción. Comprende 2 electricistas, 2 mecánicos industriales, 1 almacenista de repuestos. Su trabajo es coordinado por el jefe de mantenimiento según un programa diseñado para el tipo de máquinas que se tienen.

Infraestructura y Ornato: es un departamento con personal outsourcing, por el motivo que su trabajo no es constante sino por temporadas. Comprende todo

lo relacionado con el mantenimiento de los pisos, paredes, jardineras y fachadas.

Herrería: por tener este tipo de fábricas un amplio número de elementos ferrosos como los transportadores, elevadores, transiciones, bases, estructuras, entre otros, involucradas en los procesos, se hace necesario tener un equipo de soldadores para llevar a cabo el mantenimiento y adaptaciones de estas líneas. A demás, realizan mantenimiento a los portones, ventanas y techos en general.

2.5 Sistemas de Variables

Para Singh y Heldman (1998), en la industria de alimentos, el término procesado térmico se utiliza para describir aquel proceso de calentamiento, manteniendo a temperatura constante que se necesita para eliminar el riesgo de una posible enfermedad provocada por la indigestión de los alimentos, garantizando así su inocuidad. Por tanto, la pasteurización es un proceso térmico diseñado para microorganismos patógenos y en función a los microorganismos indicadores mencionados en este capítulo, cumpliendo la principal variable de conocer que tan efectivo es el proceso, indicado por los resultados obtenidos en el laboratorio de control de calidad de la empresa KEL.

Para conseguir la evaluación de la efectividad del proceso térmico se utilizo los siguientes parámetros (valor de D, z, F) que según Sharma *et al.* (2003), los define de la siguiente manera:

Valor de D: Tiempo necesario para que haya una reducción de 10 veces en el número de organismos a una temperatura determinada.

Valor de z: Cantidad de cambio de temperatura, en grados, que se necesita para que haya un cambio de 10 veces en el valor D.

Valor de F: Al obtener los valores de D y z puede obtenerse el “tiempo de muerte térmica” (F).

Tabla N° 7

Sistemas de variables.

Objetivo Específico	Variable	Dimensiones	Indicadores
Describir el proceso de tratamiento térmico utilizado en la elaboración de harina de arroz.	Grado de efectividad del proceso de tratamiento térmico en la elaboración de harina de arroz.	Proceso de Tratamiento Térmico	Temperatura del equipo medida en la escala Grado Celsius (°C)
Determinar los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos en el proceso de tratamiento térmico.		Supervivencia Resistencia térmica Muerte térmica	D z F
Determinar la actividad del agua de la materia prima y del producto como un indicador de la actividad microbiana.		Actividad del agua (Aw)	HRE

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo se refiere a la metodología que se implementó para el desarrollo del trabajo de grado, el cual incluye el tipo de investigación, el diseño, la población, así como las técnicas y los procedimientos a utilizar.

3.1 Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptiva, la cual, según Arias (1999) se refiere a la caracterización de un hecho, fenómeno para establecer su estructura o comportamiento. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de la investigación.

Este trabajo se considera descriptivo porque se midió las variables de manera independiente, tales como el tiempo de reducción decimal, muerte térmica, actividad del agua que aportan la información necesaria para determinar la eficacia del proceso térmico. Por lo tanto, no se manipulan las variables sino que se miden tal y cual como aparecen en el proceso.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación utilizado para responder al problema planteado es de campo, que para Arias (1999), consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

Así, por lo anterior descrito el trabajo de grado que se realizó, es un estudio de campo porque las mediciones tomadas son directamente del proceso sin ser manipuladas las variables, estas mediciones son temperatura, recuento de los microorganismos, actividad del agua.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Arias (1999), las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información, como la observación directa, la encuesta en sus dos modalidades (oral o escrita), entrevista, análisis de documentos y análisis de contenido. Como también, los instrumentos de recolección de datos son los medios o materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Como lo son las fichas, formatos de cuestionarios, grabador, cámaras fotográficas, videos, guías de entrevistas entre otros.

Por consiguiente, de manera detallada se muestran los métodos y técnicas que se emplearon para la determinación de análisis físicos, químicos y microbiológicos de la toma de las muestras que se realizaron en el laboratorio de la Industrias KEL por lo que hace a este capítulo la base práctica del trabajo.

De esta forma, la técnica utilizada para recolectar la información al comienzo de este estudio es de observación porque se le hizo un seguimiento al tiempo, en el momento que pasa la materia prima dentro del equipo “esterilizador”. Posteriormente, se realizó la recolección de las muestras con los implementos y técnicas utilizadas apropiadamente.

3.3.1 Toma de muestra

Antes de tomar las muestras de arroz en el equipo “esterilizador”, se le hizo una evaluación de observación para obtener el tiempo que tarda de

pasar el arroz a la entrada del equipo hasta su salida para que cuando se realicen sus respectivos análisis físicos – químico no exista variedad de arroz en la muestra y altere los resultados. En un periodo de tres días se tomo con un cronometro el tiempo que pasa la materia prima a la entrada del equipo hasta su salida, este intervalo de tiempo se obtuvo en el momento que el operador energizaba la línea del producción.

Posteriormente para la recolección de la primera toma de muestra se tomaron en cuenta otros equipos para obtener resultados de que tan seguido podía tomarse las muestras en el día y también si existe variación de los resultados con respectos a los equipos anteriores al esterilizador.

A continuación se describe los materiales, equipos y procedimientos para realizar un análisis seguro.

Materiales y equipos

- Bolsas plásticas herméticas
- Termómetros
- Guantes
- Mascara
- Alcohol
- Potes estéril de 450 gramos
- Cucharas metálicas
- Cronómetro
- Papel aluminio

Procedimiento

- Colocarse los guantes y la mascarilla.
- Los materiales son llevados lo más aséptico posible al área donde se van a tomar las muestras.
- Se activa el cronometro una vez que se esté cerca del aparato para tomar las muestras de arroz.
- Con una cuchara metálica se toma la muestra a la entrada del equipo “esterilizador” al pasar 9 segundos se toma la muestra de la salida, se coloca en sus respectivas bolsas plásticas previamente identificadas.
- En un pote estéril se coloca 300 gramos aproximadamente del arroz en el cual en este se mide la temperatura.
- Se toma la lectura digital de la temperatura del equipo “esterilizador”.
- Las muestras son llevadas rápidamente al laboratorio para hacerle sus respectivos análisis.
- Se espera de 30 a 40 minutos para realizar la próxima recolección de muestras.

3.3.2 Preparación de soluciones y diluentes

Los diluentes son aquellos en las que se mezclan las muestras (en este caso el arroz), para establecer las diferentes concentraciones.

Materiales y equipos

- Espátulas estériles
- Frascos de vidrio de 250 ml con tapa de rosca. Estériles
- Cilindro graduado de 100 ml
- Balanza digital

- Vaso precipitado de 100 ml
- Agitador de vidrio
- Autoclave

Reactivos

- Peptona
- Agua destilada

Preparación del agua peptonada

- Enumerar la cantidad de muestras que se van a analizar, para así obtener la cantidad de frascos a utilizar.
- Multiplicar la cantidad de frascos por la constante utilizada en el laboratorio (0.255gr. de polvo de peptona), dando como resultado la cantidad total de peptona para el proceso.
- En un cilindro graduado se mide 90ml de agua destilada.
- Se agrega 0.1gr de peptona.
- Se disuelve los gramos del polvo deshidratado con el agua destilada en un vaso precipitado.
- Inmediatamente se llena el frasco.

Preparación de frascos de dilución

Con la solución de peptona se llenan los frascos de 90ml y se añade 1% a 2% más del volumen preparado para completar las pérdidas por evaporación. Se esteriliza en la autoclave (Ver Anexo A1) por 15 minutos a 15 psi y 120 ° C.

Método para la preparación de diluciones

- Se pesan 10 gramos de muestra.
- Se añade la muestra en un frasco de dilución que contenga 90 ml del diluyente (agua peptonada 0.1 % o solución tampón de fosfato). Se homogeniza la muestra.
- Se agita el frasco utilizado 25 veces, bien sea por un movimiento alterno del brazo en un ángulo de 45° o por rotación del recipiente en diferentes sentidos.
- Se repite este procedimiento a fin de obtener las otras diluciones necesarias para el análisis.

