

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD EN UNA LÍNEA DE SALSAS Y ADEREZOS

Tesis presentada a la Universidad de Chile para optar al grado de Magíster en Alimentos mención Gestión, Calidad e Inocuidad por:

PAULA CAROLINA GÁLVEZ ANATIBIA

Director de Tesis: Dra. Cielo Char

Santiago-CHILE
Noviembre 2022

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Flavia y René, que me han apoyado toda la vida, en todas las etapas, desde que decidí dejar la casa e irme a Valparaíso hasta esta aventura de término de un postgrado y aún en la distancia, he sentido su cariño, amor y preocupación.

A mi pareja Alex, gracias por tu constante apoyo, fuerza, especialmente paciencia e infinito amor durante este proceso, y por nunca dejarme caer. Gracias a tu constante presencia puedo finalizar esta etapa.

A mi amigo Fabian Vega, por la dedicación y gran ayuda en los análisis estadísticos. Gracias por apoyarme desde pregrado hasta hoy.

Al cuerpo docente del Magister en Alimentos mención Gestión, Calidad e Inocuidad de los Alimentos de la Universidad de Chile, por aumentar mis conocimientos y ayudarme en mi crecimiento personal y profesional. También agrego a mi profesora guía Dra. Cielo Char, por aceptar dirigir mi tesis, por sus correcciones, consejos y ayuda.

A la empresa OKAlimentos, quien me dio la oportunidad de desarrollar este trabajo al facilitarme su laboratorio y toda la infraestructura disponible. Por la ayuda y las sugerencias indicadas para poder finalizar este proceso.

TABLA CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
RESÚMEN.....	8
SUMMARY.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Historia de la Empresa.....	12
2.2 Emulsiones.....	13
2.3 Salsas y Aderezos.....	14
2.4 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).....	17
2.5 Principales Factores Microbiológicos y Químicos.....	18
2.6 Problema y Propuesta.....	22
4. OBJETIVOS.....	23
4.1 Objetivo General.....	23
4.2 Objetivos Específicos.....	23
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
4.1 Producción y Elaboración del Aderezo de Cochayuyo y la Pasta de Garbanzo.....	24
4.1.1 Aderezo de Cochayuyo.....	24
4.1.2 Pasta de Garbanzo.....	25
4.2 Diagnóstico Inicial de las BPM en el Área de Proceso.....	26
4.3 Análisis Microbiológicos de Materias Primas, Manipuladores, Superficies, Ambientes y Producto Terminado.....	28
4.3.1 Análisis de Materias Primas.....	29
4.3.2 Análisis Producto Terminado.....	29
4.3.3 Análisis Manipuladores.....	30
4.3.4 Análisis Superficies.....	31
4.3.5 Análisis Ambientes.....	31
4.4 Evaluación Parámetros de Calidad.....	31
4.4.1 Medición de pH.....	31
4.4.2 Medición de Sólidos Solubles.....	31
4.4.3 Medición de Viscosidad.....	31
4.4.4 Análisis Sensorial.....	32
4.5 Determinación del Tiempo de Vida Útil.....	32
4.5.1 Estabilidad Microbiológica.....	32
4.5.2 Evaluación Química y Sensorial.....	33
4.6 Creación Manual BPM y Programas Sanitarios y Productivos.....	33
4.7 Análisis Estadísticos.....	33
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	34
5.1 Diagnóstico Inicial de BPM en el Área de Proceso para la Elaboración de la Pasta de Garbanzo y el Aderezo de Cochayuyo.....	34
5.2 Evaluación de los Parámetros Microbiológicos de los Parámetros Microbiológicos de las	

Materias Primas, Manipuladores, Superficies y Ambientes, Así También como el Producto Terminado.....	37
5.3 Determinación de Vida Útil en Cada Una de las Preparaciones Previo a la Implementación de BPM.....	42
5.3.1 Estabilidad Microbiológica.....	42
5.3.2 Evaluación de Parámetros de Calidad.....	45
5.3.2.1 pH.....	45
5.3.2.2 Sólidos Solubles.....	46
5.3.2.3 Medición de Viscosidad.....	46
5.3.2.4 Análisis Sensorial.....	47
5.4 Elaboración de Manual de BPM.....	51
5.5 Evaluación Final en el Área de Procesos para la Elaboración de la Pasta de Garbanzo y el Aderezo de Cochayuyo.....	56
5.6 Evaluación de los Parámetros Microbiológicos de las Materias Primas, Manipuladores, Superficies y Ambientes, así También como el Producto Terminado Posterior a la Implementación de BPM.....	60
5.7 Determinación de Vida Útil en Cada Una de las Preparaciones Posterior a la Implementación de BPM.....	66
5.7.1 Estabilidad Microbiológica.....	66
5.7.2 Evaluación de Parámetros de Calidad.....	69
5.7.2.1 pH.....	70
5.7.2.2 Sólidos Solubles.....	70
5.7.2.3 Medición de Viscosidad.....	71
5.7.2.4 Análisis Sensorial.....	72
6. DISCUSIÓN.....	75
7. CONCLUSIONES.....	78
8. PROYECCIONES DEL ESTUDIO.....	80
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
10. ANEXOS.....	88
10.1 Lista de Verificación de BPM Acorde al Reglamento Sanitario de los Alimentos.....	88
10.2 Ficha de Trabajo Evaluación Sensorial.....	93
10.3 Tabla Test de Valoración de Calidad de Karlsruhe para Aderezo, Picayuyo y Colado de Cochayuyo y para Pasta de Garbanzo y Hummus	94
10.4 Criterios Microbiológicos (planes de muestreo, límites y determinaciones microbiológicas) para los Productos Analizados. Información obtenida en su gran mayoría del Artículo 173 del RSA..	95
10.5 Requisitos internos de parámetros microbiológicos y tablas de calificación para controles higiénicos sanitarios en superficies y ambientes de trabajo.....	97
10.6 Análisis estadístico resultados obtenidos antes y después de la implementación de las BPM.....	98
10.7 Resultados Análisis Físicoquímicos Antes y Después de la Implementación de las BPM.....	106

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Principales tipo de emulsiones a) Emulsión “aceite en agua”; b) Emulsión “agua en aceite”.....	13
Figura N°2: Diagrama de bloques para la producción y elaboración del aderezo de cochayuyo.....	25
Figura N°3 Diagrama de bloques para la producción y elaboración de la pasta de garbanzos.....	26
Figura N°4: Evaluación de los 7 puntos indicados por el “Instructivo Aplicación Lista de Chequeo BPM”.....	35
Figura N°5: Gráfico de porcentaje de cumplimiento de los 7 parámetros evaluados por la lista de verificación del MINSAL.....	37
Figura N°6: Resultados obtenidos del análisis de superficies a la planta de elaboración previo a la elaboración de manual de BPM.....	41
Figura N°7: Crecimiento en el tiempo de los microorganismos indicadores en el aderezo de cochayuyo a 35°C.....	43
Figura N°8 Medición de pH durante el tiempo de análisis. a) Aderezo de cochayuyo; b) Pasta de garbanzo.....	46
Figura N°9: Medición de sólidos solubles durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones a) aderezo de cochayuyo; b) pasta de garbanzo.	46
Figura N°10: Medición de la viscosidad del aderezo de cochayuyo vs productos de venta en el mercado.....	47
Figura N°11: Gráficos análisis sensorial aderezo de cochayuyo.....	49
Figura N°12: Gráficos análisis sensorial pasta de garbanzo.	50
Figura N°13: Manual de BPM elaborado en la planta de OKAlimentos.....	55
Figura N°14: Gráficos de la evaluación posterior a la implementación de BPM de los 7 puntos indicados por el “Instructivo Aplicación Lista de Chequeo BPM”.....	56
Figura N°15: Gráfico de porcentaje de cumplimiento de los 7 parámetros evaluados por la lista de verificación del MINSAL.....	60
Figura N°16: Resultados obtenidos del análisis de superficies a la planta de elaboración posterior a la elaboración de manual de BPM.....	64
Figura N°17: Crecimiento en el tiempo de los microorganismos indicadores en el aderezo de cochayuyo a 35°C.....	67
Figura N°18: Medición de pH durante el tiempo de análisis. a) Aderezo de cochayuyo; b) Pasta de garbanzo.....	70
Figura N°19: Medición de sólidos solubles durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones a) aderezo de cochayuyo; b) pasta de garbanzo.....	71
Figura N°20: Medición de la viscosidad del aderezo de cochayuyo vs productos de venta en el mercado.....	71
Figura N°21: Análisis sensorial del aderezo de cochayuyo.....	73
Figura N°22: Análisis sensorial de la pasta de garbanzo.....	75

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Rangos de aw aproximados de algunas salsas y aderezos.....	20
Tabla N°2: Aw mínima para el crecimiento de los microorganismos.....	21
Tabla N°3: Ingredientes y cantidades utilizadas para la elaboración de 170 g de aderezo de cochayuyo.....	24
Tabla N°4: Ingredientes y cantidades utilizadas para la elaboración de 170 g de pasta de garbanzo.....	25
Tabla N°5: Factores críticos de la lista de Chequeo de BPM.....	27
Tabla N°6: Análisis microbiológicos efectuados a las materias primas seguidos por su metodología aplicada.....	29
Tabla N°7: Análisis microbiológicos efectuados a los productos terminados.....	30
Tabla N°8: Factores críticos de la lista de verificación BPM y porcentaje de cumplimiento en la planta de elaboración.....	36
Tabla N°9: Resultados obtenidos de las materias primas y el producto terminado previo a la elaboración de manual de BPM.....	38
Tabla N°10: Análisis de manipuladores para verificar ausencia o presencia de microorganismos patógenos previo a la implementación de BPM.....	40
Tabla N°11: Resultados obtenidos del análisis de ambientes a la planta de elaboración previo a la elaboración de manual de BPM.....	41
Tabla N°12: Estudio de estabilidad microbiológica de la pasta de garbanzo realizado hasta el día 60.....	44
Tabla N°13: Medición de viscosidad de la pasta de Garbanzo vs productos de venta en el mercado.....	47
Tabla N°14: Factores críticos de la lista de verificación BPM y porcentaje de cumplimiento en la planta de elaboración.....	59
Tabla N°15: Resultados obtenidos de las materias primas y el producto terminado posterior a la elaboración de manual de BPM.....	62
Tabla N°16: Análisis de manipuladores para verificar ausencia o presencia de microorganismos patógenos posterior a la implementación de BPM.....	63
Tabla N°17: Resultados obtenidos del análisis de ambientes en la planta de elaboración posterior a la elaboración de manual de BPM.....	65
Tabla N°18: Estudio de estabilidad microbiológica de la pasta de garbanzo.....	69
Tabla N°19: Medición de viscosidad de la pasta de garbanzo vs productos de venta en el mercado.....	72
Tabla N°20: Análisis de materias primas previo y posterior a las BPM.....	97
Tabla N°21: Análisis de superficies previo y posterior a las BPM.....	99
Tabla N°22: Análisis de ambientes previo y posterior a las BPM.....	101
Tabla N°23: Análisis del estudio de estabilidad microbiológica del aderezo de cochayuyo previo y posterior a las BPM.....	102
Tabla N°24: Medición de pH durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones.....	105
Tabla N°25: Medición de sólidos solubles durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones.....	105
Tabla N°26: Medición de viscosidad de los productos fabricados en la planta.....	105

Tabla N°27: Medición de pH durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones (n = 5).....	106
Tabla N°28: Medición de sólidos solubles durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones (n = 5).....	106
Tabla N°29: Medición de viscosidad de los productos fabricados en la planta.....	106

RESUMEN

La empresa OKAlimentos, empresa dedicada al rubro de elaboración y expendio de alimentos, propone la idea de producir dos alimentos propios con la intención de que sean alimentos prácticos, sanos y de fácil uso por parte del consumidor. Los productos propuestos son el aderezo de cochayuyo y la pasta de garbanzo. La problemática identificada son los bajos estándares de calidad de ambos productos, por lo que en este trabajo se implementaron las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) con el objetivo de poder minimizar la posibilidad de contaminación cruzada de los alimentos con microorganismos patógenos, además de incluir procedimientos de higiene que sean aplicados de forma sistemática para lograr la inocuidad de los productos.

El objetivo principal de esta investigación es mejorar la calidad e inocuidad del aderezo de cochayuyo y de la pasta de garbanzo por medio de la implementación de BPM en la línea de proceso. Razón por la cual se aplicó una lista de chequeo para evaluar la calidad higiénica y se realizaron pruebas microbiológicas a materias primas, producto terminado, manipuladores, superficies y ambientes. Además, se realizó un estudio de vida útil de los dos productos, incluyendo análisis microbiológicos, fisicoquímicos y de textura antes y después de la implementación de las BPM, con la intención de comparar los resultados obtenidos.

Los resultados indican que al inicio del estudio las prácticas de higiene que se estaban desarrollando eran bastante precarias, fallando principalmente en los tópicos de limpieza, capacitación y recepción de materias primas, a su vez la falta de procedimientos y registros básicos que son solicitados por el reglamento. Por otra parte, los análisis microbiológicos demuestran que el incumplimiento de estos puntos conlleva a resultados deficientes (parámetros por sobre los límites permitidos en materias primas y superficies), afectando la vida útil del producto terminado. Unas de las acciones correctivas fue la revisión de las BPM en la planta y la creación de un manual de procedimientos. Se observó que posteriormente a la implementación de estas acciones en la planta de elaboración, ocurrió una mejora en los diferentes parámetros evaluados, viéndose reflejado principalmente en las pruebas microbiológicas de la materia prima y las superficies, que son los que obtuvieron un mayor cambio después de la implementación en la planta. También mejoraron los tiempos de estabilidad microbiológica de ambos productos, ya que los productos terminados alcanzaron un mayor tiempo de vida útil (300 días para el aderezo de cochayuyo y 180 para la pasta de garbanzo) en comparación con el mismo producto previo a la implementación (150 días y 60 días respectivamente). Por lo tanto, quedó demostrada la necesidad de implementar las BPM en las plantas de elaboración de alimentos, tal como lo establece la normativa, además de la necesidad de auditar de manera constante los diferentes puntos de la planta (no sólo el producto final, sino también superficies, equipos y el ambiente) involucrados en el desarrollo del alimento.

Este trabajo logró demostrar las diferencias entre la calidad del producto antes y después de la implementación de BPM en una planta de elaboración, mejorando la inocuidad y la vida útil del aderezo de cochayuyo y de la pasta de garbanzo. Esta implementación en la línea de proceso de salsas y aderezos servirá como base para el desarrollo de nuevos productos sanos y novedosos, utilizando ingredientes de distinta procedencia y evitando la contaminación cruzada.

SUMMARY

The OKAlimentos company, belonging to the food production and retail sector, proposes the idea of producing two of its own foods with the intention of making them convenient, healthy, and easy-to-use foods. These products are the *cochayuyo* dressing and chickpea paste. The identified problem was the low-quality standards of both products, so this work will address the implementation of Good Manufacturing Practices (GMP) with the aim of minimizing the possibility of cross-contamination of food with pathogenic microorganisms, in addition to include hygiene procedures that are applied systematically to ensure product safety.

The main objective of this investigation is to improve the quality and safety of the *cochayuyo* dressing and the chickpea paste through the application of GMP in the processing line. To achieve this, a checklist was applied to evaluate the hygienic quality, and microbiology tests were conducted to analyze the raw material, the finished product, the personnel that manipulate the product, surfaces and the environment. Additionally, a shelf-life study of the products, including microbiological, physicochemical and texture analysis before and after the implementation of GMP was performed.

The results indicate that at the beginning of the study the hygiene practices that were being applied were quite precarious, failing mainly in the topics of cleaning, training the personnel, and reception of raw materials, in addition to the lack of basic procedures and records that are requested by the regulation. On the other hand, microbiological analyzes show that non-compliance with these points leads to poor results (parameters above the permitted limits in raw materials and surfaces), affecting the shelf-life of the finished product. One of the corrective actions was the review of the GMP in the plant and the creation of a procedures manual. It was observed that after the implementation of these actions in the processing plant, there was an improvement in the different parameters evaluated, being reflected mainly in the microbiological tests of the raw material and the surfaces, which are the ones that obtained a greater change after implementation in the plant. The microbiological stability times of both products also improved, since the finished products reached a longer shelf life (300 days for the *cochayuyo* dressing and 180 for the chickpea paste) compared to the same product prior to implementation (150 days and 60 days respectively). Therefore, the need to implement BPM in food processing plants was demonstrated, as established by the regulations, in addition to the need to constantly audit the different points of the plant (not only food, but also surfaces, equipment and the processing environment) involved in the elaboration of the food.