Notas:

La inoculación del medio se debe llevar a cabo dentro de los 20 minutos siguientes a la preparación de las diluciones.

Las medidas de masa y volumen indicadas en los procedimientos anteriores son para cada solución de una muestra.

3.3.3 Recuento de Coliformes y de Escherichia coli.

Método en placa con películas secas rehidratables (Petrifilm)

Las placas Petrifilm (Ver Anexo A2), son láminas de papel y polipropileno, que contienen medio de cultivo deshidratado que viene para ser usado directamente. Es un método rápido, sencillo y específico que permite el recuento de bacterias Coliformes en 24 horas.

Materiales y equipos

- Vaso precipitado de 100 ml
- Frascos con la preparación

- Autoclave
- Placas de petri estériles
- Balanza de precisión + 0,1g
- Plancha de agitación
- Espátulas estériles
- Papel de aluminio
- Pipetas de 1 ml
- Estufa regulada a 35 °C
- Placas Petrifilm para recuento de Coliformes y Escherichia coli
- Lamina plástica difusora para Placas Petrifilm
- Alcohol
- Algodón

Antes de la siembra de la muestra

En una placa de petri estéril se le vierte 1ml de la solución de agua peptonada que es la muestra testigo (Ver Anexo B1), esta muestra testigo sirve para observar si en el proceso de preparación del agua peptonada no hubo contaminación y también para observar si varia el color con respecto a las otras muestras que contengan la siembra de los microorganismos.

Siembra de la muestra

- Se prepara la dilución de la muestra.

- Se coloca la placa petrifilm previamente identificada, en una superficie plana.
- Se mide un 1ml de la dilución correspondiente.
- Se levanta la película superior de la placa, se vierte el ml de dilución con la pipeta de forma perpendicular en el centro del círculo que contiene el medio deshidratado, ubicado en la película inferior de la placa.
- Deslizar con cuidado la película superior sobre la inferior, tratando de no formar burbujas.
- Inmediatamente después distribuir el inóculo sobre el área del medio de cultivo deshidratado usando una lámina plástica difusora, con la cara plana hacia abajo, realizando una presión suave, hasta que el líquido alcance los bordes del círculo. Hay que colocar la lámina plástica difusora antes de pasar a la siguiente placa.
- Dejar la placa en reposo durante 1 minuto aproximadamente, para permitir la solidificación del agente gelificante.
- Para la siembra de las otras muestras la pipeta es desinfectada con algodón cubierto de alcohol.
- Incubar las placas para Coliformes totales y E. Coli durante 24 horas $\pm$ 2 horas, a 32 °C $\pm$ 1 °C en la estufa.

Para el recuento

Para la lectura de las placas, con ayuda de un cuenta colonias, se cuentan las colonias asociadas a una o más burbujas de gas; las colonias rojas típicas como Coliformes totales y las colonias de color azul como E. coli. El recuento en la placa petrifilm para Coliformes totales es la suma de las colonias rojas y azules asociadas con gas. (Ver Anexo B2)

Los resultados se expresan como recuento por gramo de muestra (UFC/g).

3.3.4 Recuento de Aerobios mesófilos.

Método en placa con películas secas rehidratables (Petrifilm)

Materiales y equipos

- Vaso precipitado de 100 ml
- Frascos de vidrio de 250 ml con tapa de rosca
- Autoclave
- Placas de petri estériles
- Balanza de precisión $\pm 0,1\text{g}$
- Espátulas estériles
- Papel de aluminio
- Pipetas de 10 ml
- Estufa regulada a $35 \pm 1^\circ\text{C}$
- Alcohol
- Algodón
- Placas petrifilm para recuento de aerobios
- Dispensador difusor para placas petrifilm de aerobios

Antes de la siembra de la muestra

En una placa de petri estéril se le vierte 1ml de la solución de agua peptonada para la muestra testigo.

Siembra de la muestra

- Se prepara la dilución de la muestra.
- Se coloca la placa Petrifilm previamente identificada, en una superficie plana.
- Se mide un 1ml de la dilución correspondiente.
- Se levanta la película superior de la placa, se vierte el ml de dilución con la pipeta de forma perpendicular en el centro del círculo que contiene el medio deshidratado, ubicado en la película inferior de la placa.
- Deslizar con cuidado la película superior sobre la inferior, tratando de no formar burbujas.
- Inmediatamente después distribuir el inóculo sobre el área del medio de cultivo deshidratado usando el dispensador difusor, con el aro hacia abajo, se realiza una presión suave, hasta que el líquido alcance los bordes del círculo.
- Dejar la placa en reposo durante 1 minuto aproximadamente, para permitir la solidificación del agente gelificante.
- Para la siembra de las otras muestras la pipeta es desinfectada con algodón cubierto de alcohol.
- Incubar las placas para aerobio mesófilos durante 48 horas, a 37 °C + 1 °C en la estufa.

Para el recuento

Para la lectura de las placas, con ayuda de una cuenta colonias, se cuentan características de color rosado oscuro. (Ver Anexo C1)

Los resultados se expresan como recuento estándar por mililitro o gramo de muestra (UFC/g).

3.3.5 Recuento de mohos

Método en placa con películas secas rehidratables (Petrifilm)

Materiales y equipos

- Vaso precipitado de 100 ml
- Frascos de vidrio de 250 ml con tapa de rosca
- Autoclave
- Placas de petri estériles
- Balanza de precisión $\pm 0,1g$
- Espátulas estériles
- Papel de aluminio
- Pipetas de 1 ml
- Alcohol
- Algodón
- Gabinete a $22 \pm ^\circ C$
- Placas petrifilm para recuento de mohos
- Aplicador para Placas petrifilm para recuento de mohos

Antes de la siembra de la muestra

En una placa de petri estéril se le vierte 1ml de la solución de agua peptonada para la muestra testigo.

Siembra de la muestra

- Se prepara la dilución de la muestra.
- Se coloca la placa petrifilm previamente identificada, en una superficie plana.
- Se mide un 1ml de la dilución correspondiente.
- Se levanta la película superior de la placa, se vierte el ml de dilución con la pipeta de forma perpendicular en el centro del círculo que contiene el medio deshidratado, ubicado en la película inferior de la placa.
- Deslizar con cuidado la película superior sobre la inferior, tratando de no formar burbujas.
- Inmediatamente después distribuir el inóculo sobre el área del medio de cultivo deshidratado usando el aplicador, sujetándolo por la barrita soporte y ejercer una presión sobre el área circular. No girar ni deslizar el aplicador.
- Dejar la placa en reposo durante 1 minuto aproximadamente, para permitir la solidificación del agente gelificante.
- Para la siembra de las otras muestras la pipeta es desinfectada con algodón cubierto de alcohol.
- Incubar las placas durante 3 a 5 días, mínimo 78 horas, a $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el gabinete.

Para el recuento

Para la lectura de las placas, con ayuda de un cuenta colonias, se cuentan las placas con las siguientes características: colonias pequeñas (pueden parecer tridimensionales), bordes definidos, color rosado oscuro a verde-azul. Las colonias grandes, bordes difusos, color variable, planas y con núcleo central (usualmente), se cuentan como mohos. (Ver Anexo C2)

Los resultados se expresan como recuento por gramo de muestra (UFC/g).

Medida de seguridad en el laboratorio

Como medidas de seguridad se utiliza tapa boca, guantes, gorro al manipular estos medios de cultivo para evitar la inhalación del polvo o la expiración de saliva sobre el.

La esterilización de los medios de cultivo es por autoclave a 121 psi por 15 minutos.

3.3.6 Determinación de humedad

Materiales y equipos

- Estufa
- Balanza digital con precisión de 0,1 g
- Desecador
- Placas de petri
- Pinza
- Espátula
- Beakers

Procedimientos por:

3.3.6.1 Método humedad por secado

- Se colocan 2 placas abiertas, con sus respectivas tapas, en la estufa a 130°C durante una hora, se enfrían en el desecador por 10 minutos y posteriormente se pesan.

- En cada placa se pesan 5 gramos de la muestra, se identifican y se colocan destapadas dentro de la estufa, regulada a una temperatura de 130°C durante cuatro horas, contando la hora a partir del momento en que la estufa alcance nuevamente la temperatura de 130°C.

- Se sacan las placas de la estufa, se tapan rápidamente, se colocan en el desecador (Ver Anexo D1) durante 10 minutos y se toma el peso final de la muestra. Se continúa con este procedimiento hasta obtener el peso de todas las muestras tomadas.

- El contenido de humedad se expresa en porcentaje y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad \%} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra inicial, en gramos.

B = Peso de la muestra seca, en gramos.

Según la norma: COVENIN 1553-80

Nota:

Particularmente en este método para una muestra de arroz se reparte a dos placas petri con 5 gramos de arroz esta misma muestra, posteriormente de ser secadas en las estufa, el porcentaje de humedad final conseguida de ambas se saca el promedio para obtener un resultado más confiable.

3.3.6.2 Método por medidor de humedad en granos

- Se toma una muestra de 250gr. y se introduce en el beaker. (Ver Anexo D2)
- Se enciende el medidor en el botón girando hacia la derecha el botón OFF-ON.
- Con el botón BALANCE, se hace coincidir la aguja del medidor con el cero.
- Se coloca en el cilindro la muestra a medir y se pulsa el botón LOAD, para dejar caer el grano dentro del aparato.
- Se anota el resultado.
- Se pulsa el botón EMPTY para dejar caer la muestra en la bandeja y sacarla del aparato.
- A la lectura debe hacerse el descuento obtenido en la calibración del aparato.

bdigital.ula.ve

3.4 Técnicas de análisis y procesamiento de la información

Para Arias (1999), las técnicas de análisis en este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos, estarán sometidos por estadística inferencial, técnicas descriptivas, comparaciones con tablas de referencias, técnicas de desarrollo de organigramas.

Esta investigación facilitó la presentación de organigramas, como también la técnica de diseño de flujogramas que es representado mediante símbolos indicando la secuencia de las operaciones del proceso para la elaboración de harina de arroz en la Industrias Kel. De igual forma se muestran tablas y gráficos, el cual sus respectivos datos serán sometidos al análisis.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo hace referencia a la presentación de los análisis e interpretación de los resultados obtenidos durante la recolección de los datos aportados por las muestras del equipo “esterilizador” en la industria Kel para así responder a los objetivos de la investigación.

El primer objetivo se estudió de forma descriptiva. Por lo tanto al presentar el diagrama de flujo para la elaboración de Harina de Arroz en esta parte del estudio, se describe las principales funciones como: el conjunto de equipos, conocimientos técnicos y procesos que se emplean para desarrollar esta producción.

Diagrama de flujo para la elaboración de Harina de Arroz

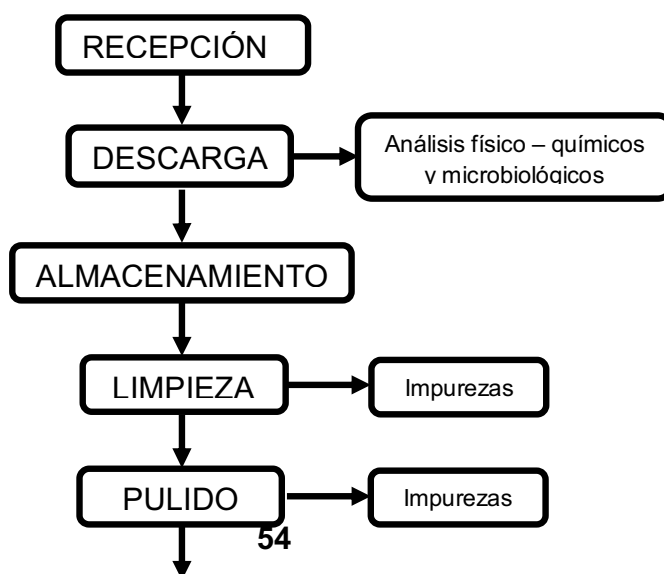




Figura N° 3: Diagrama de flujo para la elaboración de harina de arroz.
Empresas Kel

Recepción:

Se recibe la materia prima (arroz) a granel o en sacos; a granel en camiones con tanques graneleros posteriormente pesado en una Romana y/ó en sacos de presentación de un peso aproximado de cincuenta kilogramos, los cuales son transportados en camiones con plataforma.

En esta área es recibido el arroz es de segunda, entendiéndose como arroz de segunda según la clasificación de las normas COVENIN 2384 de arroz uso industrial, cuyo tamaño es menor que las $\frac{3}{4}$ partes de la longitud media del grano entero y mayor que la $\frac{1}{4}$ parte.

Descarga:

Es evaluada la materia prima mediante inspección visual y se dispone de la toma de unas muestras representativas para su posterior análisis físico – químico y microbiológico, luego se procede a descargar de no existir ninguna inconformidad.

La materia prima a granel se vacía en la fosa o tolva de recepción, que se encuentra ubicada en el área de los silos y el producto es transportado por un elevador de cangilones hasta los silos de almacenamiento identificado. La materia prima en sacos se coloca sobre paletas (estibas), a las cuales previamente se les ha colocado separadores para que la materia prima no esté en contacto directo con las paletas evitando contaminación.

Almacenamiento:

La materia prima recibida a granel se deposita en un silo, el cual debe haber sido limpiado al igual que la tolva de recepción. La materia prima en sacos se coloca en un galpón donde anteriormente se haya realizado la

limpieza, se apilan las paletas de dos en dos y entre las cuales se coloca un separador plástico, en ambos casos debidamente identificados para su procesamiento.

Limpieza:

En esta etapa del proceso, el arroz es transportado por intermedio de un tornillo sin fin a una tolva intermedia y extraída por otro tornillo sin fin que alimenta la Tarara, usada para eliminar las impurezas y polvillo por intermedio de un ciclón, luego seguidamente el arroz se dirige a la Zaranda que es un conjunto de tamices que selecciona de acuerdo al tamaño requerido para el proceso productivo, además este conjunto de tamices nos sirve para terminar de retirar cualquier material extraño o partícula objetable presente. La materia extraña incluye la paja, polvo, piedras y las semillas objetables son cualquier otra semilla diferente al arroz como grano rojo, maíz, soja entre otros.

Pulido:

Un transportador de tornillo sin fin alimenta el pulidor (Vertíjet), en el cual este se encarga de pulir el grano de arroz mediante la fricción (1100rpm), removiendo los restos de salvado y polvo que pueda haber recogido durante operaciones anteriores a la recepción, este equipo no funciona satisfactoriamente si no se cumple los requerimientos de aire. También cuenta con un ciclón que se encarga de remover el polvo obtenido durante este proceso.

Esterilizador:

Es alimentado por un transportador de tornillo sin fin, la materia prima es calentada mediante calor directo y su límite de temperatura está entre 75 - 80 °C. Este equipo tiene como función principal reducir la carga microbiana

que contiene la materia prima. Posee a la salida una trampa magnética para retener partículas metálicas que puedan quedar presentes en el proceso.

Almacenamiento (Producto en proceso I):

Rápidamente después del tratamiento térmico, el arroz pasa a un tanque de almacenamiento el cual es alimentado por medio de transporte neumático. Este tanque de almacenamiento tiene una capacidad de 20.000Kgr. y posee a la salida una trampa magnética para la retención de las posibles partículas metálicas, un extractor de aire que permite remover el polvo generado por el arroz al momento de la caída dentro del tanque y a su vez extrae el calor del grano para evitar la humedad dentro del mismo.

Pre molienda:

Los molinos son alimentados por el dosificador del tanque de arroz a través de un tornillo sin fin. En esta primera molienda se utiliza el equipo llamado Molino Baumaster 1 y 2, el cual parte el grano de arroz por medio de un sistema de disco para facilitar el proceso de pulverización, luego la harina gruesa obtenida de estos molinos cae en una tolva al tanque de almacenamiento (producto en proceso II), la cual está provista de unos filtros para evitar la salida de polvo al ambiente.