This work demonstrated the differences between quality of the product before and after the implementation of GMP in a processing plant, improving the safety and shelf life of *cochayuyo* dressing and chickpea paste. This implementation in the sauce and dressing process line will serve as the basis for the development of new healthy and innovative products, using ingredients from different sources and avoiding cross-contamination.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, se han visto cambios en las preferencias de los consumidores con respecto a ciertos alimentos, ya que buscan comidas más saludables o que no posean algún sello que indique que lleva ingredientes dañinos para la salud. Por lo mismo, es que en la industria se comenzaron a desarrollar alimentos buscando reducir el contenido de algunos ingredientes como las grasas, los azúcares, la sal y el colesterol, los cuales han sido relacionados con enfermedades como la obesidad, enfermedades cardiovasculares, enfermedades metabólicas, entre otras. De hecho, ingredientes más naturales, un contenido reducido de calorías y una mayor restricción de alérgenos, se encuentran entre las principales tendencias que impulsan a la innovación actual de la producción de alimentos (Ma, 2013). Debido a estas nuevas tendencias en el consumo mundial de alimentos es que su orientación y su exigencia sea el cumplimiento de forma más estricta de las normas de sanidad, inocuidad y calidad. Este panorama es producto de un entorno comercial que se torna más exigente y competitivo en razón de la globalización de los mercados y la interdependencia económica (Díaz y Uría, 2009).

Hoy en día, la pequeña y mediana empresa enfrentan desafíos para la implementación de buenas prácticas y de los sistemas de gestión de inocuidad que sean más integrales y complejos para salvaguardar la salud del consumidor, ya que la inocuidad es fundamental en la comercialización de los alimentos. Si bien hoy en día nadie debería producir alimentos sin apearse a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) (Díaz y Uría, 2009), por lo mismo, se busca el brindar orientaciones generales sobre las BPM con base en los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex Alimentarius, como punto de partida para la aplicación progresiva de sistemas más complejos (Díaz y Uría, 2009).

A nivel nacional nos guiamos de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA), el cual en el Artículo 69 establece que “los establecimientos que producen, elaboran, preservan y envasan alimentos deberán cumplir con las “Buenas Prácticas de Fabricación” (BPF) de forma sistematizada y que sea auditable”. Cumpliéndose esto, le permitiría a la empresa un reconocimiento en los mercados para fortalecer la competitividad, bajo la estrategia de promoción comercial la cual promuevan la calidad superior de los productos.

Este proyecto se realiza en la empresa OKAlimentos, las dependencias de este lugar cuentan con un laboratorio de microbiología donde se realizarán los respectivos análisis microbiológicos y fisicoquímicos además de los análisis sensoriales. También posee una planta de elaboración de alimentos en donde se está desarrollando una línea de producción de salsas y aderezos, las cuales se busca que tengan la característica de ser lo más natural posible y que a su vez sean un producto sano y que pueda ser consumido por amplio espectro de personas. Sin embargo, aunque el desarrollo de estos alimentos se encuentre en sus etapas iniciales, se debe tener presente que en la industria de alimentos existen normativas y regulaciones que controlan la cadena productiva de los alimentos, y que a medida que van pasando los años deben ser mucho más rigurosas. Por lo mismo, se detecta que el punto débil de la línea de producción en la empresa es la falta de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC), mediante el cual se cumpla con las BPM y se establezcan

las bases para la posterior implementación del sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP).

Para lograr esto, se tomarán dos productos fabricados en la línea de producción de la empresa las cuales son un aderezo de cochayuyo y una salsa a base de garbanzos. Ambas líneas de productos serán diagnosticadas previamente a la implementación del BPM, el que incluye la medición de parámetros de calidad tales como análisis microbiológicos (considerando la materia prima de cada producto, el producto terminado, además se considerará manipuladores, superficies y ambientes), análisis sensoriales (esquema de Karlsruhe), análisis fisicoquímicos (pH y sólidos solubles) y análisis reológicos (específicamente textura y viscosidad). Luego según los resultados y conclusiones obtenidas, se va a crear un manual de BPM, dejando un indicio para una posterior creación de fichas técnicas, análisis de peligros e identificación de PCC para la implementación del SGC. Finalmente, pasado el periodo de creación del manual e implementación de BPM en la planta, se va a analizar la evolución de los parámetros de calidad respecto del diagnóstico inicial.

Lo que se espera de esta evaluación, es lograr una mejora en los parámetros de calidad tanto del aderezo de cochayuyo como de la pasta de garbanzo, comparando los valores previos y posteriores a la implementación de las BPM. Además, va a entregar las evidencias necesarias para que el producto pueda ser comercializado bajo todos los estándares de normativas chilenas, entregando más confianza al cliente al momento de tener que elegir entre un producto y otro.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 HISTORIA DE LA EMPRESA OKALIMENTOS

La empresa OKAlimentos, fue constituida en el año 2019 como una empresa dedicada a la elaboración de alimentos: conservas, emparedados que no requieren cocción, emparedados que requieren cocción, platos preparados que no requieren cocción, platos preparados que requieren cocción, salsas y aderezos, según consta en Resolución Exenta N°1913177166 del 21 de junio de 2019. Desde sus inicios la empresa se ha mantenido fiel a sus cuidadosos y controlados procesos de producción con materias primas de primera calidad y a una atención personalizada que permite responder eficientemente a las necesidades de cada cliente, principalmente PyMES los cuales poseen acceso a la planta (arriendo de ella) para que los mismos dueños puedan desarrollar el producto con ayuda de los equipos y el personal que se encuentra en la planta. De esta empresa se subdividen dos áreas: OKAlimentos el cual se compone de la planta de elaboración y el laboratorio y OKCapacita la cual se encarga de la entrega de asesorías y capacitación a diferentes empresas con respecto a diferentes temáticas relacionadas en el área de alimentos. La empresa cuenta con la infraestructura necesaria para enfrentar los desafíos operacionales que presentan los mercados. Su operación abarca principalmente la región Metropolitana, pero posee algunos clientes fuera de esta área abarcando la región de Coquimbo y la región del Maule. El patrimonio cuenta con 1 casa de dos pisos, donde se ubican las oficinas administrativas, el laboratorio de 60 m² (distribuido en 3 salas) y una planta de proceso industrial de 52 m².

Como empresa relativamente nueva, no se encuentra posicionada en muchos mercados aún, pero está el compromiso de la calidad e inocuidad, desarrollando procesos eficientes y sus principales funciones son la transformación de materias primas vegetales que son destinados principalmente a productos gourmet, elaborar productos inocuos, seguros para el consumo humano y estables en el tiempo, procurando producir y proveer a sus clientes con productos sanos y controlados. Además, en su afán de garantizar calidad, realiza la trazabilidad del producto hasta el cliente, con el objetivo de no tener ningún inconveniente y satisfacer 100% las expectativas.

En el año 2020, nació la idea de ya no solamente elaborar alimentos para clientes pequeños, si no que se iniciaron conversaciones para empezar a producir un alimento propio que pudiera en algún momento ser comercializado con el sello de OKAlimentos. Se decidió comenzar con la fabricación de salsas y aderezos. La primera idea surgida fue la pasta de garbanzos, ya que es un nicho conocido y que tiene aceptación entre la gente. En el caso del aderezo, la intención fue que se tratara de algo novedoso y que saliera de lo típico que existe en el mercado. Finalmente, y después de una asesoría con un cocinero en el área, éste recomendó ocupar un producto marino rico en nutrientes como el cochayuyo, que se sabe que no es del gusto de toda la gente, pero que se procesara de forma diferente para que tuviera una mejor aceptación. Desde el punto de vista de salud, esta nueva forma de comer el cochayuyo ayudaría en el aporte de yodo y ciertos minerales a la dieta, incorporando un alimento poco consumido por la población chilena.

Antes de entrar en detalle con los productos creados en la planta de elaboración, se empezará explicando los fundamentos en la elaboración de una salsa y un aderezo, sus características fisicoquímicas y microbiológicas, de qué está compuesta y cómo podemos elaborarla para que sea un producto inocuo y no afectar la salud del consumidor.

2.2 EMULSIONES

Las emulsiones se encuentran en diferentes industrias tales como farmacéutica, agricultura, cosméticos, petrolera y alimentos, y se definen como sistemas termodinámicamente inestables de dos o más líquidos inmiscibles o parcialmente miscibles. Esta característica de inmiscibilidad puede afectar las propiedades de flujo y las propiedades fisicoquímicas de estos productos (Aranberri et al., 2006; Perrechil et al., 2010; Lozano-Gendreau & Vélez-Ruiz, 2019). La emulsión consiste en una fase continua que se conoce como fase externa o fase dispersante y una fase dispersa que se define como fase interna o discontinua, considerándose como un sistema inestable debido al contacto desfavorable entre fase acuosa y aceitosa (Akbari, 2018).

Los tipos de emulsiones son variados, pero se destacan 2 categorías principales (Yang & Lai, 2003):

- Las que consisten en gotitas de aceite dispersas en un medio acuoso, siendo denominadas emulsiones “aceite en agua” (o/w – Figura N°1a), tales como la leche y la mayonesa.
- Aquellas gotitas de agua que se dispersan en un medio graso o aceitoso, las que son denominadas emulsiones “agua en aceite” (w/o – Figura N°1b), tales como la margarina y la mantequilla.

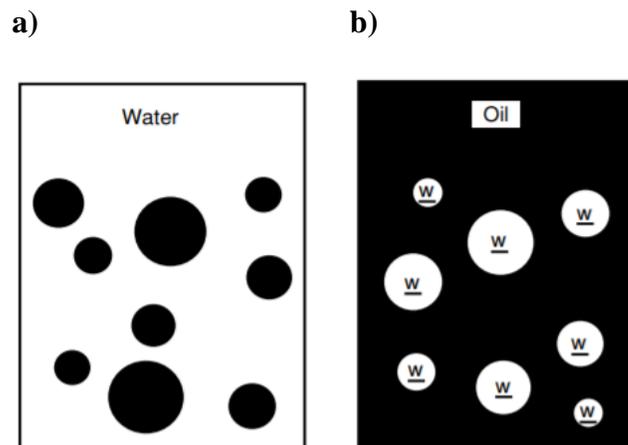


Figura N°1: Principales tipo de emulsiones a) Emulsión “aceite en agua”; b) Emulsión “agua en aceite”

Como se dijo anteriormente, los tipos de emulsiones son variados y cabe destacar que esta mezcla no sólo puede ser entre agua y aceite, hay casos que también pueden contener algunas partículas de sólidos o gases (Akbari, 2018).

Un ejemplo de emulsión natural es la leche, la cual ha sido parte de la dieta humana durante muchos siglos, pero el estudio de estas emulsiones naturales conllevaron al descubrimiento y producción de emulsiones artificiales, tal es el caso de las salsas y aderezos, que a inicios de los años setenta eran conceptos nuevos que se relacionaban con otras emulsiones como helado, leche, margarina, mayonesa, hummus, aderezos para ensaladas y salsas condimentadas, como salsa barbacoa, salsa de tomate y alguna salsa base para las pastas (Pourkomialian et al., 2000).

Llevando el concepto de emulsión a la industria alimentaria se considera esta preparación como un factor de preocupación, debido a la poca estabilidad que posee este sistema, es cuestión de tiempo que la estructura se rompa, esta degradación puede deberse a las mismas propiedades de la emulsión o la actividad microbiana presente en el producto, ambos casos influyen directamente en su vida útil. Las consecuencias de la ruptura de la estructura son la pérdida de su integridad teniendo un efecto en la calidad del producto, algunos ejemplos de estos cambios son la liberación del sabor, cambios en el aroma, color y apariencia (Pourkomialian et al., 2000). Esto se transforma en un gran desafío al momento de formular algún producto ya que como se dijo anteriormente la emulsión es una mezcla de sustancias inmiscibles, y debido a esto es que en la industria de alimentos se añaden dos tipos de aditivos para evitar la separación de las fases: emulsificadores y estabilizantes. Los emulsificadores son sustancias tensoactivas que pueden ser adsorbidos sobre la superficie de la gota causando una disminución en la tensión superficial. Mientras que los estabilizadores son sustancias que se utilizan para aumentar la viscosidad de la fase acuosa y mejorar la estabilidad de la emulsión al retardar el movimiento de las gotas. Los polisacáridos son usados mayoritariamente como estabilizantes de emulsiones “aceite en agua” y para controlar las propiedades reológicas (Perrechill et al., 2010), un ejemplo de esto es la Xantana o Goma Xantan la cual se le han encontrado muchas aplicaciones en variados alimentos, esta goma evita la separación de fases en una emulsión y mantiene la estabilidad del producto durante mucho más tiempo, siendo un ingrediente esencial en la producción de alimentos.

2.3 SALSAS Y ADEREZOS

Las salsas y los aderezos se utilizan habitualmente en la vida diaria de muchos consumidores, el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA) en su Artículo 445 define como salsa “a los productos preparados, de consistencia líquida o semilíquida a base de pulpa de frutos, condimentos naturales o elaborados, ácidos orgánicos, productos aromáticos o picantes, azúcares, sal u otros productos permitidos”. Mientras que el mismo reglamento, en el Artículo 451 establece que los aderezos para ensaladas (salad dressings) son las “emulsiones en las cuales el aceite comestible se encuentra finamente disperso en un medio acuoso que puede contener uno o más de los siguientes ingredientes: sal azúcares, vinagre, especias, huevo y/o derivados lácteos y aditivos autorizados”.

Por lo general se envasan en recipientes pequeños, desechables, de material ligero y fáciles de usar, por lo tanto, podrían ser considerados como alimentos preparados. La principal ventaja que poseen es la capacidad de mejorar el sabor de los alimentos, por ejemplo, las salsas picantes agregan un sabor picante a diferentes

platos (ya sea que contengan carnes o verduras); las salsas dulces otorgan un atractivo sabor al arroz como también a postres y helados; las salsas agrídulces se encuentran en platos con carne y son usadas a menudo en cocinas asiáticas (Sikora et al., 2008). Por otra parte, los aderezos de diferentes sabores se utilizan comúnmente en platos de carne o en ensaladas para aumentar el atractivo y el sabor de dichos productos. Además, pueden usarse como untables para sándwiches o como ingredientes en una variedad de recetas frías y calientes (Yang & Lai, 2003; Sikora et al., 2008).

A nivel fisicoquímico la mayoría de las emulsiones preparadas en alimentos son de tipo “agua en aceite” y ejemplo de esto son las salsas y aderezos que poseen una concentración de aceite entre un 5 y 10% y un 30 a 45% respectivamente (Pazlopez, 2014; Flamminii et al., 2020). En el caso de los aderezos tradicionales (que es el que tiene un mayor porcentaje de aceite), las gotas que se encuentran en fase dispersa son suspendidas en una fase acuosa continua tal como el vinagre o el jugo de limón, las cuales son mezclados con otros ingredientes que fueron agregados con la función de modificar el sabor o la textura. Normalmente el aceite y el agua no se mezclan bien, sino que se separan en capas. Sin embargo, para estos casos, las dos fases deben permanecer uniformemente mezcladas en un aderezo (Yang & Lai, 2003), esto gracias a la ayuda de los emulsionantes y estabilizadores descritos anteriormente. De igual forma, se han realizado muchas investigaciones con la intención de reducir la tensión interfacial mediante la adición de emulsionantes o la disminución de la movilidad de las gotas aumentando la viscosidad del sistema. La modificación de ingredientes es una de las variables más estudiadas, analizando cómo afectan las propiedades del aderezo (Lozano-Gendreau & Vélez-Ruiz, 2019).

Como se dijo anteriormente, esta tesis está desarrollada en base a líneas de producción de salsas y aderezos, en este caso trabajaremos con dos productos terminados: Aderezo de cohayuyo y Pasta de garbanzo, las cuales sus formulaciones y el detalle de éstas se presentan a continuación.

Con respecto al aderezo de cohayuyo no se tiene bibliografía propiamente tal como el producto terminado, pero si se puede explicar algunas de las características que posee un aderezo convencional. Este contiene ácidos orgánicos débiles, tales como ácido acético o ácido cítrico, donde la concentración de este varía entre un 0,9 y un 1,2% del producto total, esto causa que el valor de pH final se encuentre entre 3,2 y 3,9. También, se considera que un aderezo contiene sal (entre un 3 y un 4%), azúcar (20 a 30%), quelantes, agentes espesantes, surfactantes y preservantes. En estos casos la presencia de sal, agentes acidificantes y especias en la formulación del producto puede que tengan un efecto microbicida (Sagdic et al., 2017).

Un aderezo puede presentar algunos riesgos que afecten la inocuidad del producto, por ejemplo, la actividad del agua (a_w) de los aderezos varía entre 0,97 y 0,92 (Schmidt & Fontana, 2020) y aunque su formulación sea de un pH ácido es posible el crecimiento de *Lactobacillus* y levaduras que sean resistentes a condiciones ácidas (3,55 y 3,60 respectivamente). Además, estos microorganismos son capaces de crecer en valores de a_w entre 0,92 y 0,89, siendo los responsables del deterioro del producto (Sikora et al., 2008).

Otro posible problema es el cambio en la formulación del producto, hoy en día existe un constante desafío

de producir diferentes variedades de aderezos, incluyendo los bajos en grasa. Con esta reducción ocurren importantes consecuencias microbiológicas, principalmente a medida que disminuye el contenido de aceite, aumenta la fase acuosa, lo que a su vez disminuye la cantidad de sal y la concentración de ácidos orgánicos en la fase acuosa. La formulación de la fase acuosa es un factor crítico que afecta el crecimiento microbiano, ya que una disminución en la sal o en el ácido orgánico pueden conllevar a un aumento en la cantidad de microorganismos presentes en el alimento (Castro et al., 2009; Sagdic et al., 2017).

El segundo producto desarrollado en la planta y que es objeto de estudio es la pasta de garbanzo. También denominada hummus, es una salsa o untado hecho de garbanzos cocidos, triturados, mezclados con tahini, aceite de oliva, jugo de limón y especias. Existe en el mercado una variedad de otras formas de hummus, ya sea los tradicionales o con diferentes sabores (Al-Holy et al., 2006; Wallace et al., 2016).

Los consumidores asocian este producto con altos beneficios para salud, ya que es más rica en proteínas y más baja en grasas que muchas otras pastas o salsas para untar. Sin embargo, la pasta de garbanzo presenta múltiples riesgos para la inocuidad de los alimentos, ya que tiene una alta actividad del agua ($a_w > 0,98$) y tradicionalmente no está muy acidificado ($pH > 4,6$). Además, las materias primas pueden introducir diferentes microorganismos patógenos siendo complicado su control al momento de preparar este alimento (Pazlopez, 2014; Álvarez et al., 2017). Por este motivo es que en la planta de elaboración la pasta de garbanzo posterior a la preparación y envasado del producto pasa por un proceso de esterilización.

La estabilidad de la formulación es un importante indicador para medir el valor comercial de los productos alimentarios a base de emulsión W/O. Sin embargo, estas emulsiones son sistemas termodinámicamente inestables debido a la gran área superficial de la fase dispersa. Una alta movilidad de las gotas de agua puede causar una desestabilización de la emulsión por sedimentación, cremosidad o coalescencia. Esto se suma a las condiciones ambientales tales como temperatura, fuerzas iónicas y presencia de oxígeno que pueden causar la oxidación de los lípidos y una inestabilidad física. Las características de las estructuras, las propiedades reológicas y la estabilidad durante el almacenamiento está relacionadas con la calidad de las emulsiones tales como pastas para untar, toppings, salsas y margarina. Muchos estudios han demostrado que los componentes de la fase aceitosa, las velocidades de cizallamiento (este proceso ocurre cuando se busca cambiar a una viscosidad mucho más alta provocando un corte interno del aceite, como resultado del proceso de movimiento interno de las moléculas del aceite pasando una sobre otra, causando un incremento en la temperatura y disminuyendo su eficiencia), los ciclos de congelación y descongelación, y los tipos de emulsionantes tienen efectos significativos a largo plazo en la estabilidad y en las propiedades sensoriales (por ejemplo viscosidad, capacidad de esparcimiento y apariencia) de las emulsiones W/O (Zhu et al., 2019).

La oxidación de lípidos es uno de los factores que afectan negativamente la vida útil y la calidad de las emulsiones ya que la oxidación de los productos normalmente causa efectos en la apariencia, sabor y el valor nutricional de los alimentos. Y en la actualidad se desconoce el comportamiento de este proceso en emulsiones W/O, la literatura existente se centra solamente en cómo ocurre una oxidación lipídica a partir

de una emulsión O/W (Cui et al., 2019; Zhu et al., 2019).

2.4 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

Para lograr la inocuidad alimentaria es necesario darle un enfoque preventivo, debido a que aún existen casos de contaminación alimentaria ya sea por contaminantes naturales, por negligencia o por accidentes, que en caso de ocurrir, repercutirán de manera directa sobre la salud del consumidor, en la disminución de la calidad de los productos y pérdidas económicas (de la Noval, 2013). Por estas razones es que en el año 1969, el Codex Alimentarius implementó “Los Principios Generales de Higiene de los Alimentos” (versión 05, año 2020), los cuales brindan una orientación general sobre los distintos controles que deben adoptarse a lo largo de la cadena alimentaria para garantizar la higiene de los alimentos. Estos controles se logran aplicando las BPM y el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) (Díaz et al., 2009; Collado, 2015). A nivel nacional, el RSA en su Artículo 69 indica “los establecimientos que producen, elaboran, preservan y envasan alimentos deberán cumplir con las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) de forma sistematizada y que sea auditable”. Además, este mismo artículo indica “...deberán implementar las metodologías de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), en toda su línea de producción...”.

Las BPM es un requerimiento para todas las actividades asociadas con la producción, manufactura y distribución de los alimentos. Los principios pueden ser aplicados a todas las etapas, desde la producción agrícola, pasando por la adquisición de las materias primas, fabricación de productos terminados, distribución y venta del producto. Los consumidores tienen el derecho a esperar que los alimentos sean inocuos, saludables y que satisfagan sus expectativas en términos de calidad. El objetivo de éstas es asegurar que los alimentos cumplan de manera consistente con tales necesidades. La aplicación de las BPM requiere una concordancia a nivel tanto teórico como práctica, por parte de la gerencia y de los empleados (Jarvis et al., 2014).

El principio fundamental de las BPM es la provisión de sistemas para la fabricación y distribución de productos alimenticios, por personal debidamente capacitado y calificado dentro de un entorno diseñado para una fabricación higiénica y de acuerdo con los procedimientos efectivos de producción y gestión de la calidad. Dentro de las buenas prácticas, podemos enumerar varios puntos importantes dentro de una organización a considerar en su aplicación, como por mencionar algunos están las construcciones, piso, paredes, iluminación de las instalaciones, drenaje, disposición de desechos, limpieza, medio ambiente, procesos, control de plagas, desarrollo de nuevos productos, retirada de productos, higiene del personal, etc (Jarvis et al., 2014).

No solamente el RSA indica las directrices de cumplimiento de las BPM, también la norma chilena NCh 3235-2011 “Elaboración de los alimentos – Buenas prácticas de manufactura – Requisitos” establece los requisitos generales de higiene y de buenas prácticas de manufactura para la elaboración de alimentos inocuos destinados al consumo humano. Siendo aplicado a establecimientos en los cuales se realicen

algunas de las siguientes actividades: elaboración, fraccionamiento, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos e insumos en contacto con ellos.

La correcta aplicación de las buenas prácticas en una planta de elaboración causa que las propiedades microbiológicas puedan verse afectadas por diversos factores, tales como la higiene de la manipulación, los procesos de preparación y las propiedades intrínsecas de los alimentos. Es por esto que las BPM son requeridas debido a que son un sistema que asegura que los productos sean producidos de forma inocua (considerando todo el proceso desde la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento y el transporte hasta su distribución) y controlados conforme a estándares de calidad del proceso de elaboración, con el fin de eliminar riesgos involucrados en la producción de alimentos (Collado, 2015; Sagdic et al., 2017)

2.5 PRINCIPALES FACTORES MICROBIOLÓGICOS Y QUÍMICOS

Desde el punto de vista de la inocuidad alimentaria, no existe evidencia conclusiva que indique que la producción industrial de alimentos en base a aceites o grasas estén relacionadas con brotes de ETA. Sin embargo, se han encontrado algunos casos en donde hay presencia de microorganismos que son responsables de la descomposición del producto (Sagdic et al., 2017).

El problema microbiológico de las salsas y los aderezos son las levaduras y los *Lactobacillus* que son los principales causantes del deterioro del producto (Pourkomaillian et al., 2000). Ha habido reportes de deterioro por mohos, sin embargo, estos son raros debido a su menor tolerancia al ácido acético, que es el acidulante básico de la mayoría de las salsas y aderezos. En general, se sabe que los mohos no pueden crecer en presencia de 0,5% de ácido acético, no así las levaduras que son capaces de proliferar en estas condiciones y se ha reportado que son la causa del deterioro en estos productos, encontrándose en una concentración de 3% de ácido acético (en fase acuosa) (Abd Elkader et al., 2019).

Se ha reportado que las levaduras *Zygosaccharomyces bailii* y *Pichia membranaefaciens* son reconocidas como los microorganismos que comúnmente causan el deterioro de las salsas y los aderezos. También se ha informado de otras especies partícipes en la descomposición como *Zygosaccharomyces rouxii*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida magnolia*. El daño causado por estos microorganismos es comúnmente reconocido por la formación de gas o por el crecimiento de colonias café claro sobre la superficie del producto, a diferencia del deterioro por bacterias que se reconoce por la producción de gas y cambio en el pH del producto terminado. Ocasionalmente, las bacterias también pueden crecer en grandes cantidades (Pourkomaillian et al., 2000; Sagdic et al., 2017, Abd Elkader et al., 2019).

Si se habla con respecto a microorganismos patógenos, se conocen cuatro patógenos que se consideran motivo de preocupación en las salsas y aderezos las cuales podrían causar Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA): *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli* O157:H7. *Salmonella* y *L. monocytogenes* son las que han recibido más atención debido a los brotes de intoxicación por alimentos. Ambos microorganismos pueden causar infección aún en dosis muy bajas. No

es necesario que el patógeno crezca, sólo con la presencia de ellos en el producto es suficiente, esto conlleva a la eliminación inmediata del producto. Desde el punto de vista de un estudio de vida útil, está claro la acción que hay que tomar en caso de que haya presencia de estos microorganismos ya que deben estar ausentes y no se puede tolerar su presencia (Pourkomialian et al., 2000; Beuchat, 2009).

Salmonella, *E. coli* y *Shigella* han demostrado adaptabilidad a las condiciones ácidas mejorando las características de supervivencia. Un ejemplo de ello fue el crecimiento de *Salmonella Typhimurium* en una salsa barbecue que se encontraba a un pH de 5,2. Se descubrió que la virulencia se mantenía durante toda la fase de crecimiento del microorganismo, pero su peak era tanto en la fase logarítmica inicial y como en la fase intermedia (Smittle, 2000; Sagdic et al., 2017). Mientras que *L. monocytogenes* ha demostrado una respuesta adaptativa al ácido en condiciones de acidez, además, cuando éstas son expuestas a condiciones levemente ácidas ha dado como resultado que las células son capaces de sobrevivir a un estrés severo a pH 3,5. Las células adaptadas en medio ácido son capaces de sobrevivir durante la fermentación de la leche y persisten en el queso cheddar por 70 días. Condiciones de pH bajo pueden seleccionar cepas mutantes de *L. monocytogenes* que sean más virulentas (Smittle, 2000).

S. aureus es causante de ETA debido a la producción de toxinas durante el crecimiento (sólo después de alcanzada la cantidad de 10^5 UFC/g) y por la ingestión de la toxina, no de la bacteria. Por lo tanto, si *S. aureus* se encuentra presente en el producto, las condiciones que le permitirán crecer determinarán su tasa de crecimiento y el tiempo necesario para alcanzar el nivel para la producción de toxinas (Pourkomialian et al., 2000). Además, este microorganismo posee la característica de ser resistente a altas concentraciones de sal (NaCl entre un 9 y 12%), la cual puede ser una ventaja competitiva en la mayonesa y en los aderezos comparadas con otros patógenos presentes. En general, *S. aureus* puede declararse como inactivado en mayonesas cuando el pH es menor a 4,1; esto logrado por la acidificación con ácido acético (Abd Elkader et al., 2019).

Finalmente, *E. coli* O157:H7 es uno de los patógenos más infecciosos y al igual que *Salmonella* y *L. monocytogenes*, este microorganismo no debe estar presente en el producto final. Lamentablemente, esta cepa es más tolerante a las condiciones ácidas que otros patógenos y puede que tenga la dosis infectiva más baja. Esta tolerancia al ácido está controlada por proteínas reguladas rpoS que se sintetizan al inicio de la fase estacionaria (Pourkomialian et al., 2000; Smittle, 2000).

Por otra parte, se hablan de los factores químicos que influyen en la salsa y en los aderezos, siendo uno de ellos el valor del pH. Se considera la característica intrínseca más importante y el mayor factor limitante de las propiedades microbiológicas de las salsas y aderezos ya que inhibe la proliferación de microorganismos patógenos. El crecimiento de la mayoría de las bacterias que causan ETA y/o la formación de sus toxinas se inhiben a valores de pH inferiores a 4, por lo tanto, la preservación de las salsas depende del uso de los agentes acidificantes. Ejemplo de esto, es el uso de vinagre o jugo de limón ya que no sólo permiten una disminución en el valor del pH del producto final, sino que también contribuye al sabor. Sin embargo, un excesivo uso de éste en porcentajes mayores de 1,5% puede resultar en un indeseable sabor en el producto

(Sagdic et al., 2017). Además, se conoce que la sal y el azúcar por las bajas concentraciones usadas, juegan un rol mínimo por sí solos en frenar el crecimiento de los microorganismos pero que se potencia su efecto en presencia del ácido acético (Smittle, 2000).

Otra propiedad intrínseca que juega un rol importante es la actividad de agua (aw). La aw es un factor que previene o limita el crecimiento microbiano, siendo en varios casos el primer parámetro responsable de la estabilidad del alimento, modula la respuesta microbiana y determina el tipo de microorganismos que se encuentran en los alimentos. Los niveles de aw de las salsas y aderezos pueden diferir entre productos, las que se observan a continuación en la Tabla N°1 (Tapia et al, 2020; Schmidt & Fontana, 2020):

Tabla N°1: Rangos de aw aproximados de algunas salsas y aderezos

Alimento	Aw
Aderezo Ranch libre de grasas	0,97
Aderezo Ranch light	0,97
Aderezo Ranch normal	0,96
Salsa de Ajo	0,96
Mayonesa	0,95
Salsa de cocktail	0,94
Ketchup	0,93
Salsa de poroto de soya	0,92
Aderezo francés	0,92
Crema de ajo	0,84
Salsa crema de ají	0,84
Salsa de soya	0,79

(Tapia et al, 2020; Schmidt & Fontana, 2020)

Si una salsa o aderezo posee un aw con un valor de 0,7 previene el crecimiento de la gran mayoría de las bacterias patógenas, siendo la sal el ingrediente que mayormente actúa en alimentos con baja aw, su efecto osmótico provoca un efecto bactericida debido a la plasmólisis de las células. Pero, hay que considerar que los mohos y las levaduras sobreviven a valores bajos de aw siendo capaces de deteriorar el alimento (Sagdic et al., 2017).

En resumen, las propiedades intrínsecas de las salsas y aderezos (pH, aw y la presencia de ácidos orgánicos) en general evitan el crecimiento de bacterias patógenas. Estas propiedades junto con los preservantes químicos (tales como el ácido benzoico y el ácido sórbico) y factores extrínsecos (temperatura y condiciones de hermeticidad) determinarían la inactivación de la tasa de crecimiento de diferentes patógenos, la cual varía entre microorganismos (Smittle, 2000; Abd Elkader et al., 2019). Por lo mismo es que se debe tener en cuenta la formulación del producto, es decir, al momento de crear el producto, la fase acuosa sea considerada como un factor crítico que afecta el crecimiento microbiano, debido a que si

existiese una disminución de la sal y/o una disminución en la concentración del ácido orgánico puede conducir a un crecimiento bacteriano. El pH es ajustado con ácido acético en la mayoría de los casos, siendo un ingrediente importante ya que se ha reportado que la concentración de este ácido en la fase acuosa es un importante factor para la destrucción de bacterias patógenas (Sagdic et al., 2017).

Si esto es aplicado a los productos que son los principales de este estudio (aderezo de cochayuyo y pasta de garbanzos) teóricamente son alimentos que se deben tener en observación, especialmente el segundo debido a que anteriormente se mencionó que la pasta de garbanzo normalmente su formulación se encuentra a pH mayores a 4,6 y a una aw mayor a 0,98 lo cual nos indica que son condiciones ideales para el crecimiento de microorganismos patógenos (mencionados en la Tabla N°2) no así en el caso del aderezo de cochayuyo que su formulación considera un pH mucho más bajo (entre 3,2 y 3,9), pero el valor de la aw puede variar entre 0,90 y 0,97, todo depende del aderezo que se esté preparando (Pazlopez, 2014; Alvarez et al., 2017; Sagdic et al., 2017; Lozano-Gendreau & Vélez-Ruiz, 2019).