Almacenamiento (Producto en proceso II):

Es un tanque el cual almacena temporalmente la harina gruesa, es alimentado por transportadores de tornillo sin fin recolectando la harina gruesa de la tolva de los molinos de pre molienda, para luego suministrarla los molinos de pulverizado.

Pulverizado:

La harina gruesa es transportada por dos transportadores de tornillo sin fin; el primero es un transportador vertical que alimenta a un segundo transportador horizontal que a su vez alimenta los molinos de pulverizado (Molino Alpin). La harina gruesa es reducida de granulometría hasta un polvo más fino y la entrada de los molinos cuenta con trampas magnéticas. En este proceso se hace el ajuste para el tipo de granulometría de la harina a moler (Estándar – Fina).

Almacenamiento (Producto en proceso III):

Esta harina fina es enviada a través de un tubo que la transporta mediante aire por succión, llevándola a un transportador horizontal provisto de filtros para no dejar salir polvo al ambiente. Este transportador alimenta a otro vertical que a su vez alimenta a un dosificador que distribuye la harina en dos tanques donde será almacenada para luego pasar al llenado. Este tanque también es llamado tanque de almacenamiento de harina fina.

Cernido:

Esta etapa tiene un cernidor de tela que separa las partículas grandes que no hayan sido bien molidas y cualquier otra partícula que pudiese haber estado en la harina. Las partículas grandes que salen del cernidor son recogidas en un saco, y utilizadas como subproducto.

Llenado:

El tanque es alimentado por un transportador de tornillo sin fin, de éste a su vez sale un transportador pequeño que alimenta la boca del llenado, el cual se activa directamente por un tablero de control. El llenado se realiza manualmente, el saco debe estar identificado con su respectivo código e

información, este es colocado en la boca del llenado, al completar la cantidad necesaria se coloca sobre la balanza para completar el peso indicado (25Kg). Al lado de la balanza se coloca un saco con una cuchara destinada para ese uso, con la que se coloca o se retira harina para completar la cantidad requerida. El llenado lo realizan dos personas, una llena los sacos y los coloca en la balanza; el otro los cose y los entarima.

Entarimado:

El entarimado es una etapa incluida en el llenado. La persona encargada de coser los sacos los entarima y los coloca en una paleta de madera. Las paletas utilizadas deben ser cubiertas con un cartón para evitar que los sacos estén directamente sobre la madera. Se coloca un separador cada 20 sacos para evitar la caída durante el traslado al lugar de almacenamiento.

Almacenamiento producto terminado:

Se colocan las paletas con la harina en un lugar fresco, que se encuentre protegido contra los insectos y roedores. No se colocan paletas unas sobre otras, para evitar la rotura y contaminación de los sacos, por último se identifican las paletas con su respectivo código.

Distribución:

La harina es transportada en camiones cava o camiones con plataforma. Los camiones se barren para retirar el resto de polvo o partículas de algún otro producto que pueda contaminar la harina. Luego se coloca una cubierta para evitar que los sacos se mojen.

Descripción del proceso de tratamiento térmico utilizado en la elaboración de harina de arroz

Al conocer la ubicación del esterilizador en la línea de producción para la harina de arroz, se indica que este equipo es el que realiza el proceso de tratamiento térmico, que consiste en pasar el arroz dentro del interior de un tubo calentado por medio de unos quemadores, el cual estos quemadores son alimentados con gas propano licuado, de esta forma mediante el calor reduce la carga microbiana contenida en la materia prima, teniendo un tiempo de retención en el circuito de nueve segundos aproximadamente. Los límites de temperatura con que trabaja el equipo es entre 75 - 80 °C, medidos por un pirómetro.

Características del equipo:

- El tubo de alimentación posee dos rejillas de 3 ½ cm cada una para la salida del calor.
- La cubierta, es una lámina galvanizada de dieciocho calibres, posee material aislante de fibra de vidrio con un espesor de cuatro centímetros.
- Motor reductor con cadena de 3Hp, conexiones de 220v/14Amp y 440v/8Amp. Rpm 1470, hace funcionar al engranaje.
- El manejo de encendido y apagado eléctrico es por medio de un panel de control, activado y desactivado con un interruptor manualmente. También posee un sistema de seguridad dado el caso que exista un apagón o baja de energía.

El equipo llamado “esterilizador”, este nombre no hace referencia al significado de esterilización ya que el producto no es sometido a un tratamiento drástico de temperaturas mayores a 100 °C y no destruye todos los microorganismos que presentan el arroz. Por tanto, debe llamarse “Calentador”.

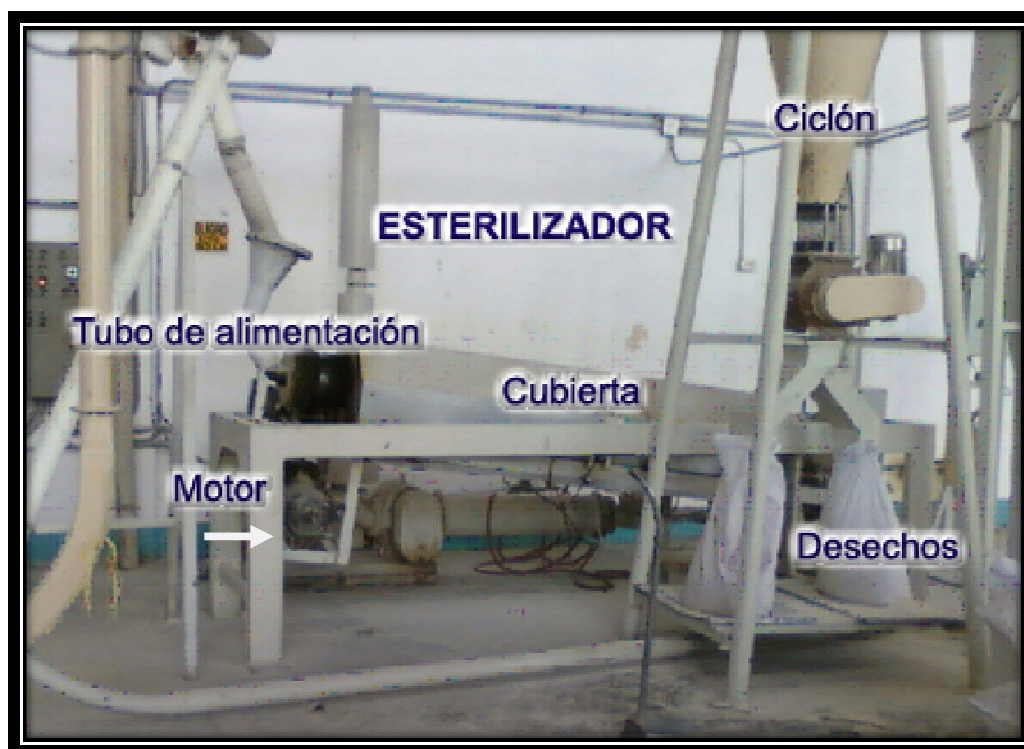


Figura N° 4: Equipo Esterilizador.