Tabla N°2: Aw mínima para el crecimiento de los microorganismos

Rango aw	Microorganismos inhibidos por la aw más baja de este rango
1,00–0,95	<i>Pseudomonas</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> , <i>Shigella</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Clostridium botulinum</i> tipo E y G, algunas levaduras
0,95–0,91	<i>Salmonella</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>C. botulinum</i> tipos A y B, <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Bacillus cereus</i>
0,91–0,87	<i>Staphylococcus aureus</i> , muchas levaduras (<i>Candida</i> , <i>Torulopsis</i> , <i>Hansenula</i>), <i>Micrococcus</i>
0,87–0,80	Mayoría de los mohos (<i>Penicillium</i> micotoxigénicos), <i>S. aureus</i> , mayoría de <i>Saccharomyces</i> (<i>S. bailii</i>), <i>Debaryomyces</i>
0,80–0,75	Mayoría de bacterias halófilas, <i>Aspergillus</i> micotoxigénicos
0,75–0,65	Mohos xerófilos (<i>Aspergillus chevalieri</i> , <i>A. candidus</i> , <i>Wallemia sebi</i>), <i>Saccharomyces bisporus</i>
0,65–0,61	Levaduras osmófilas (<i>Sacharomyces rouxii</i>), algunos mohos (<i>Aspergillus echinulatus</i> , <i>Monascus bisporus</i>)
< 0,61	No existe proliferación microbiana

(Tapia et al., 2020)

No solamente el control de los parámetros microbiológicos y químicos permite la preservación de las salsas y aderezos, existen otras opciones que en bibliografía sugieren la misma acción. Uno de estos es mencionado en los estudios realizados por los autores Sagdic y colaboradores, (2017) y Abd Elkader y colaboradores, (2019) donde hablan de la posibilidad de realizar al producto un tratamiento térmico a altas temperaturas, la cual no es recomendada en aderezos debido a que solamente con un tratamiento suave es suficiente para reducir, controlar y eliminar microorganismos que causan deterioro. Otra manera de controlar o inhibir el crecimiento de bacterias patógenas es a través del uso de preservantes químicos y

control sobre el envasado de los productos. Desde el punto de vista de inocuidad, el envasado posee dos funciones: previene la contaminación y extiende la eficacia de la conservación de los alimentos (Smith et al., 2006).

2.6 PROBLEMA Y PROPUESTA

Como se dijo al inicio de esta sección, la empresa OKAlimentos propuso la idea de producir un alimento con sello propio que pueda ser comercializado en supermercados y/o restaurantes, y que a su vez sea algo práctico y no tan complejo de realizar ni de transportar, así es que nació la opción de elaborar salsas y aderezos de diferentes sabores. Estas salsas y aderezos serán comercializados a un público masivo, y el principal problema hoy en día es que los productos no poseen los mejores estándares de calidad, por lo mismo este proyecto indica la implementación de BPM con el objetivo de poder minimizar la posibilidad de contaminación cruzada de los alimentos con microorganismos patógenos, además de incluir procedimientos de higiene que sean aplicadas de forma sistemática para lograr la inocuidad de los productos. De igual manera se evaluarán diferentes parámetros de calidad tanto de materias primas como del producto final y se realizará un análisis comparativo antes y después de la implementación de las BPM en la planta de la empresa.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar la calidad e inocuidad del aderezo de cochayuyo y de la pasta de garbanzo por medio de la implementación de BPM en la línea de procesos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico inicial de la línea de producción donde se elabora la pasta de garbanzo y el aderezo de cochayuyo, evaluando el producto final, materias primas, manipuladores, superficies y ambientes, previo a la implementación de las BPM.
- Establecer mejoras a través de la elaboración del manual de BPM específico para estas líneas de proceso.
- Efectuar una evaluación final de los procesos implementados mediante la determinación de los parámetros de calidad e inocuidad en toda la línea de elaboración de los productos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

La mayoría de los experimentos realizados se hicieron en el laboratorio de microbiología que se encuentra dentro de la empresa OKAlimentos a excepción de la medición de la actividad del agua del aderezo de cochayuyo y de la pasta de garbanzos las cuales fueron enviadas a un laboratorio externo.

4.1 Producción y Elaboración del aderezo de cochayuyo y la pasta de garbanzos.

En ambos casos se planificó la formulación de los productos con un peso total de 170 g, la cual fueron contenidos en envases de vidrio transparente con tapas de metal resistentes a altas temperaturas.

4.1.1 Aderezo de cochayuyo

Los ingredientes y la proporción de cada uno se detallan en la Tabla N°3. De igual manera, se incluye la Figura N°2 donde se presenta el esquema del desarrollo y la elaboración del producto.

Tabla N°3: Ingredientes y cantidades utilizadas para la elaboración de 170 g de aderezo de cochayuyo.

Ingredientes	Cantidad en producto terminado (g)	Cantidad en 100 g de producto (g)
Agua	73,70	43,36
Cochayuyo	24,57	14,45
Aceite	67,56	39,74
Goma Xantan	0,87	0,51
Vinagre	1,22	0,72
Sal	0,49	0,29
Limón	1,22	0,72
Sorbato	0,12	0,07
Benzoato	0,24	0,14
Total	170	100

Esta emulsión es considerada tipo aceite en agua (o/w) ya que se calculó que un 59,23% equivale a la fase dispersante, mientras que sólo el 39,76% equivale a fase dispersa.

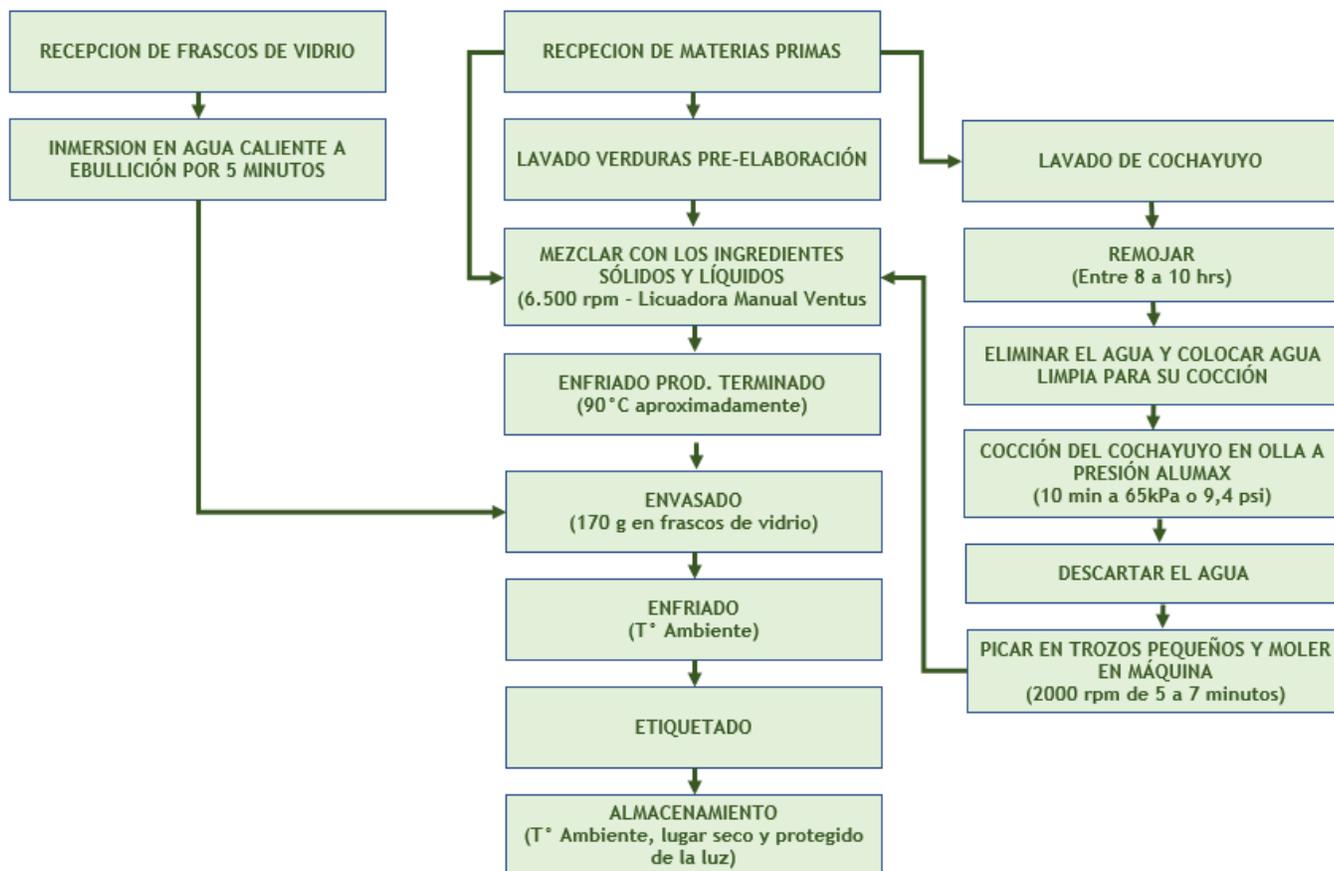


Figura N°2: Diagrama de bloques para la producción y elaboración del aderezo de cochayuyo.

4.1.2 Pasta de garbanzos

La formulación de la pasta es planificada para envases de vidrio de 170 g, para la cual, la cantidad de sus ingredientes están detalladas en la Tabla N°4. Por otra parte, el diagrama de elaboración del producto se observa en la Figura N°3.

Tabla N°4: Ingredientes y cantidades utilizadas para la elaboración de 170 g de pasta de garbanzo

Ingredientes	Cantidad en producto terminado (g)	Cantidad en 100 g de producto (g)
Garbanzos sin piel	110,25	64,85
Tahine	6,61	3,89
Aceite de oliva	16,54	9,73
Perejil	1,11	0,65
Caldo de verdura	33,08	19,46
Ajo asado	0,99	0,58
Sal	0,88	0,52
Garam masala	0,54	0,32
Total	170	100

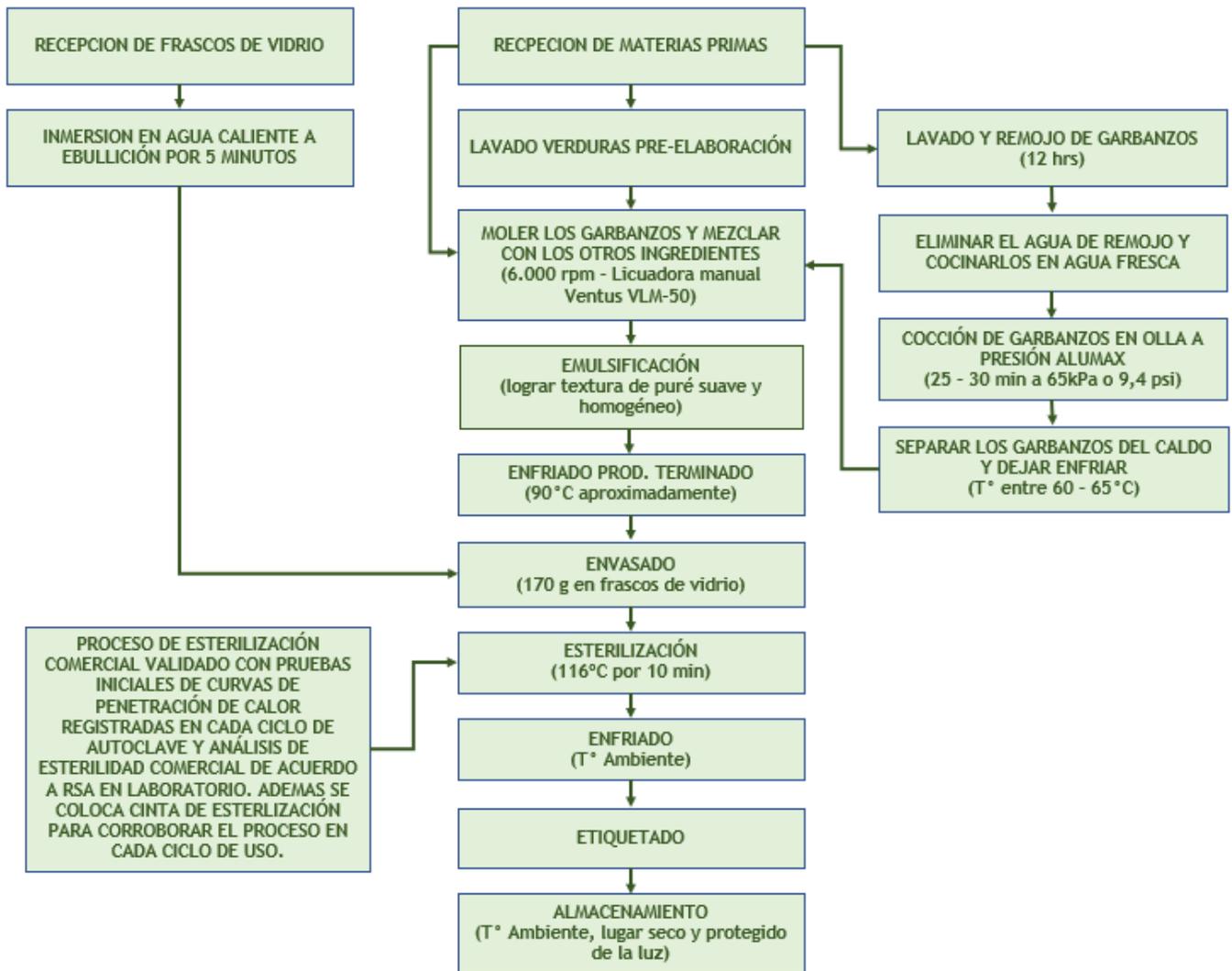


Figura N°3: Diagrama de bloques para la producción y elaboración de la pasta de garbanzos.

4.2 Diagnóstico inicial en el área de proceso

Se efectuó una auditoría interna a través del diagnóstico inicial de las instalaciones, proceso y los productos utilizando una lista de chequeo con guía de puntos de control relacionados con la inocuidad de los alimentos según el instructivo “Aplicación Lista de Chequeo BPM” elaborada por el MINSAL (2015) (Anexo N°10.1). Esta lista de verificación usada considera siete puntos fundamentales del RSA, decreto 977/96 oficializado el 13/05/97 y la Norma Chilena 3235:2011 “Elaboración de los Alimentos – Buenas Prácticas de Manufactura – Requisitos”. Estos siete puntos evaluados son los siguientes:

- a) Infraestructura, Dependencias e Instalaciones
- b) Limpieza y Sanitización
- c) Control de Plagas
- d) Higiene del Personal

- e) Capacitación
- f) Materias Primas
- g) Procesos y Productos Terminados

Cada punto se evaluó con las opciones “Cumple” (2 puntos), “Cumple parcialmente” (1 punto), “No cumple” (0 puntos) y “N.A” (No aplica).

De las 39 partes contenidas en la lista de chequeo, se consideran cuatro factores críticos que se encuentran destacados con * en la lista de chequeo (Tabla N°5).

Estos cuatro puntos críticos que se encuentran en la lista de verificación y se describen en los siguientes parámetros que serán mencionados en la tabla a continuación, son importantes para la evaluación y los resultados obtenidos.

Tabla N°5: Factores críticos de la lista de Chequeo de BPM

Factores críticos	Parámetro (N° y descripción)
1) Abastecimiento de agua potable	8 - Abastecimiento de agua potable: Red pública Pozo particular 9 - El sistema de distribución de agua y en caso de existir almacenamiento, cuenta con instalaciones diseñadas y mantenidas de manera de prevenir la contaminación
2) Manejo de residuos sólidos	15 - Se adoptan las medidas necesarias para la disposición adecuada y retiro oportuno de los desechos, de manera que no se acumulen en las zonas de manipulación de alimentos, ni constituyan focos de contaminación
3) Disposición de residuos líquidos	6 - Los sistemas de evacuación de aguas residuales se encuentran en buen estado de funcionamiento.
4) Servicios higiénicos de los manipuladores	10 - Los servicios higiénicos del personal se encuentran sin conexión directa con las zonas de preparación de alimentos, y al igual que vestuarios en condiciones de higiene y operación

(Instructivo Aplicación Lista de Chequeo BPM, MINSAL, 2015)

El puntaje máximo aplicable al establecimiento (PM) es de 78 puntos. La aprobación de la lista de chequeo consideró el cumplimiento de los 4 puntos críticos y lograr el 70% del puntaje total como mínimo (55 puntos).

Para calcular el porcentaje de cumplimiento de la planta se ocupó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ cumplimiento} = PO / PM \times 100$$

Donde: PO: Puntaje obtenido de la evaluación.
PM: Puntaje máximo aplicable (en este caso 78 puntos)

4.3 Análisis microbiológicos de materias primas, manipuladores, superficies, ambientes y producto terminado

Los análisis microbiológicos se efectuaron en las dependencias del Laboratorio de Microbiología de la empresa OKAlimentos, este laboratorio se divide en 3 salas la que completa una superficie de 60 m² con un equipamiento completo para la realización de los estudios. La única excepción fue la medición de los valores de aw de ambos productos que fueron enviados al Laboratorio externo Corthorn Quality ocupando la metodología AOAC 17 Ed. 978.18.

Estas pruebas microbiológicas de materias primas y de los productos terminados se realizaron para establecer la línea de base desde el punto de vista de la inocuidad y calidad. La calidad microbiológica se verificó mediante los criterios microbiológicos indicados en el Artículo 173 del RSA, a excepción del cochayuyo como materia prima, para el cual se ocupó el criterio del “Manual de Inocuidad y Certificación” del SERNAPESCA.

La metodología inicial para las determinaciones microbiológicas es similar en todos los alimentos solamente presenta variaciones en el gramaje de la muestra para la detección de *Salmonella* y *L. monocytogenes* o en caso de que se requiera análisis de esterilidad comercial. Se tomaron 5 muestras de producto terminado o de materia prima de forma aleatoria y se siguió la metodología indicada en la normativa ISO 6887-1:2017.

Preparación de la muestra: Se pesaron 10 g de la muestra (o 25 g para la determinación de *Salmonella* y *L. monocytogenes*) siendo introducida en una bolsa de polietileno estéril, luego se agregaron 90 ml de diluyente (Peptona Bacteriológica) o 225 ml de agua peptonada tamponada (BPW) o caldo Demi - Fraser y se homogenizó durante 30 segundos en homogenizador Stomacher (Interscience).

A continuación, se indican las pruebas ejecutadas y la metodología empleada de acuerdo con la determinación microbiológica requerida según la legislación vigente.

4.3.1 Análisis de materias primas

Se analizaron las materias primas utilizadas en la elaboración del aderezo de cochayuyo y la pasta de garbanzos según las determinaciones y la metodología presentada en la Tabla N°6.

Tabla N°6: Análisis microbiológicos efectuados a las materias primas seguidos por su metodología aplicada

Materia prima	Grupo y subgrupo (RSA)	Microorganismos a analizar	Metodología
Cochayuyo	1.1.18. Algas y sus derivados	Recuento de Aerobios Mesófilos (RAM) Mohos y Levaduras <i>L. monocytogenes</i> <i>Salmonella</i> en 25 g	ISO 4833-1:2013 ISO 21527-2:2008 ISO 11290-1:2017 ISO 6579-1:2017 AMD 1:2020
Agua Purificada	Grupo 16 “Bebidas y Aguas”, Subgrupo 16.4 “Aguas Minerales y Aguas Envasadas”.	RAM <i>E. coli</i> en 100 ml Conductividad	ISO 4833-1:2013 ISO 9308-1:2014 UICN (2018)
Limón natural	Grupo 14 “Frutas y Verduras”, Subgrupo 14.1 “Frutas y Verduras Frescas”.	<i>E. coli</i> <i>Salmonella</i> en 25 g.	ISO 16649-2:2001 ISO 6579-1:2017 AMD 1:2020
Garbanzos	Grupo 14 “Frutas y Verduras”, Subgrupo 14.7 “Frutas y Verduras Desecadas o Deshidratadas”.	Mohos y Levaduras <i>E. coli</i> <i>Salmonella</i> en 50 g.	ISO 21527-2:2008 ISO 16649-2:2001 ISO 6579-1:2017 AMD 1:2020
Perejil	Grupo 14 “Frutas y Verduras”, Subgrupo 14.1 “Frutas y Verduras Frescas”.	<i>E. coli</i> <i>Salmonella</i> en 25 g.	ISO 16649-2:2001 ISO 6579-1:2017 AMD 1:2020
Caldo de verduras, Ajo, Tahine y Garam masala	Grupo 13 “Salsas, Aderezos, Especias y Condimentos”, Subgrupo 13.3 “Especias y Condimentos”.	RAM Mohos <i>C. perfringens</i> <i>Salmonella</i> en 50 g.	ISO 4833-1:2013 ISO 21527-2:2008 ISO 7937:2004 ISO 6579-1:2017 AMD 1:2020

4.3.2 Análisis de producto terminado

Se trabajaron con 10 muestras de aderezo de cochayuyo y 10 muestras de pasta de garbanzo las que fueron tomadas directamente desde el lugar de almacenamiento a temperatura ambiente de manera aleatoria, bajo las mismas condiciones que estas son vendidas al público (en un lugar seco y a temperatura ambiente (25 +/- 2°C)). Se registró el número de lote y la fecha de vencimiento de todos los productos (Tabla N°7).

Las muestras fueron analizadas dentro de las 24 horas posterior a su elaboración, a excepción de las muestras de vida útil y las que requirieron análisis de esterilidad comercial.

Tabla N°7: Análisis microbiológicos efectuados a los productos terminados.

Producto Terminado	Grupo y subgrupo (RSA)	Microorganismos a analizar	Metodología
Aderezo de Cochayuyo	Grupo 13 “Salsas, Aderezos, Especias y Condimentos”, Subgrupo 13.2 “Ketchup, Salsa y Condimentos de Mostaza, Salsa de Tomate Pasteurizada y/o Preservada, Salsa de Ají y Aderezos”.	Mohos y Levaduras	ISO 21527-2:2008
Aderezo cochayuyo (Prueba de Estabilidad microbiológica)	Grupo 15 “Comidas y Platos Preparados”, Subgrupo 15.2 “Comidas y Platos Mixtos con Ingrediente(s) Crudo(s) y/o Cocido(s), Incluidos Empaperados	RAM <i>E. coli</i> <i>S. aureus</i> <i>L. monocytogenes</i> <i>Salmonella</i> en 25 g Mohos y Levaduras	ISO 4833-1:2013 ISO 16649-2:2001 ISO 6888-1:1999 AMD 2:2018 ISO 11290-1:2017 ISO 6579-1:2017 AMD 1:2020 ISO 21527-2:2008
Pasta de Garbanzos	Grupo 18 “Conservas”.	Microorganismos Mesófilos Aerobios y Anaerobios, Microorganismos Termófilos Aerobios y Anaerobios.	Norma chilena NCh 2731:2002

4.3.3 Análisis manipuladores

Se efectuó muestreo a 4 trabajadores de la planta que son los que trabajan directamente con la fabricación de los productos.

Toma de muestras: Las muestras fueron obtenidas de las manos de los operadores a través de hisopado con una tórula y colocada en un tubo que contiene 5 ml de caldo Lethen. Luego los tubos fueron agitados en un vórtex durante 15 segundos para que con la misma tórtula se hiciera una siembra masiva placas con Agar TBX y Agar Baird Parker, esto para observar crecimiento de *E. coli* (ISO 16649-2:2001; ISO 18593:2018) y *S. aureus* (ISO 6888-1:1999 AMD 2:2018), respectivamente.

Además, se tomaron muestras de la zona nasofaríngea de los mismos manipuladores de alimentos, siendo sembradas en placas con Agar Baird Parker para la identificación de *S. aureus* (ISO 6888-1:1999 AMD 2:2018).

Cabe destacar que los resultados obtenidos de estas pruebas a los manipuladores fueron estudios cualitativos de detección (Pruebas Ausencia/Presencia).

4.3.4 Análisis superficies

Se realizaron hisopados de 20 superficies distintas (considerando desde mesones hasta utensilios) utilizando una tórula y un tubo que contiene 5 ml de caldo Lethen. La muestra fue tomada ocupando un patrón cuadrado de 5x5 cm² de superficie. En los casos que las superficies eran más pequeñas, como los utensilios, se pasó la tórula por toda la superficie en donde entraba en contacto el alimento (Kwan et al, 2011; Margas et al, 2013). Las muestras se tomaron por triplicado.

Cada tubo previo a su análisis se agitó en un vórtex durante 15 segundos, posteriormente se tomó 1 ml de muestra y fue traspasado a una placa de Petri y se agregó Agar para recuento en placa (PC) para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos (RAM) (ISO 4833-1:2013). Por otra parte, se colocó 1 ml en una placa de Petri para análisis de Enterobacterias, a la que se le adicionó medio VRBG (según lo indicado en la norma ISO 21528-2:2017).

4.3.5 Análisis ambientes

Se seleccionaron 5 lugares de la planta para cada muestreo ambiental para el control de calidad del aire. Se utilizó el método de sedimentación para lo cual se dejaron abiertas 3 placas con medio PC y 3 placas con Agar DRBC (Diclorán-Rosa de Bengala-Cloranfenicol) por 15 minutos. Seguido a esto se efectuaron los conteos de RAM y mohos y levaduras.

4.4 Evaluación parámetros de calidad

4.4.1 Medición de pH

De los productos terminados, se tomaron 10 g y fueron homogenizados con 90 ml de agua destilada. La solución obtenida es medida en el equipo pHmetro JENCO 6177 pH/ORP previamente calibrado (Smith & Stratton, 2006).

4.4.2 Medición sólidos solubles

Para la lectura refractométrica se colocó una pequeña cantidad de muestra en una tela, siendo exprimida hasta obtener una gota, la cual fue colocada sobre la superficie del refractómetro ATAGO de 0,0 a 30,0 °Brix (Harril, 1994; Chirife et al, 2011).

4.4.3 Medición de viscosidad

Se realizaron análisis comparativos de los productos elaborados en la planta con referentes encontrados en el

mercado, en el caso del aderezo se comparó con una pasta picante de cohayuyo (la cual para diferenciar de otras pastas es denominada “Picayuyo”) y un colado de cohayuyo, mientras que la pasta de garbanzo se contrastó con dos hummus comerciales. La intención de esto fue un fin principalmente comercial, ya que lo que se esperaba ver es si los productos elaborados en la planta de producción se asimilaban con las características físicas y organolépticas con las que ya están puestas en el mercado, de tal forma de ver cómo se comportaban durante el tiempo de duración del estudio (si es que llegase a haber alguna variación o no entre ellas) (Lozano-Gendreau & Vélez-Ruiz, 2019; Nagasawa et al., 2019).

El método de medición de viscosidad que se utilizó es una metodología *in house*, que consiste en una tabla marcada de 10 en 10 cm en un ángulo de 45° (simulando un consistómetro), en donde se deja un poco de muestra y se mide cuánta distancia recorre el producto en 1 minuto (Bourne, 2002; Miranda Zamora et al., 2020).

4.4.4 Análisis sensorial

El panel evaluador estuvo conformado por 7 personas entrenadas (hombres y mujeres de una edad entre 30 y 65 años) quienes hicieron la evaluación de las muestras. La evaluación consistió en colocar el aderezo de cohayuyo o la pasta de garbanzo junto con otros dos productos de venta comercial (los mismos mencionados en el punto anterior) y los participantes evaluaron los productos siguiendo el test de valoración de calidad con escala de parámetros de acuerdo al esquema de Karlsruhe. Esta prueba es una combinación de valoración y analítico, en que los jueces examinan minuciosamente cada parámetro de calidad para evaluarlo en una escala de 1 a 9 puntos, en la cual cada valor está perfectamente descrito para cada parámetro y principalmente se basa en las observaciones y percepción sensorial del producto y a la proyección de posibles deterioros. Los parámetros que se evalúan son el color, forma, apariencia, olor sabor y textura, en este caso la característica “Forma” será omitida debido a que no aplica para los productos en estudio, por ende, sólo se evaluaron color, olor, sabor y textura (Wittig de Penna, 1981).

La ficha de trabajo idealmente debe ser confeccionada para cada producto, pero si no se dispone de antecedentes al respecto puede ser utilizado el esquema general elaborado por el Centro Federal de Investigaciones para la Alimentación y Nutrición de Karlsruhe (Wittig de Penna, 1981). Con este esquema se hace el entrenamiento y se recolectan los juicios de todos los panelistas sobre el alimento en evaluación. Esta plantilla se encuentra detallada en el Anexo N°10.2. Además, se utilizó una escala estructurada que posee una valoración del 1 al 9, siendo el número mayor las condiciones favorables del producto (características típicas) y a medida que va disminuyendo el valor, se va transformando en un producto indeseable (deterioro). Esta escala llamada “Test de valoración de la calidad” se encuentra descrita en el Anexo N°10.3.

4.4 Determinación del tiempo de vida útil

Para determinar la vida útil del aderezo de cohayuyo y la pasta de garbanzo se diseñó un programa de evaluación microbiológica, química y sensorial que permitiera establecer el período de duración del alimento.

4.5.1 Estabilidad microbiológica

Para cada producto terminado se realizaron sus respectivos análisis microbiológicos, donde se buscó principalmente el tiempo de duración que podrían tener a temperatura ambiente, siendo como objetivo tope 1 año. Como se necesitaban los resultados en un tiempo acotado se hizo un estudio de estabilidad microbiológica acelerado, esto fue logrado gracias al Software de Microbiología Predictiva Food Spoilage and Safety Predictor (FSSP), en donde indicó que dejando productos dentro de la estufa (a 55°C y a 35°C) y analizándose cada 7 días esto equivaldría a 1 mes de estudio a temperatura ambiente.

En el caso del aderezo de cochayuyo se tomaron 5 frascos por día de análisis y se preparó la muestra siguiendo lo indicado en la ISO 6887-1:2017 y se efectuaron los siguientes análisis al inicio del estudio: RAM, mohos, levaduras, *Salmonella* y *L. monocytogenes*, mientras que los días intermedios (estudios realizados cada 7 días) sólo se hicieron los ensayos de RAM, mohos y levaduras. Por otra parte, para la pasta de garbanzo se tomaron 5 frascos y se midieron los Microorganismos Mesófilos Aerobios y Anaeróbios y Microorganismos Termófilos Aerobios y Anaerobios.

4.5.2 Evaluación química y sensorial

Se midió el pH y las características sensoriales de los productos siguiendo el procedimiento indicado en el punto 4.1 y 4.4 respectivamente.

4.6 Creación del manual de BPM y los programas sanitarios y productivos

Con la información generada a partir del Check List de las BPM se comenzó a redactar el manual de BPM para la Planta de Alimentos OKAlimentos, haciendo énfasis en los puntos débiles de la organización y procesos. Posteriormente esto mismo fue evaluado repitiendo los análisis microbiológicos, químicos y sensoriales de la misma forma descrita en los puntos anteriores.

Para la realización del manual BPM se siguieron las directrices indicadas en los siguientes documentos: RSA D.S 977 (versión actualizada), Codex Alimentarius CXC 1-1969, NCh 3235:2011, Elaboración de los alimentos – Buenas Prácticas de Manufactura – Requisitos y NCh 2861.Of2004, Sistema de Análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) – Directrices para su aplicación.

También se elaboraron los registros que no fueron encontrados al momento de realizar la primera evaluación con la lista de verificación.

4.7 Análisis Estadísticos

Para el análisis de los resultados anterior y posterior a la implementación de la BPM, se usó el análisis t de Student para datos pareados. Mientras que para el análisis sensorial se ocupó ANOVA con una sola vía con test post hoc de Tukey con el software GraphPad Prism 8.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 DIAGNÓSTICO INICIAL EN EL ÁREA DE PROCESO DONDE SE ELABORA LA PASTA DE GARBANZO Y EL ADEREZO DE COCHAYUYO.

Como se mencionó anteriormente, se utilizó la lista de chequeo que considera la valoración de 39 parámetros, en este caso se omitió el parámetro N°30 (El hielo, utilizado para la elaboración de los alimentos o que tome contacto con ellos se fabrica con agua potable, se trata, manipula, almacena y utiliza protegiéndolo de la contaminación) debido a que este no aplica a la planta de elaboración que se auditó.

En la Figura N°4 se observa de manera detallada los puntajes obtenidos de los 38 parámetros evaluados. Los primeros 16 son pertenecientes a la sección de “Infraestructura, Dependencias e Instalaciones”, los cuales 9 cumplieron con el puntaje máximo, siendo algunos de ellos los parámetros críticos (marcados con *). Sin embargo, el parámetro 7 (Acredita registros de las mantenciones preventivas de las instalaciones, equipos y utensilios) y el parámetro 16 (Los equipos de frío cuentan con sistema de control de temperatura y sus correspondientes registros), no cumplen con lo establecido en su descripción siendo ambos los únicos en esta categoría que obtuvieron cero en su puntaje.

Con respecto a los parámetros críticos que son evaluados en esta sección, los puntos 10 (Los servicios higiénicos del personal se encuentran sin conexión directa con las zonas de preparación de alimentos, y al igual que vestuarios en condiciones de higiene y operación) el cual corresponde al Factor crítico N°4 (Servicios higiénicos de los manipuladores) y el parámetro 15 (Se adoptan las medidas necesarias para la disposición adecuada y retiro oportuno de los desechos, de manera que no se acumulen en zonas de manipulación de alimentos, ni constituyan focos de contaminación) perteneciente al Factor crítico N°2 (Manejo de residuos sólidos) son los que obtuvieron 1 punto debido a que sólo se cumplía de forma parcial con lo indicado con la lista de chequeo, de esta manera la evaluación de la planta ya no puede ser aprobada por el incumplimiento de estos puntos y tal como se dijo anteriormente, para que la planta sea aprobada en función de las BPM debe tener un porcentaje de aprobación del 70% y del cumplimiento completo de los 4 parámetros críticos.

Las principales debilidades de este punto fueron la falta de registros en algunos casos, problemas con algunas superficies o elementos de trabajo, principalmente por desgaste de éstos con el tiempo. En el caso de los parámetros críticos, la falta de agua caliente y la falta de procedimientos que indiquen el retiro de los residuos, son factores importantes para desaprobar la planta de producción con respecto a lo que pide esta lista de chequeo y el RSA.