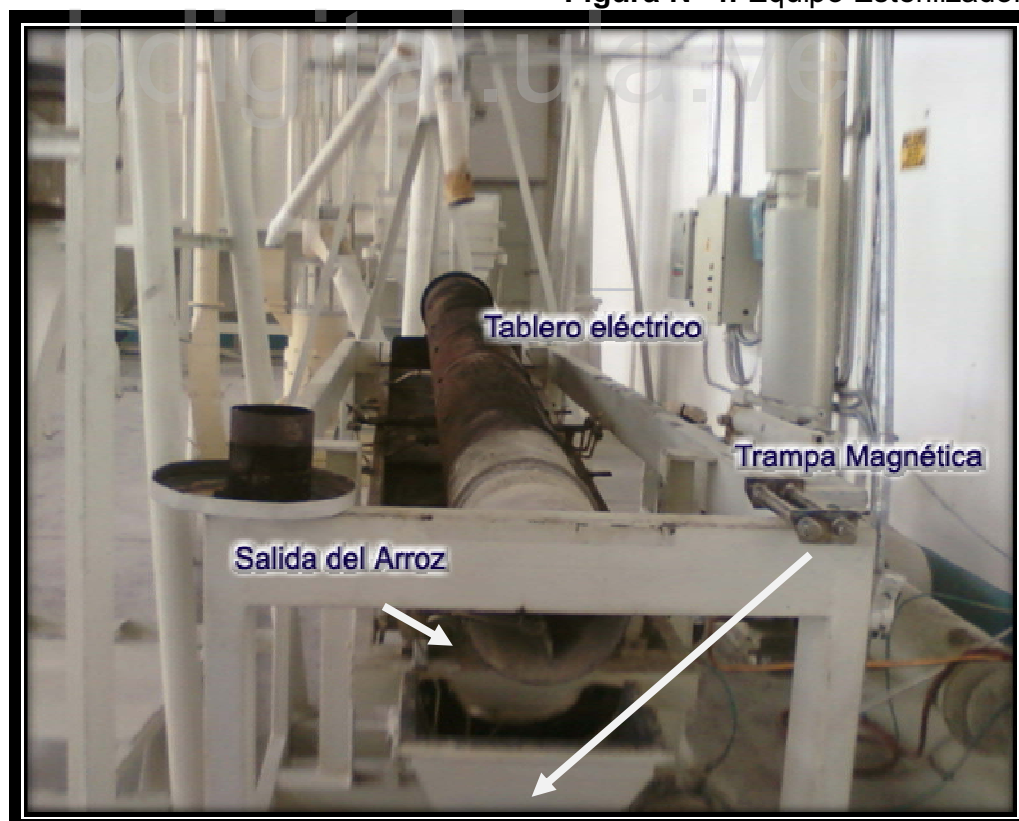


Figura N° 5: Equipo esterilizador sin la cubierta.

Determinación de los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos en el proceso de tratamiento térmico.

Para obtener los respectivos valores de estos parámetros se realizaron mediciones directas en el equipo a través de muestras reflejando los análisis físicos- químicos y microbiológicos, las cuales se presentan en las siguientes tablas. Se analizaron un total de 49 muestras evaluando microorganismos como Coliformes totales, Escherichia Coli, Aerobios mesófilos, Mohos y en análisis físico la humedad.

Todos los procedimientos se llevaron a cabo según Normas Venezolanas COVENIN para cada caso.

A continuación se representaran los resultados obtenidos, de las características microbiológicas de las muestras analizadas a través una serie de tablas. Las tablas presentan abreviaturas donde su significado es:

CT = Coliformes Totales

E. Coli = Escherichia Coli

Am = Aerobios mesófilos

T = Muestras Tomada en la tolva

A = Muestras Tomada a la entrada del esterilizador

B = Muestras Tomada en la salida del esterilizador

Ufc = Unidades formadoras de colonias

D = Tiempo de reducción decimal

%S = Porcentaje de supervivientes

%MT = Porcentaje de muerte térmica

Nota:

Los análisis realizados se hicieron para un proceso continuo y a continuación se muestran en las tablas mediciones de algunos microorganismos en color negro, indicando que su valor inicial de la muestra no hubo cambio o tuvo un aumento al salir de equipo, esto puede deberse a que: la muestra final no era la misma contenida al principio del equipo y que contenía una cantidad mayor de ufc/gr, la cantidad de microorganismos contenidos dentro de este no es homogénea, la variación del arroz, microorganismos que presentan diferentes grados de resistencia al calor produciendo sustancias protectoras excretas por las células.

bdigital.ula.ve

Tabla N° 8

Resultados de los análisis físico – químico y microbiológicos del equipo “Esterilizador”.

Fecha: 15 de Junio

Muestra N°	Hora	Temp. a la entrada °C	Temp. a la salida °C	Temp. del Equipo °C	CT (Ufc/gr.)			E. Coli (Ufc/gr.)			Am (Ufc/gr.)			Mohos (Ufc/gr.)		
					T	A	B	T	A	B	T	A	B	T	A	B
1	10:00am	30	48	76	600	1210	120	<10	<10	<10	1330	6000	1110	130	10	10
2	10:34am	32	55	73	700	40	30	<10	<10	<10	1350	1290	1610	570	20	10
3	11:04am	31	55	74	1110	20	20	<10	<10	<10	2750	820	880	180	<10	20
4	11:35am	30	55	74	170	30	<10	<10	<10	<10	7800	5200	2300	160	10	<10
5	12:05am	30	55	73	190	200	100	<10	<10	<10	3200	4600	7000	60	<10	10

Fuente: Torres, 2011.

Tabla N° 8.1

Determinación de los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos contenidos en la tabla 8.

Muestra N°	Temp. del Equipo °C	CT					E. Coli			Am					Mohos				
		A (Ufc/ gr.)	B (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT	B	C	A (Ufc/ gr.)	B (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT		B (Ufc/ gr.)	C (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT
1	76	1210	120	0,15	9,92	90,08	<10	<10	6000	1110	0,20	18,50	81,50		10	10			
2	73	40	30	1,20	75	25	<10	<10	1290	1610					20	10	0,50	50	50
3	74	20	20				<10	<10	820	880					<10	20			
4	74	30	<10	0,13	6,67	93,33	<10	<10	5200	2300	0,42	44,23	55,77		10	<10	0,21	20	80
5	73	200	100	0,50	50	50	<10	<10	4600	7000					<10	10			

Fuente: Torres, 2011.

Interpretación: En la tabla N° 8.1 se puede observar que la muestra 1 el equipo cumple con el tiempo de reducción decimal para los CT teniendo un 90,08% de muerte térmica, notando que para la segunda muestra la temperatura del equipo disminuye tres grados y con esto conlleva a la reducción de un 25% de muerte térmica dando a conocer que al disminuir su temperatura el efecto hacia los microorganismo es menos letal. También se puede apreciar que no existe la presencia de Escherichia Coli como indicador fecal en las muestras. Para los Am y Moho nos indica una buena disminución de estos microorganismos. Finalmente se puede expresar que los resultados estudiados se encuentran aceptables y tiene un total de 62,41%MT durante el primer día de muestreo en el equipo. De igual forma, el mismo día se realizó la medición de la humedad como información complementaria, el cual se muestra en la tabla N° 8.2

Tabla 8.2

Determinación de humedad:

Muestra N°	Hora Am	Temp. a la entrada °C	Temp. a la salida °C	Temp. del Equipo °C	Humedad a la entrada %	Humedad a la salida %	ΔH %
1	10:00	30	48	76	13.1	11	2.1
2	10:34	32	55	73	13.1	10	3.1
3	11:04	31	55	74	13.1	13	0.1
4	11:35	30	55	74	13.2	13	0.2
5	12:05	30	55	73	13.3	11	2.3

Fuente: Torres, 2011.

Interpretación: Como se puede observar en la tabla N° 8.2, todos los valores de las muestras de humedad están dentro del rango establecido por las Industrias KEL. Indicando la Industria un valor máximo de 13,5% de humedad.

Tabla 9

Resultados de los análisis físico – químico y microbiológicos del equipo “Esterilizador”.

Fecha: 28 de Junio

Muestra N°	Hora	Temp. a la entrada °C	Temp. a la salida °C	Temperatura del Equipo °C	CT (Ufc/gr.)		E. Coli (Ufc/gr.)		Am (Ufc/gr.)		Mohos (Ufc/gr.)	
					A	B	A	B	A	B	A	B
					<10	<10	<10	<10	3600	2200	10	<10
1	08:48am	35	57	75	<10	<10	<10	<10	3600	2200	10	<10
2	09:44am	38	60	77	<10	<10	<10	<10	320	920	<10	10
3	10:40am	39	60	78	<10	40	<10	<10	1700	1290	10	20
4	11:15am	39	61	79	<10	<10	<10	<10	570	5400	20	20
5	11:46am	38	61	79	80	<10	<10	<10	1290	550	10	<10

Fuente: Torres, 2011.

Tabla 9.1

Determinación de los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos de la tabla 9.