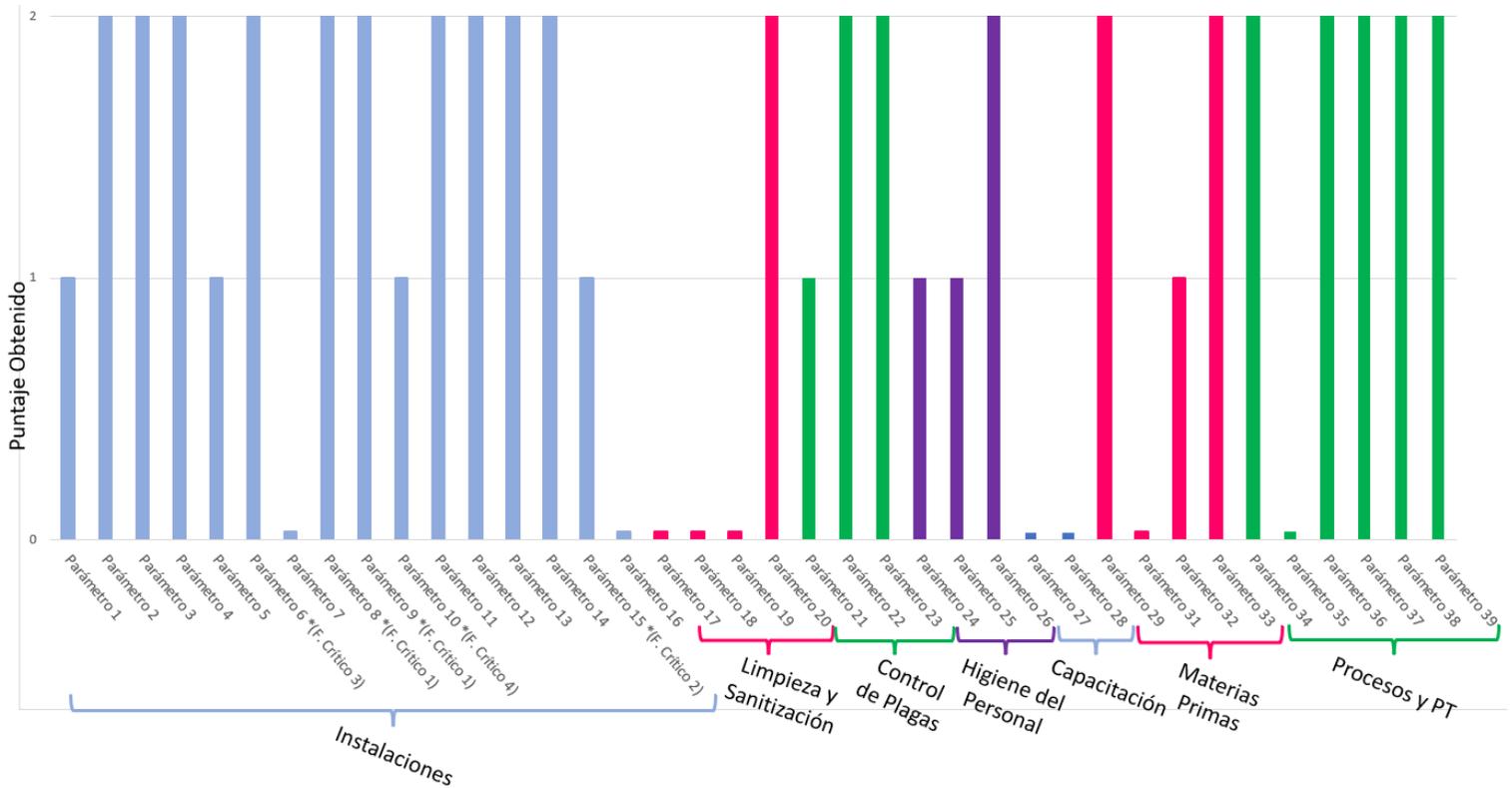


Figura N°4: Evaluación de los 7 puntos indicados por el “Instructivo Aplicación Lista de Chequeo BPM”. El parámetro N°30 fue omitido de este gráfico ya que no aplica en este caso.

El segundo ítem evaluado es “Limpieza y Sanitización”, en este caso sólo el parámetro 20 (Los productos químicos que puedan representar un riesgo para la salud se mantienen separados de las áreas de manipulación de alimentos) cumplió de manera satisfactoria al momento de ser evaluado, no así los parámetros 17 (Existe un programa escrito de limpieza y sanitización (preoperacional y operacional)), 18 (Los registros generados son coherentes con lo especificado en el programa) y 19 (Se adoptan las medidas necesarias para evitar la contaminación de los equipos después de limpiarse y desinfectarse) que no lograron puntaje por la no presencia de evidencia objetiva o registros que permitan demostrar si esto se cumple o no.

Tanto el tercer ítem (Control de Plagas) como el cuarto (Higiene del Personal) cumplen de manera parcial o de manera completa los parámetros evaluados. En el caso de “Control de plagas” sólo el parámetro 21 (Existe un programa escrito de control de plagas y cuenta con los registros correspondientes) se cumplía de manera parcial debido a que una vez al mes se realiza el proceso en donde la empresa externa entrega un documento que avale la realización de este procedimiento, pero no existe un programa elaborado por la sección de calidad que indique de forma anual cuándo se efectuará este proceso. Por otra parte, el punto “Higiene del personal”, los parámetros 24 (Existe un programa de higiene del personal y sus registros correspondientes) y 25 (Se adoptan las medidas necesarias para evitar que el personal enfermo o que se sospeche que padece de una enfermedad que pueda transmitirse por los alimentos trabaje en las zonas de manipulación alimentos. Quien manipule alimentos debe ser capacitado en manipulación higiénica de los mismos e higiene personal) al igual que lo mencionado anteriormente, cumple de manera parcial debido a la falta de registros y evidencias.

En el ítem de “Capacitación” no hay puntaje debido a que no se cumple las normativas requeridas por la lista de comprobación, aunque se realizan las capacitaciones cuando son requeridas, nuevamente no se cumple con que haya un programa anual que indique las temáticas ni registros de capacitación realizados a los trabajadores con respecto a los diversos tópicos correspondientes a la planta.

Finalmente, en los tópicos “Materia prima” y “Procesos y productos terminados” hay ciertos parámetros que cumplen con la finalidad requerida por la lista, pero nuevamente hay otras secciones que no, como por ejemplo para el primer punto no hay un registro de control de materias primas ni análisis microbiológicos de los mismos al momento de ser ingresados a la planta y previo a su uso en la producción. En el caso de los procesos, cumplen en su mayoría con el puntaje máximo, sólo el parámetro 35 (Se cuenta con procedimientos escritos de los procesos (formulación del producto, flujos de operación, procesos productivos)) es el que no lleva puntaje debido a la inexistencia de procedimientos y registros que se relacionan con estos procesos.

Tabla N°8: Factores críticos de la lista de verificación BPM y porcentaje de cumplimiento en la planta de elaboración

Factor Crítico	Ptje Obtenido	% de cumplimiento
1 “Abastecimiento de Agua Potable” (Parámetro 8 y 9)	4	100
2 “Manejo de Residuos Sólidos” (Parámetro 15)	1	50
3 “Disposición de Residuos Líquidos” (Parámetro 6)	2	100
4 “Servicios Higiénicos de los Manipuladores” (Parámetro 10)	1	50

En la Tabla N°8 se indican los 4 puntos críticos que deberían cumplirse en contraste con los resultados obtenidos de esta evaluación en donde se puede observar que en el Factor Crítico 2 “Manejo de Residuos Sólidos” y en el Factor Crítico 4 “Servicios Higiénicos de los Manipuladores” se dan cumplimiento de forma parcial obteniendo sólo la mitad del puntaje.

En resumen, del Puntaje máximo aplicable (PM) del check list (78 puntos) la planta sólo obtuvo 50 puntos el cual equivale al 64,10% del cumplimiento de las BPM, por lo que no aprobó en esta primera evaluación. Además, es importante mencionar que cumple de manera parcial 2 de los 4 factores críticos indicados en la lista de chequeo necesarios para la aprobación de esta lista de verificación. En la Figura N°5 se observa de forma detallada la distribución del porcentaje de cumplimiento por parámetros, donde se puede destacar que en la sección “Capacitación” tiene el menor porcentaje de cumplimiento (0%), mientras que las secciones “Control de Plagas” y “Procesos y Productos Terminados” obtuvieron el mayor cumplimiento (ambos con un 83,33%).

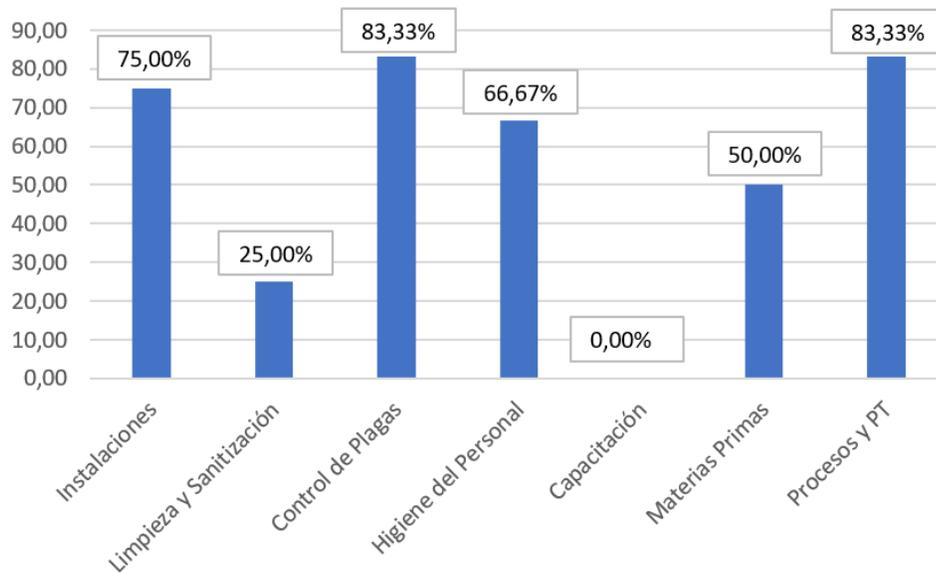


Figura N°5: Gráfico de porcentaje de cumplimiento de los 7 parámetros evaluados por la lista de verificación del MINSAL

La planta de elaboración presenta una debilidad en los criterios de “Limpieza y Sanitización” y “Capacitación” (ambos con un porcentaje menor al 50%). El primer criterio se rige por lo indicado en los Artículos 41, 42, 43 y 44 del RSA, el cual se refiere a la falta de un programa de limpieza y desinfección (incluyendo procedimientos y registros respectivos). Los encargados de la planta comentaron que si se realizaban estas labores tanto en pisos, paredes, utensilios y equipos, lamentablemente no existían en ese momento registros que demostraran la realización de estas actividades, siendo un punto no auditable y otorgándose el puntaje mínimo.

De igual forma en el criterio de “Capacitación” se repite la misma observación mencionada anteriormente ya que no existe un programa de calendarización anual de capacitaciones en planta que se relacionen con la manipulación higiénica de los alimentos e higiene personal ni con las técnicas de limpieza. Tampoco se tiene considerado evaluaciones a los trabajadores ni un control de asistencia y una revisión diaria de las condiciones de estos (por ejemplo, que no estén maquillados, con uñas cortas y no pintadas, etc), por ende, es considerado un punto imposible de auditar dándole un puntaje de cero. Por otra parte, está el incumplimiento al Artículo 52, donde los trabajadores de la planta si poseen las competencias necesarias para la correcta manipulación de los alimentos (se revisaron sus antecedentes laborales), pero no existió una capacitación previa al momento de comenzar sus tareas en el lugar de trabajo ni tampoco hubo una capacitación de llenado de documentos, es por esto que no se habían creado los registros necesarios para poder llevar de buena forma las BPM.

5.2 EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MATERIAS PRIMAS, MANIPULADORES, SUPERFICIES, AMBIENTES, Y EL PRODUCTO TERMINADO.

Se evaluaron los parámetros microbiológicos iniciales de las materias primas y del producto terminado. Según lo indicado por el RSA se utilizaron un “n” de 5 muestras para cada elemento del estudio. En la Tabla N°9 se indican los resultados obtenidos para los análisis del aderezo de cochayuyo y de la pasta de garbanzo con sus

respectivos ingredientes.

Tabla N°9: Resultados obtenidos de las materias primas y el producto terminado previo a la elaboración de manual de BPM.

Materia Prima	Análisis Microbiológicos	Promedio (UFC/g o ml)	Cumplimiento (según RSA)
Cochayuyo N=5	RAM	4,0 x 10 ⁵	No cumple
	Mohos	7,3 x 10 ²	No cumple
	Levaduras	< 10	Cumple
	<i>L. monocytogenes</i>	Ausencia	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 25 g	Ausencia	Cumple
Agua purificada N=5	RAM	1,6 x 10 ¹	Cumple
	<i>E. coli</i> en 100 ml	< 10	Cumple
Limón Natural N=5	<i>E. coli</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 25 g	Ausencia	Cumple
Garbanzos N=5	Mohos	2,0	Cumple
	Levaduras	7,8 x 10 ³	No cumple
	<i>E. coli</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 50 g	Ausencia	Cumple
Perejil N=5	<i>E. coli</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 25 g	Ausencia	Cumple
Caldo de Verduras N=5	RAM	2,5 x 10 ²	Cumple
	Mohos	< 10	Cumple
	<i>C. perfringens</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 50 g	Ausencia	Cumple
Ajo N=5	RAM	1,8 x 10 ⁴	Cumple
	Mohos	> 300	Cumple
	<i>C. perfringens</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 50 g	Ausencia	Cumple
Garam masala N=5	RAM	4,2 x 10 ³	Cumple
	Mohos	< 10	Cumple
	<i>C. perfringens</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 50 g	Ausencia	Cumple
Tahine N=5	RAM	4,5 x 10 ³	Cumple
	Mohos	2,1 x 10 ¹	Cumple
	<i>C. perfringens</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 50 g	Ausencia	Cumple

Tabla N°9 (continuación)

Producto Terminado	Análisis Microbiológicos	Promedio (UFC/g)	Cumplimiento (según RSA)
Aderezo de Cochayuyo N=10	Mohos	< 10	Cumple
	Levaduras	< 10	Cumple
Pasta de Garbanzo N=10	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia	Cumple
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia	Cumple
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Ausencia	Cumple
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Ausencia	Cumple

En la Tabla 9 se puede apreciar como ambos productos terminados, tanto como las materias primas cumplen en su gran mayoría con los límites máximos permitidos indicados en el RSA, especialmente cuando se trata de los microorganismos patógenos que son los que más complejidad pueden traer al producto en caso de estar presente. Sin embargo, cuando se trata de microorganismos indicadores se ven en mayor cantidad, tal es el caso del cochayuyo que aunque el resultado del RAM se encuentre dentro del valor de “M” permitido por SERNAPESCA (5×10^5), si se observa la tabla de resultados (Anexo 10.6) los 5 valores no cumplen con lo indicado según lo que la norma lo permite, ya que “c” (número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismo entre “m” y “M”) permite que sólo 2 muestras puedan encontrarse entre 10^5 (m) y 5×10^5 (M), mientras que en este caso los 5 valores se encuentran dentro de este intervalo. Este mismo caso ocurre para el recuento de mohos, el SERNAPESCA considera valores de “m” y “M” de 10^2 y 10^3 respectivamente y si se ve en la tabla el promedio indica que sí está dentro del rango, pero volviendo al Anexo N°10.6, los 5 valores se encuentran dentro de “m” y “M” incumpliendo el “c” permitido por las 5 muestras.

Este incumplimiento se puede relacionar con el proceso de extracción y secado que pasa el cochayuyo. Esta alga se extrae de las costas de la IV Región, en donde su secado es dejando la materia prima al sol y al aire libre. Como éste contiene un porcentaje entre un 75 y un 85% de agua y, por lo tanto, en estado fresco son susceptibles a deterioro a los pocos días de su recolección, es que el secado es un paso fundamental antes de que pueda utilizarse en el procesamiento industrial. El método tradicional para preservar este tipo de algas es el secado al sol, pero los largos tiempos de secado en un espacio abierto que está sujeta a la disponibilidad del sol en el momento del secado, además es susceptible a la contaminación con material extraño como arena y expuesto a insectos y roedores (Uribe et al., 2019).

Los garbanzos analizados no cumplieron con lo indicado según el RSA para el recuento de levaduras, debido a que sus valores sobrepasaron el límite máximo permitido ($M= 10^3$), esto aplica para los resultados de las 5 muestras analizadas.

Con respecto al análisis a los 4 manipuladores de la planta, en todos los casos hubo ausencia de *E. coli* y *S. aureus* en sus manos y Ausencia de *S. aureus* en las muestras nasofaríngeas de las mismas personas tal como se indica en la Tabla N°10.

Tabla N°10: Análisis de manipuladores para verificar ausencia o presencia de microorganismos patógenos previo a la implementación de BPM

	Manos		Nasofaríngeo
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i>
Manipulador 1	Negativo	Negativo	Negativo
Manipulador 2	Negativo	Negativo	Negativo
Manipulador 3	Negativo	Negativo	Negativo
Manipulador 4	Negativo	Negativo	Negativo

Por otra parte, se analizaron 20 superficies de diferentes sectores de la planta las que tenían más contacto con las materias primas, preparación de los alimentos o con el mismo producto terminado. En la Figura N°6 se aprecia que la mayoría de las superficies estudiadas presentaron altos recuentos tanto para RAM como para Enterobacterias, por ende, la mayoría de ellas se encuentra en condiciones muy malas representando el 70% y el 75% respectivamente. La forma de categorizar las condiciones higiénicas se encuentra en el Anexo N°10.5: Requisitos internos de parámetros microbiológicos y tablas de calificación para controles higiénicos sanitarios en superficies y ambientes de trabajo.

Estas condiciones de higiene se relacionan con lo evaluado anteriormente en la lista de chequeo de BPM, donde la sección “Limpieza” sólo obtuvo el 25%, según las observaciones no existe un programa ni un instructivo que indique cómo y en qué momentos se va a realizar el proceso. De manera *in situ* se revisó el proceso de limpieza y aunque los encargados de planta manifestaron en la auditoría que si se realizaba, las condiciones no eran las adecuadas, considerándose como una limpieza solamente superficial y no profunda como debería corresponder al término de cada jornada. Lamentablemente, una precaria limpieza de superficies que proviene de múltiples factores, tales como fuentes de alimentos que no sean inocuas, la inadecuada cocción, temperaturas inadecuadas de mantenimiento, contaminación de los equipos, mal trabajo en la limpieza de superficies y una pobre higiene del personal, pueden causar la formación de biopelículas de microorganismos patógenos en superficies en donde entra contacto el alimento, representando un riesgo potencial en la calidad de los alimentos y una amenaza real para el consumidor (Touimi et al., 2019).

Un alto conteo de RAM presente en las superficies, equipos y utensilios indican una insatisfactoria condición higiénica, de igual forma una alta cantidad de Enterobacterias implica una falla en las BPM, especialmente en una precaria desinfección de las superficies (Touimi et al., 2019).

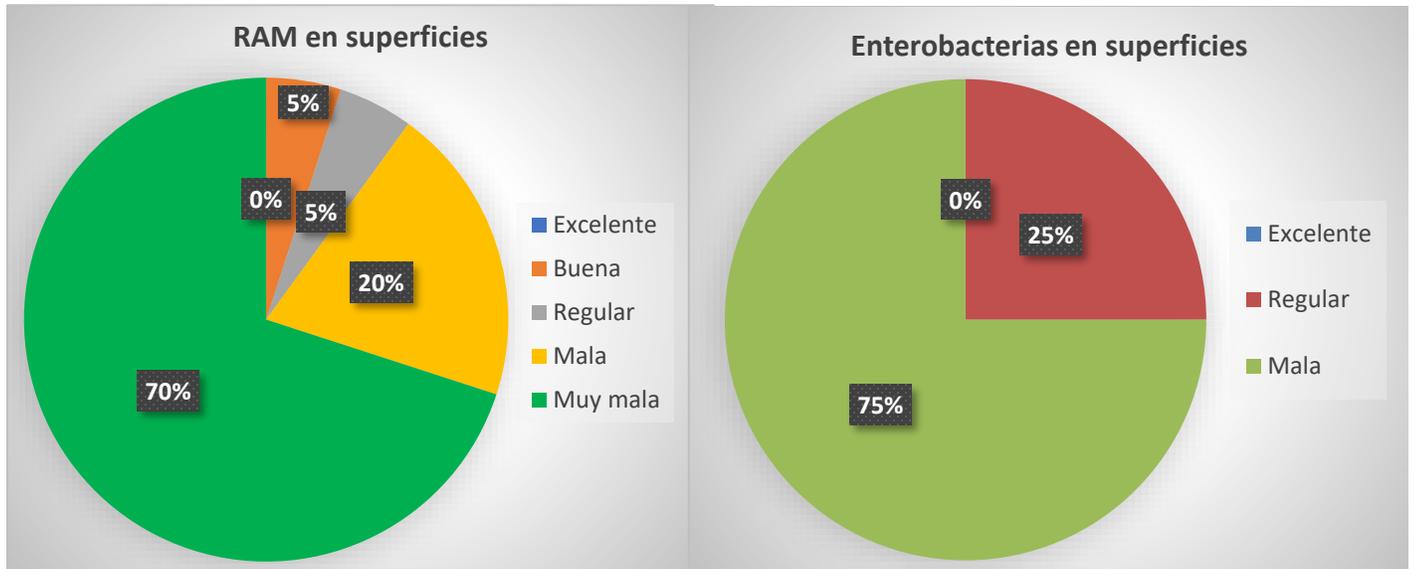


Figura N°6: Resultados obtenidos del análisis de superficies a la planta de elaboración previo a la elaboración de manual de BPM

Finalmente, se realizaron análisis ambientales a diferentes puntos de la planta por triplicado (Tabla N°11), los cuales todos cumplen con los requisitos indicados por Wanner y colaboradores (1993), la Comisión de la Comunidad Europea el mismo año y Moragas y colaboradores el año 2019 (Anexo N°10.5).

Tabla N°11: Resultados obtenidos del análisis de ambientes a la planta de elaboración previo a la elaboración de manual de BPM

Ambiente	Análisis Microbiológicos	Promedio (UFC/15 min) n=3
Mesón largo (esq. Izq)	RAM	3,0
	Mohos	1,0
	Levaduras	< 1
Mesón largo (esq. Der)	RAM	3,0
	Mohos	3,0
	Levaduras	< 1
Mesón entre autoclaves	RAM	4,0
	Mohos	1,0
	Levaduras	< 1
Cocina y Marmita	RAM	3,0
	Mohos	3,0
	Levaduras	< 1
Lavaplatos (bordes)	RAM	7,0
	Mohos	7,0
	Levaduras	< 1

Mediciones físicas y químicas: Paralelo a esto se midió la aw en un laboratorio externo para la pasta de garbanzo y el aderezo de cochayuyo los que presentaron valores de 0,89 y 0,92 respectivamente. Además, se realizó la medición de la conductividad del agua purificada en donde las 5 botellas presentaron un valor promedio $22,08 \pm 0,97$ uS.

5.3 DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL EN CADA UNA DE LAS PREPARACIONES PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN DE BPM

La determinación de la vida útil se dividió en 2 secciones: la medición de la estabilidad microbiológica en un tiempo determinado y en la evaluación de parámetros de calidad (pH, sólidos solubles, viscosidad y análisis sensorial).

5.3.1 Estabilidad Microbiológica

En el caso del aderezo de cochayuyo (Lote AC548) la Figura N°7 indicó que previo a la implementación de las BPM el producto tiene una vida útil de 150 días. El estudio se cortó en esa fecha ya que incumple lo indicado en el Grupo 15.2 del RSA donde apunta a que los límites permitidos para RAM son entre 10^5 y 10^6 y “c” tiene un valor de 1 y en ese día se observó que de las 5 muestras 4 presentaron valores sobre los 10^5 . Además, se corta el estudio por lo indicado en el Grupo 13.2 del RSA, donde los límites permitidos de mohos son entre 10^2 y 10^3 con un $c=2$ y para el mismo día estudiado las 5 muestras superaron el valor de “m” por lo que con ambos criterios el producto fue automáticamente rechazado. Esto se puede ver en los criterios microbiológicos detallados en el Anexo N°10.4.

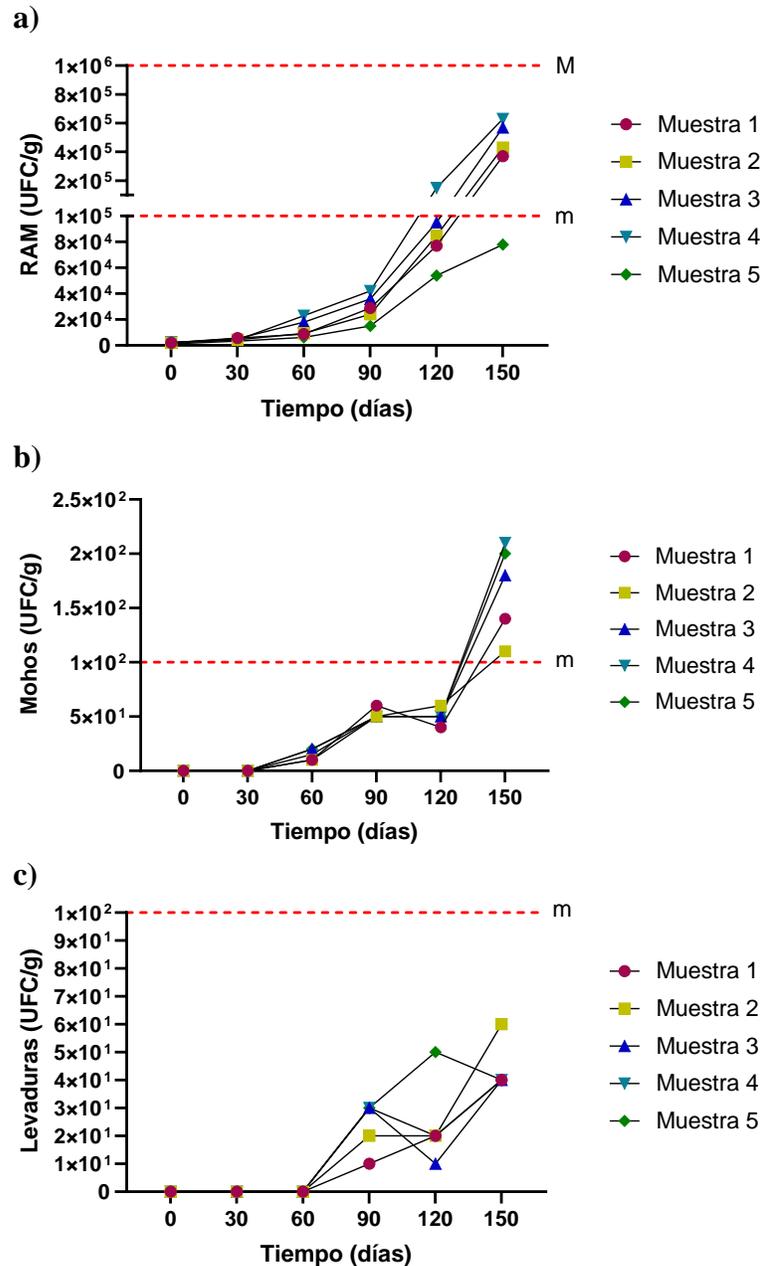


Figura N°7: Crecimiento en el tiempo de los microorganismos indicadores en el aderezo de cochayuyo a 35°C. a) RAM; b) Mohos; y c) Levaduras. Línea punteada indica límites máximos permitidos (m y M) según RSA.

La pasta de garbanzo (Lote GB549) presentó una menor duración en su estudio ya que al día 60 y a la temperatura de 55°C 10 muestras que presentaban características de abombamiento y 5 con liberación del producto. Dado esto, y proyectándolo a un punto de vista comercial y sanitario se consideró el retiro completo del lote que se estaba estudiando ya que estos 15 envases alterados son riesgo potencial para el consumidor y en este caso para los participantes del análisis sensorial. Además, el Artículo 419 del RSA comenta con respecto a la presencia de envases hinchados, abollados o con evidencia de haber perdido su hermeticidad, los cuales se

encuentran prohibidos para la tenencia, distribución y expendio de conservas.

La Tabla N°12 muestra los resultados obtenidos hasta el día 60 donde se encontraron muestras en condiciones de abombamiento y liberación del producto el cual debieron ser retiradas.

Tabla N°12: Estudio de estabilidad microbiológica de la pasta de garbanzo realizado hasta el día 60

Tiempo de almacenamiento (días)	Análisis Microbiológicos	Ausencia/Presencia n=5
Pasta de Garbanzo 0	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Ausencia
30	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Ausencia
60	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Presencia
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Presencia

En ambos casos se observó el proceso de envasado y se identificó posibles factores que pueden haber influido en la rápida fermentación de los productos. Uno de ellos se relaciona con el resultado obtenido del diagnóstico inicial en la lista de chequeo, puntualmente en el parámetro 31 del tópico de “Materia Prima”, el cual indicaba si la planta presentaba registro de control de las materias primas al momento de ingresar a la planta. En este caso, la planta no cumplía con el parámetro establecido ya que no existía un control completo de la materia prima al ingreso de las dependencias de la empresa. Lo ideal en este caso es que para la obtención de conservas de calidad se deben realizar con materias primas de calidad, debe existir un primer filtro que elimine aquellas que son defectuosas (características físicas, microbiológicas, control de temperatura, condiciones del envase, etc) (Castelli, 2018; IICA, 2018).

Otra observación fue que los trabajadores al momento de introducir el alimento en el frasco de vidrio y posterior cierre no se hayan percatado de la presencia de burbujas en su interior, esto es un factor importante para la fermentación del producto y posible crecimiento de microorganismos. Con respecto al aderezo de cohayuyo al término del estudio las condiciones para un proceso de fermentación eran aptas para el crecimiento de *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sakei*, *Pediococcus* spp., *Alicyclobacillus acidoterrestris*, mohos y levaduras debido a que los frascos con el producto se encontraban a temperatura ambiente, sin pasar por un proceso térmico y con un valor de pH final de 4,5 (Jay et al., 2005; Remize, 2017; Lorenzo et al., 2018). Por otra parte, como el estudio de la pasta de garbanzo se detuvo en el día 60 por presencia

de microorganismos termófilos aerobios y anaerobios, sumado a que el pH del producto tenía un valor de 6,2, se pueden encontrar en el alimento los siguientes: *Geobacillus stearothermophilus*, *Bacillus coagulans*, *Clostridium nigrificans*, *Clostridium bifermentans*, *M. thermoacetica*, *B. smithii* y *Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum* (Jay et al., 2005; Gómez - Sánchez, 2007; Remize, 2017).

En resumen, los riesgos que radican al momento de envasar ambos productos es la contaminación microbiana del mismo, ya sea por equipos, manipuladores, por las bajas condiciones de higiene o por la falta de supervisión de las materias primas y/o envases. Otro riesgo importante es el incremento de la flora existente por retrasos y retenciones del producto desde el envasado hasta el tratamiento térmico (Castelli, 2018; IICA, 2018). También se podría considerar como causa de la contaminación la inexistencia de técnicas adecuadas de limpieza y desinfección en las áreas de procesos, algunas veces por desconocimiento por parte de los manipuladores (Bastías et al., 2013).

Además de lo mencionado anteriormente, hay que considerar que la inadecuada limpieza y desinfección de las superficies de contacto puede resultar no sólo en la reducción de la vida útil del alimento, si no que también existe la posibilidad de la existencia de patógenos con una baja dosis infecciosa, como por ejemplo la *E. coli* O157:H7 (Pourkomialian et al., 2000; Smittle, 2000; Losito et al., 2017).

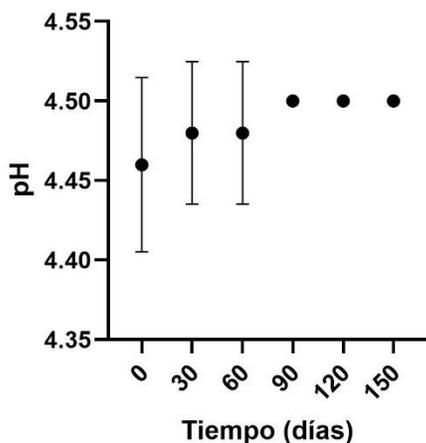
5.3.2 Evaluación de parámetros de calidad

Las evaluaciones para cada producto se hicieron en base al estudio de la estabilidad microbiológica, es decir, que en el caso del aderezo de cochayuyo el estudio se realizó hasta el día 150, mientras que la pasta de garbanzo los ensayos fueron realizados hasta el día 60. Un punto importante por destacar es que el último día de evaluación de la pasta de garbanzo se efectuaron todos los análisis a excepción de la sección sabor y olor del análisis sensorial, para evitar intoxicaciones o infecciones alimentarias en los evaluadores. El mismo caso aplica para el aderezo de cochayuyo en el día 150.