Muestra N°	Temp. del Equipo °C	CT					E. Coli		Am					Mohos				
		B (Ufc/ gr.)	C (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT	B	C	B (Ufc/ gr.)	C (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT	B (Ufc/ gr.)	C (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT
1	75	<10	<10				<10	<10	3600	2200	0,70	61,11	38,89	10	<10	0,21	20	80
2	77	<10	<10				<10	<10	320	920				<10	10			
3	78	<10	40				<10	<10	1700	1290	1,25	75,88	24,12	10	20			
4	79	<10	<10				<10	<10	570	5400				20	20			
5	79	80	<10	0,09	2,5	97,5	<10	<10	1290	550	0,40	42,64	57,36	10	<10	0,21	20	80

Fuente: Torres, 2011.

Interpretación: La tabla N° 9.1 nos muestra que la disminución de los CT es considerablemente aceptable al pasar por el equipo, indicando un 97,5% de muerte térmica. No hubo presencia de *Escherichia coli* en ninguna de las muestras tomadas y para los Am se puede decir que poseen un porcentaje elevado de supervivientes a las temperaturas indicadas, mostrando así presencia de posibles microorganismos termófilos. Por el contrario, el moho tuvo una buena repuesta por parte del equipo, en definitiva los resultados estudiados en las muestra son aceptables teniendo un total de 53,95% de muerte térmica. También en el segundo día se realizó la medición de humedad de la materia prima contenida en la Tabla N° 9.2

Tabla 9.2

Determinación de humedad.

Muestra N°	Hora am	Temp. a la entrada °C	Temp. a la salida °C	Temp. del Equipo °C	Humedad a la entrada %	Humedad a la salida %	ΔH %
1	08:48	35	57	75	12	10	2
2	09:44	38	60	77	12	11	1
3	10:40	39	60	78	10	11	1
4	11:15	39	61	79	12	11	1
5	11:46	38	61	79	12	11	1

Fuente: Torres, 2011.

Interpretación: La tabla N° 9.2 indica que los valores obtenidos en las muestras, la humedad están por debajo del valor máximo, por lo tanto se puede decir que estos valores cumplen a plenitud las especificaciones establecidas por la Industrias KEL.

Tabla 10

Resultados de los análisis físico – químico y microbiológicos del equipo “Esterilizador”.

Fecha: 29 de Junio

Muestra N°	Hora	Temp. a la entrada °C	Temp. a la salida °C	Temperatura del Equipo °C	CT (Ufc/gr.)		E. Coli (Ufc/gr.)		Am (Ufc/gr.)		Mohos (Ufc/gr.)	
					A	B	A	B	A	B	A	B
1	08:50am	36	50	72	<10	450	<10	<10	870	790	<10	<10
2	09:22am	37	54	74	560	<10	<10	<10	2710	450	<10	10
3	09:55am	39	56	75	<10	<10	<10	<10	440	540	10	10
4	10:28am	39	56	75	<10	<10	<10	<10	800	1290	10	10
5	10:58am	40	57	74	<10	20	<10	<10	810	11200	10	<10
6	11:28am	40	59	75	<10	10	<10	<10	480	400	10	20

Fuente: Torres, 2011.

Tabla 10.1

Determinación de los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos de la tabla 10.

Muestra N°	Temp. del Equipo °C	CT					E. Coli			Am					Mohos				
		B (Ufc/ gr.)	C (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT	B	C		B (Ufc/ gr.)	C (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT	B (Ufc/ gr.)	C (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT
1	72	<10	450				<10	<10		870	790	3,58	90,80	9,2	<10	<10			
2	74	560	<10	0,06	0,36	99,64	<10	<10		2710	450	0,02	16,61	83,39	<10	10			
3	75	<10	<10				<10	<10		440	540				10	10			
4	75	<10	<10				<10	<10		800	1290				10	10			
5	74	<10	20				<10	<10		810	11200				10	<10	0,21	20	80
6	75	<10	10				<10	<10		480	400	1,89	83,33	16,67	10	20			

Fuente: Torres, 2011.

Interpretación: Como se puede observar en la tabla N° 10.1, los CT hubo una disminución apreciable ya que paso de un valor de 560 Ufc/gr a no observar la presencia de CT en las placas petrifilm una vez dado el proceso térmico, calculando un 99,64% de MT. También, hubo ausencia de Escherichia coli en las muestras. A demás, en la muestra 6 los Am a 75°C presento una resistencia al calor de estos microorganismos indicando un bajo %MT. El promedio de los resultados analizados en las muestras presenta tiene un total de 49,35%MT en ese día. Incluyendo a este tercer día de tomas de muestras, se realizo la medición de la humedad y sus valores están expuestos en la Tabla N° 10.2

Tabla 10.2

Determinación de humedad.

Muestra N°	Hora Am	Temp. a la entrada °C	Temp. a la salida °C	Temp. del Equipo °C	Humedad a la entrada %	Humedad a la salida %	ΔH %
1	08:50	36	50	72	12	12	0
2	09:22	37	54	74	13	12	1
3	09:55	39	56	75	12	10	2
4	10:28	39	56	75	13	11	2
5	10:58	40	57	74	12	10	2
6	11:28	40	59	75	12	11	1

Fuente: Torres, 2011.

Interpretación: En la tabla 10.2 nos indica que los valores del porcentaje de humedad para el tercer día son aprobados porque se encuentra por debajo del valor máximo determinado por la industria de alimentos Kel.

Tabla 11

Resultados de los análisis físico – químico y microbiológicos del equipo “Esterilizador”.

Fecha: 12 de Julio

Muestra N°	Hora	Temp. a la entrada °C	Temp. a la salida °C	Temperatura del Equipo °C	CT (Ufc/gr.)		E. Coli (Ufc/gr.)		Am (Ufc/gr.)		Mohos (Ufc/gr.)	
					A	B	A	B	A	B	A	B
1	08:27am	38	52	75	20	220	<10	<10	660	2470	<10	<10
2	09:17am	40	59	76	<10	1380	<10	<10	990	2780	20	10
3	10:11am	41	51	75	10	630	<10	<10	1880	5400	10	10
4	10:48am	40	60	75	10	810	<10	<10	670	580	<10	<10
5	11:26am	40	61	75	230	10	<10	<10	2250	1350	20	10
6	12:00am	41	60	74	20	20	<10	<10	1250	1460	10	<10

Fuente: Torres, 2011.

Tabla 11.1

Determinación de los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos de la tabla 11.

Muestra N°	Temp. del Equipo °C	CT					E. Coli		Am					Mohos				
		B (Ufc/ gr.)	C (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT	B	C	B (Ufc/ gr.)	C (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%MT	B (Ufc/ gr.)	C (Ufc/ gr.)	D (min)	%S	%M T
1	75	20	220				<10	<10	660	2470				<10	<10			
2	76	<10	1380				<10	<10	990	2780				20	10	0,50	50	50
3	75	10	630				<10	<10	1880	5400				10	10			
4	75	10	810				<10	<10	670	580	2,39	86,5 7	13,43	<10	<10			
5	75	230	10	0,11	4,35	95,65	<10	<10	2250	1350	0,68	60	40	20	10	0,50	50	50
6	74	20	20				<10	<10	1250	1460				10	<10	0,21	20	80

Fuente: Torres, 2011.

Interpretación: Como se puede observar en la tabla N° 11.1, en cuanto a la muestra 5, la muerte ocasionada por el calor bajo esta condición para los CT es aprobada porque su %S es mínima. También, se aprecia que no existe la presencia de Escherichia Coli como indicador fecal en las muestras. En lo relacionado con los Am nos muestra que el %MT es muy bajo y para los mohos se considera una buena disminución de estos microorganismos. Finalmente en promedio existe un total de 51,33% de muerte térmica como resultado del cuarto día y se anexa para este día la determinación de humedad de estas muestras, el cual sus valores son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 11.2

Determinación de humedad.

Muestra N°	Hora Am	Temp. a la entrada °C	Temp. a la salida °C	Temp. del Equipo °C	Humedad a la entrada %	Humedad a la salida %	ΔH %
1	08:27	38	52	75	12	12	0
2	09:17	40	59	76	11	12	+1
3	10:11	41	51	75	12	11	1
4	10:48	40	60	75	12	12	0
5	11:26	40	61	75	12	11	1
6	12:00	41	60	74	11	12	+1

Fuente: Torres, 2011.

Interpretación: Todos los valores de porcentaje de humedad que indica la tabla N° 11.2 se encuentran por debajo del valor máximo y hace cumplimiento a los requerimientos exigidos por la Industria.

A continuación, se realizara una representación de los resultados a través de gráficos para visualizar y conocer las limitaciones de los requisitos microbiológicos planteados por las normas COVENIN establecidas en las Industrias Kel con respecto al arroz y a la harina de arroz, y realizando una comparación con los valores de las muestras analizadas en esta investigación se considerara, si dichos valores se encuentra entre los estándares de calidad exigido por la Industria.

En el gráfico, el eje de las ordenadas va a estar representado por el valor correspondiente a la variable, mientras que en el eje de las abscisas será representado por el número de muestra.

A demás, para los gráficos como existen varias tablas de análisis efectuados en días diferentes, tomando en cuenta que se están analizando los mismos microorganismos, será una representación del mayor valor arrojado en el análisis de las tablas respecto a la cantidad de microorganismos. Por lo tanto, el mayor valor que presentó los Coliformes Totales se encuentra en la tabla N°11, los Aerobios mesófilos en la tabla N°10 y para el mohos la tabla N° 9. Con respecto a la Escherichia Coli como no hubo presencia de esta en las muestras por tanto no se efectuara gráfico.

Gráfico N°1.

Muestras analizadas de Coliformes Totales.

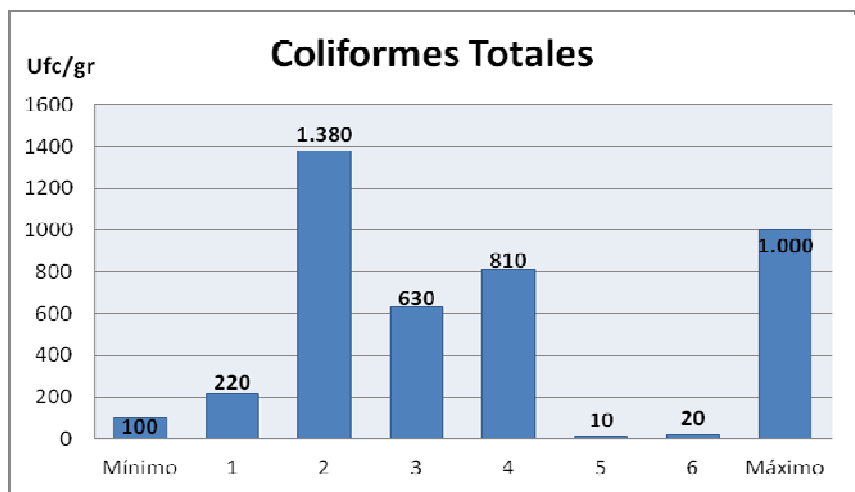


Gráfico N°2.

Muestras analizadas de Aerobios mesófilos.

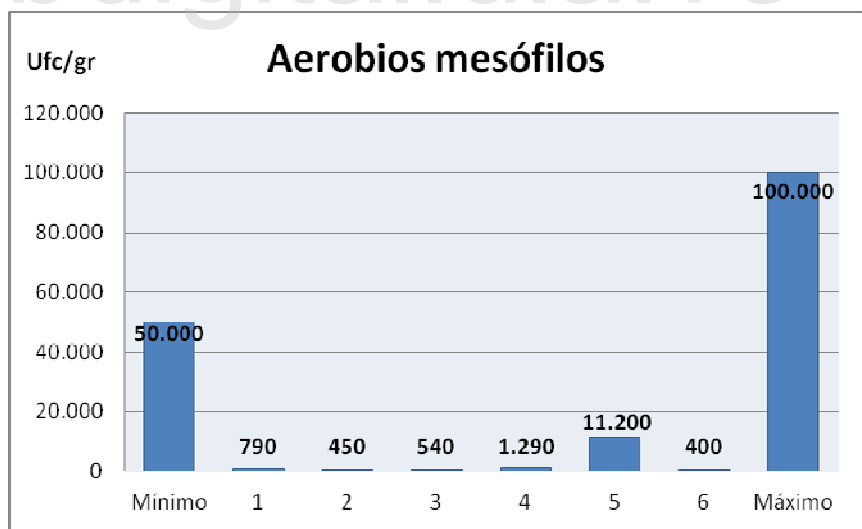
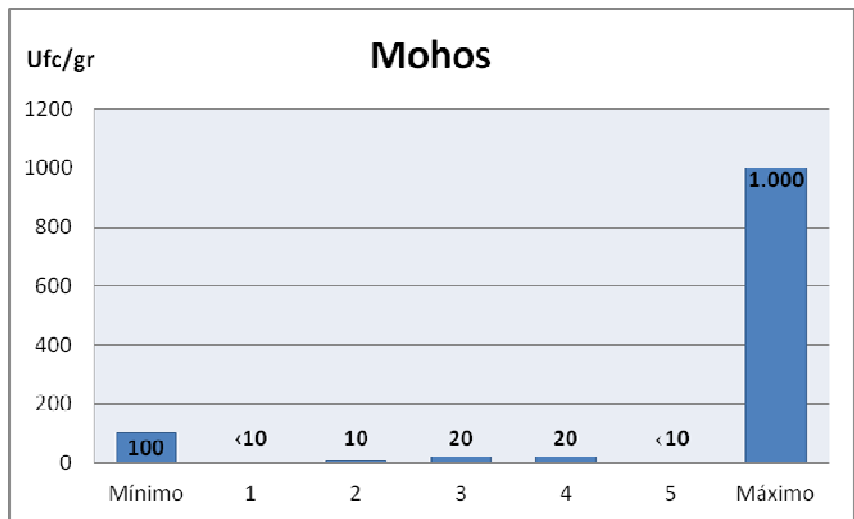


Gráfico N°3.

Muestras análisis de Mohos.



Interpretación: Como se puede apreciar en el gráfico N° 1, la muestra 2 excede 380 Ufc/gr del límite máximo dado por las condiciones establecidas de la Industrias Kel para la elaboración de harina de arroz, y la norma COVENIN 2300 indica que sólo dos muestras pueden salir defectuosas para un total de cinco muestras analizadas, en el caso para este día de análisis se efectuaron un total de 6 muestras para una sola muestra excedida, el exceso tiene que estar dentro del rango de 1000 – 1500Ufc/gr, como también se puede decir que la muestras 5 y 6 presentaron poca presencia de CT de esta manera al realizar un promedio de todas las muestras indica que está por debajo del valor critico permitido, por lo tanto estos motivos indican que no existe una perturbación en la disminución de calidad higiénica del alimento. Por el contrario, en los gráficos N° 2 y 3 exponen, que los valores de las muestras de Am y mohos están por debajo del máximo sin excepción alguna, se puede añadir que los Am y moho con sus respectivos valores de 11.200 y 20 Ufc/gr son los más elevados en comparación con las otras muestras.

Asimismo, todos los valores son aprobados y aptos por los estándares de calidad exigidos por la Norma COVENIN.

Determinar la actividad del agua de la materia prima y del producto como un indicador de la actividad microbiana.

Para la medición de la actividad del agua en la materia prima y del producto se utilizó el equipo: medidor de Aw digital, en el laboratorio del área de procesamiento de productos agropecuarios, de la Universidad de los Andes, NURR, el cual los resultados se encuentran expresados en la tabla N° 12. Las muestras analizadas se encontraban a una temperatura de 26,8°C indicado por el aparato.

Tabla N° 12

Resultados de la medición de la Aw en la materia prima y producto.

Materia Prima	Aw
Entrada del Equipo Esterilizador	0,598
Salida del Equipo Esterilizador	0,515
Producto	
Harina de arroz	0,551

Fuente: Torres, 2011.

Las cantidades mostradas de la Aw en la tabla N° 12, se pueden comparar con los valores de la tabla número 1, 2, 3 y 4 que especifican los rangos de Aw mínima para el desarrollo de estos microorganismos. Se concluye que la actividad del agua de las muestras de harina de arroz está muy por debajo del Aw permitida que favorece el crecimiento microbiano. Con esto, se expone que no existe riesgo con respecto a la carga bacteriana, ni focos de contaminación en la línea.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones:

El estudio de la efectividad del proceso de tratamiento térmico es una información valiosa para el control de calidad del producto, para mejorar los estándares de producción de la Industria KEL en la elaboración de harina de arroz. Así como también permitió conocer las técnicas y análisis utilizados en el laboratorio para realizar mencionado estudio.

En relación al primer objetivo que consistió en describir el proceso de tratamiento térmico utilizado en la elaboración de harina de arroz, se concluye lo siguiente:

- La presentación del diagrama de flujo para la elaboración de harina de arroz, permite conocer la ubicación del equipo que realiza el proceso de tratamiento térmico. Posteriormente, se realizó la descripción del proceso térmico permitiendo así desarrollar y conocer su funcionamiento, características y manejo.
- Al describir el equipo con la ayuda de la imagen de este, permitió visualizar las partes que lo conforman como también observar la entrada y salida del arroz, para un mayor entendimiento.

Para cumplir con el segundo objetivo que se basó en determinar los parámetros de supervivencia, resistencia térmica, muerte térmica de los microorganismos en el proceso de tratamiento térmico, se concluyo:

- Para la determinación de los parámetros ya mencionados, se realizaron los cálculos necesarios, entre ellos tenemos el tiempo de retención decimal, el cual nos indicó que para un total de 49 muestras solo 6 muestras presentan un mayor tiempo de retención en el equipo.
- La resistencia térmica, se interpreto en función del efecto ocasionado por el aumento y disminución de la temperatura en el equipo. En lo que respecta al 69,5% de las muestras evaluadas con relación a los microorganismos, la temperatura del equipo logra su cometido.
- Finalmente al promediar el porcentaje de muerte térmica total en las muestras, que se realizaron en distintos periodo de tiempo se pudo constatar que el equipo cumplió su objetivo, por ejemplo para el primer día de análisis obtuvo el mayor valor con un total de 62,41%.
- Con respecto a las muestras analizadas, presentaron en sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas ubicarse dentro de los valores de referencia recomendados para este tipo de materia prima.
- El equipo presenta un buen funcionamiento en un rango de 74 a 79 °C de temperatura, siempre y cuando, no exista mucha

variación de materia prima, humedad, lecturas correctas del pirómetro, buenas condiciones de limpieza.

- Con la determinación de estos parámetros también se logro verificar las condiciones optimas de almacenamiento, transporte, limpieza y pulido.

Para el logro del tercer objetivo que era determinar la actividad del agua de la materia prima y del producto como un indicador de la actividad microbiana tuvo como resultado:

- La actividad del agua medida en la materia prima a la entrada y salida del equipo, arrojo como resultados valores por debajo de A_w mínima en el crecimiento de bacterias patógenas.
- Al medir la A_w en el producto tuvo un buen resultado de los rangos que permiten el crecimiento de las cargas microbiana, favoreciendo a la inocuidad del alimento.
- Finalmente por lo anteriormente mencionado se concluye que no existe foco de contaminación después que el arroz abandona el proceso térmico.

Al concluir este estudio se demuestra que el proceso de tratamiento térmico que efectúa el equipo para la elaboración de harina de arroz es efectivo, ya que al analizar todas las muestras, determinando parámetros del proceso como la actividad del agua, tiempo de reducción decimal, resistencia térmica, muerte térmica y en conjunto con los registros estadísticos de análisis de la harina de arroz llevado por el departamento de control de

calidad establecen las condiciones necesarias para la venta del producto a otros proveedores.

5.2 Recomendaciones:

De acuerdo a los parámetros analizados del equipo y todo lo relacionado con esta investigación se recomienda lo siguiente:

- Al ser comprobado que el proceso térmico realizado por el equipo “esterilizador” es efectivo, se recomienda vigilar cuidadosamente las etapas posteriores a este aseguramiento, para que así no se vaya a contaminar consecutivamente con esporas.
- La temperatura del equipo debe estar entre el rango establecido, al presenta variaciones de más de 2° C y se mantiene durante una hora, el técnico debe notificarle al personal de control de calidad para tomar las medidas necesarias.
- Realizar un estudio más profundo en relación al tipo, especie y variedad de los microorganismos que se evaluaron porque las mediciones en el conteo son muy generales. Por consiguiente, ayudando a investigaciones posteriores en los cálculos de efectividad del equipo.
- En las técnicas de laboratorio, para análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las Industria Kel es indispensable seguir mejorando en la automatización de algunos análisis para mejoramiento de calidad y evitar retrasos en su producción.

- En el área de laboratorio de las Industrias Kel es necesario un instrumento de medición de actividad del agua, ya que es una herramienta importante para conocer la estabilidad del alimento.
- Implementar el APPCC o HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) en la línea de elaboración de la harina de arroz.
- El personal encargado de los materiales del laboratorio, debe verificar continuamente las fechas de vencimiento y la disponibilidad, evitando los retrasos en los análisis de calidad. En el caso de las placas Petrifilm que tienen una vida útil de 1 año, una vez abiertas las bolsas deben conservarse a temperatura ambiente, y su duración es de un mes.
- Mantener los equipos, transportadores, silos entre otros; de la línea de producción limpia así controlado la carga bacteriana del arroz.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, F. (1999). El proyecto de investigación. (Tercera Edición). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.

Badui, S. (2006). Química de los alimentos. (Cuarta Edición). México: Editorial Pearson.

Bedolla, S.; Dueñas, C.; Esquevel, I. y otros. (2007). Introducción a la tecnología de alimentos. México, D.F.: Editorial Limusa, S.A.

Caldas, L. y Ogeerally, P. (2008). Microorganismos indicadores de interés sanitario en queso artesanal tipo Telita. Trabajo de Grado de Licenciado en Bioanálisis, Universidad de Oriente, “Núcleo Bolívar”, Estado Bolívar. (En línea). Consultado el 03 de Abril de 2012. Disponible en <http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/36/1/TESIS-BioanalisisClyOO.pdf>

Castellanos, J. (2010). Determinación de propiedades fisicoquímicas y características microbiológicas en muestras de materias primas y productos elaborados por industrias del maíz, C.A (INDELMA). Trabajo de Grado de Ingeniería, Universidad de los Andes, Núcleo “Rafael Rangel”, Estado Trujillo.

Información técnica agrícola (En línea). Consultado el 16 de Enero de 2012. Disponible en <http://www.infoagro.com/conservas/microorganismos.htm>

Información técnica agrícola (En línea). Consultado el 26 de Octubre de 2012. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz2.htm>

Jay, J. (1978). Microbiología moderna de los alimentos. (Segunda edición). Zaragoza, España: Editorial Acribia. S.A.

Larrañaga, I.; Carballo, J.; Rodríguez, M. y otros. (1999). Control e higiene de alimentos. Interamericana de España: Mc Graw.

Moreno, B.; García, L.; Díez, V. *et al.* (1983). Microorganismos de los alimentos. V1. Zaragoza, España: Editorial Acribia. S.A.

Morfoar (En línea). Consultado el 02 de Octubre de 2012. Disponible en <http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/arroz/morfoar.htm#Morfolog%C3%ADa%20de%20la%20planta%20de%20Arroz>

Rahman, M. (2002). Manual de conservación de los alimentos. Zaragoza España: Editorial Acribia. S.A.

Sharma, S.; Mulvaney, S.; Rizvi, S. (2003). Ingeniería de alimentos. México, D.F.: Editorial Limusa. S.A.

Singh, R. y Heldman, D. (1998). Introducción a la ingeniería de los alimentos. Zaragoza España: Editorial Acribia. S.A.

Tocagni, H. (1988). El arroz. Buenos Aires, Argentina. Editorial Albatros.

Topolanski, E. (1975). El arroz: su cultivo y producción. Buenos Aires, Argentina. Editorial Emisferio del Sur, SRL.

Villarreal, J. (1992). Tratamiento térmico del arroz integral y su impacto sobre la estabilidad del arroz durante el almacenamiento. Trabajo de Grado de Ingeniería, Universidad de los Andes, Núcleo "Rafael Rangel", Estado Trujillo.