5.3.2.1 pH

Se pudo observar que el pH obtenido para el aderezo de cochayuyo en el tiempo inicial fue de 4,4 y este sufrió un pequeño aumento a medida que iban pasando los días de estudio, para llegar finalmente al día 150 con un valor de 4,5 (Figura 8a). Por otra parte, el pH de la pasta de garbanzo presentó una pequeña variación durante los tres tiempos que duró el análisis, esta disminución no fue considerada como significativa. (Figura 8b).

a)



b)

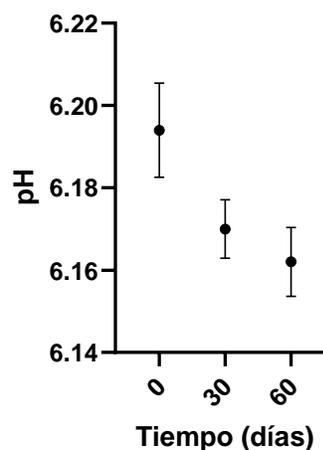
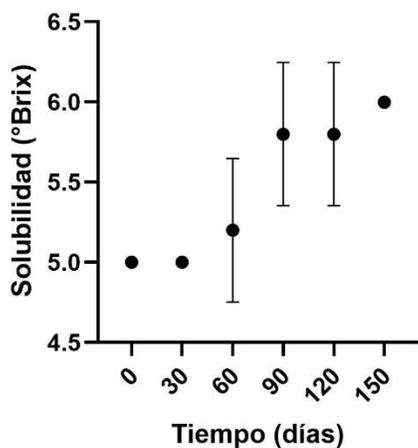


Figura N°8: Medición de pH durante el tiempo de análisis. a) Aderezo de cochayuyo; b) Pasta de garbanzo pH n=5 ± D.S

5.3.2.2 Sólidos solubles

La Figura N°9 muestra que en este análisis no se observaron diferencias significativas entre los valores iniciales y los finales de cada estudio.

a)



b)

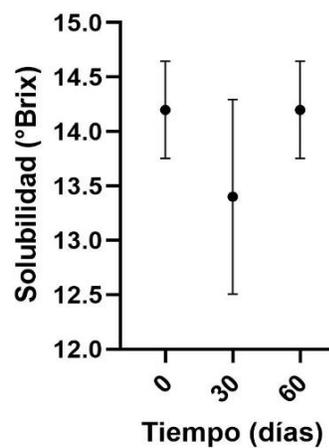


Figura N°9: Medición de sólidos solubles durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones a) aderezo de cochayuyo; b) pasta de garbanzo.

5.3.2.3 Medición de viscosidad

Como se mencionó anteriormente en la sección “Materiales y Métodos”, se realizaron análisis comparativos de los productos elaborados en la planta con sus símiles comerciales los que pueden ser considerados como

competidores al momento de ingresar al mercado. El aderezo de cochayuyo y los dos productos que se encuentran en el mercado manifestaron la tendencia a aumentar la distancia recorrida a medida que iban pasando las semanas de estudio (Figura N°10), es decir, que disminuyó la viscosidad con el tiempo. La que presentó mayor disminución de viscosidad fue el picayuyo comercial presentando una característica mucho más fluida, siendo seguido por algunos centímetros de diferencia el aderezo de cochayuyo. Por otra parte, la pasta de garbanzo (Tabla N°13) elaborada en la planta y los dos hummus comerciales no presentaron una variación de viscosidad del producto, ya que durante los tiempos de estudio no se deslizaron por sobre la regla inclinada, presentándose una distancia recorrida de 0 cm.

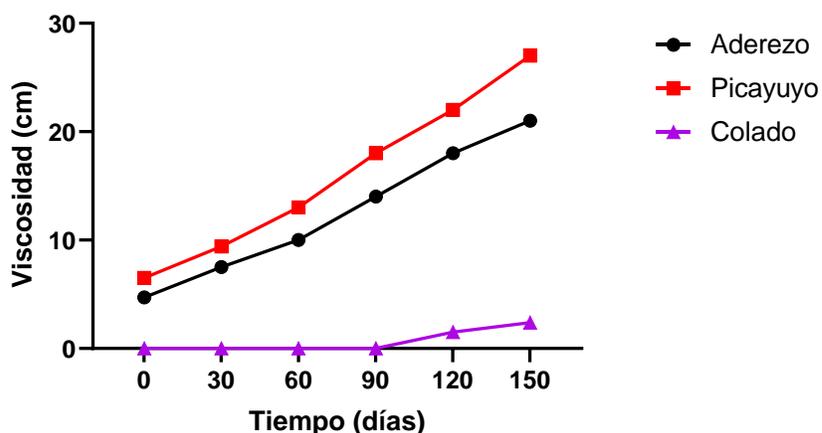


Figura N°10: Medición de la viscosidad del aderezo de cochayuyo vs productos de venta en el mercado.

Tabla N°13: Medición de la viscosidad de la pasta de garbanzo vs productos de venta en el mercado.

Tiempo (días)	Pasta de Garbanzo	Hummus 1	Hummus 2
Distancia recorrida (cm)			
0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	0,0	0,0
60	0,0	0,0	0,0

5.3.2.4 Análisis sensorial

Se efectuó el Test de Valoración de Calidad con Escala por Parámetro según lo indicado en el esquema de Karlsruhe tomando los productos elaborados en la planta y fueron comparados con los mismos productos comerciales utilizados para el resultado anterior.

Los resultados comparativos del aderezo de cochayuyo (Figura N°11) indicaron que de los 3 productos muestreados, el aderezo fue el que mejor mantuvo sus características organolépticas durante el tiempo de análisis (150 días). El color fue el único que mantuvo las “Características Típicas” en los tres alimentos durante todo el estudio, siendo el picayuyo el que obtuvo puntaje más bajo. Con respecto al olor, los tres productos fueron evaluados hasta el día 120 en donde se pudo apreciar que el aderezo y el colado de cochayuyo

mantuvieron sus características típicas mientras que el picayuyo empezó a desarrollar según el panel evaluador un inicio de deterioro. En el día 150, sólo se evaluaron los productos comerciales debido al deterioro microbiológico del aderezo de cochayuyo (sobrepasando los límites permitidos de consumo por el RSA), por lo mismo se descartó el producto en esta etapa. Sin embargo, entre el picayuyo y el colado de cochayuyo, el segundo tuvo mayor aceptabilidad manteniéndose en los límites de las características típicas.

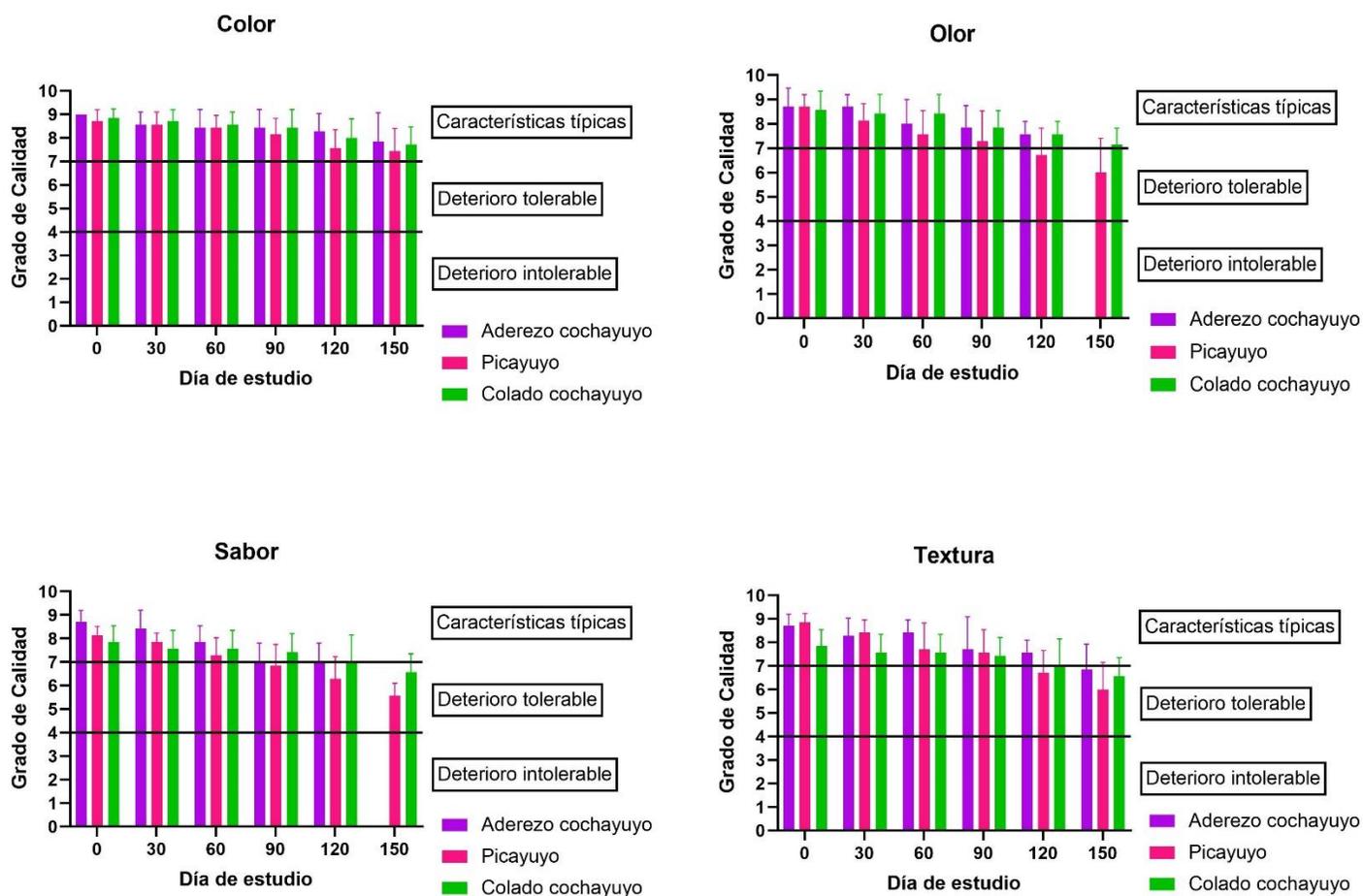


Figura N°11: Gráficos análisis sensorial aderezo de cochayuyo.

Por otra parte, el sabor en el día 120 tanto el aderezo como el colado de cochayuyo se mantuvieron en el límite de las “Características Típicas”, no así el picayuyo que a partir del día 90 comenzó a deteriorarse quedando en el último día de estudio con un “Deterioro Tolerable”. De igual manera que la característica del olor, el día 150 solamente se compararon los productos comerciales, ambos quedando en la categoría de "Deterioro Tolerable".

Finalmente, en la característica de textura los tres productos quedaron en la categoría de “Deterioro tolerable” en el último día de estudio. Nuevamente el picayuyo fue la que menor aceptación tuvo ya que a partir del día

120 comenzó con el deterioro de esta característica. A diferencia del aderezo y del colado que su grado de calidad disminuyó recién en el día 120, aún así no es un factor que haya causado rechazo por parte del panel.

Lo que se distingue también es que el picayuyo tuvo una menor aceptación por el panel evaluador, además de poseer la mayor disminución de la calidad a partir del día 120 en las características de olor, sabor y textura a diferencia de la que se elaboró en la planta de producción.

Los resultados de la pasta de garbanzo sólo se obtuvieron hasta el día 60 y hasta el día 30 en el caso del olor y el sabor. En la Figura N°12 se ve que el grado de calidad en el color fue disminuyendo en la pasta de garbanzo presentando “Deterioro Tolerable” al terminar el estudio, no así los hummus comerciales que mantuvieron sus “Características Típicas” aunque si en el límite de lo permitido por esta característica. El mismo caso aplica para el olor, durante los días 0 y 30 la pasta de garbanzo fue la que presentó grados de calidad mucho más bajo a comparación con los otros dos hummus. Un punto que destacar es que los comentarios entregados por algunos de los evaluadores indicaban que en el día 30 el producto no presentaba mal olor, pero si tenía la característica de oler a “humedad” o en algunos casos lo consideraron más “harinoso” o con más olor “a tierra” a diferencia de los otros dos productos comerciales, que si les resultaba un olor mucho más apetecible, esto se puede deber a la actividad microbiana que ocurre en el alimento (Qamaruz-Zaman et al., 2019). En el día 60 sólo se evaluaron los hummus que son vendidos en el mercado, debido a la presencia de filtración de pasta en alguno de los frascos o abombamiento de estos, siendo un riesgo potencial para el panel evaluador.

En el caso del sabor, llama la atención que en el día 60 ambos productos comerciales perdieron su sabor inicial siendo los peores evaluados dentro de las características evaluadas, la pasta de garbanzo en esa fecha no se realizó el estudio, pero si los 2 primeros días tuvo muy buena recepción en sabor por parte de los jueces. Finalmente, con respecto a la textura, los 3 productos permanecieron con un alto grado de calidad durante los dos primeros días de estudio (0 y 30 días), no así para el día 60 en donde se observó una disminución en la calidad de la pasta de garbanzo, presentando un valor bajo al lado de los dos hummus comerciales, que recién estaban ingresando a la categoría de “Deterioro Tolerable”.

En esta primera etapa, se pudo considerar que la pasta de garbanzo fue el producto que presentó una menor aceptación por parte del panel evaluador quedando demostrado en los grados de calidad de color y textura los cuales presentaron un valor equivalente a “Deterioro Tolerable”. También, fue el que menos aceptación recibió a comparación de los dos hummus comerciales. No así el aderezo de cochayuyo, el cual fue el mejor evaluado entre sus pares y la única característica que comenzó a disminuir su grado de calidad (de forma inicial) fue la textura.

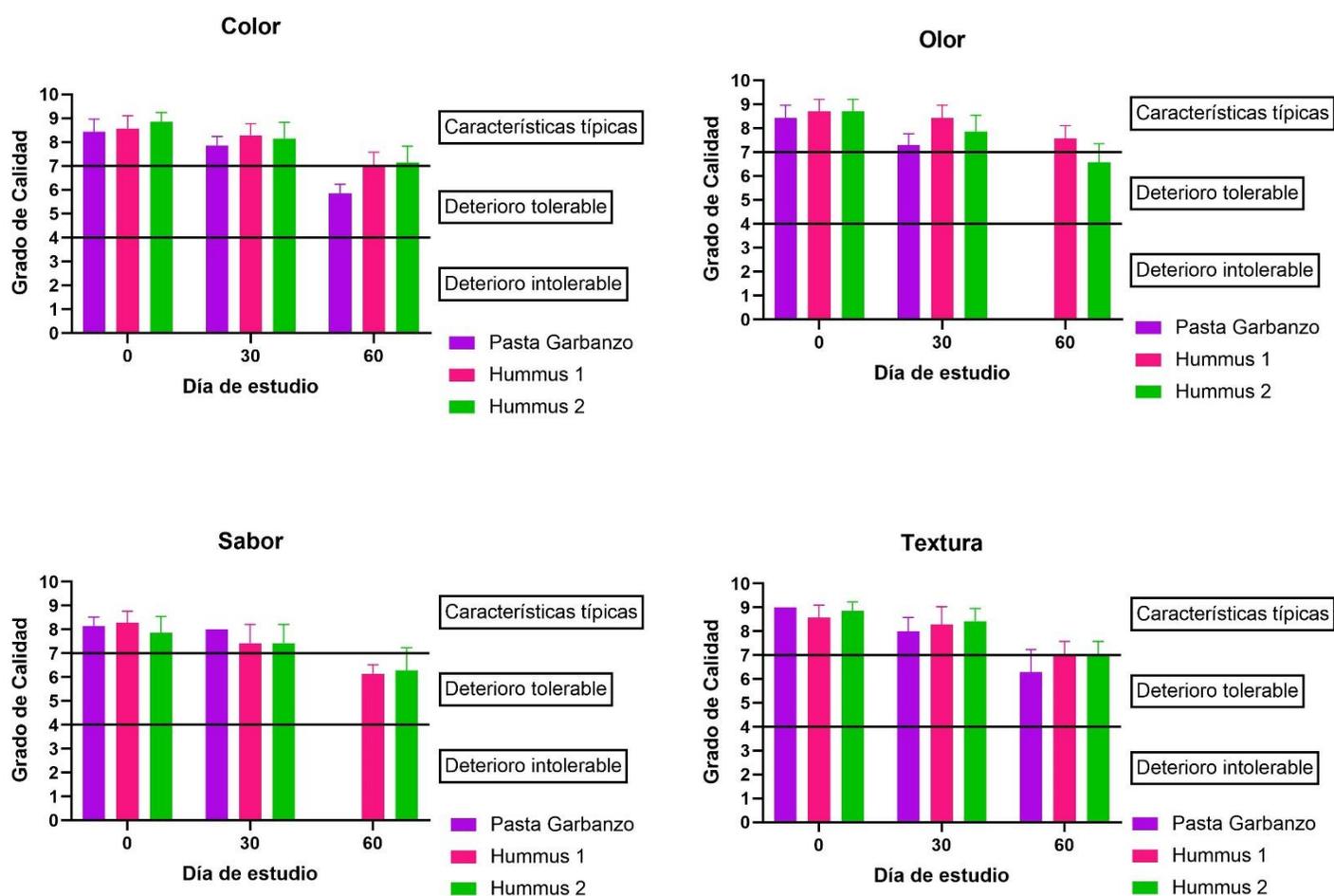


Figura N°12: Gráficos análisis sensorial pasta de garbanzo.

En síntesis, todos los estudios realizados en este apartado concluyen la necesidad urgente de implementar medidas higiénicas y sanitarias estrictas para disminuir el riesgo que representa la presencia de los microorganismos patógenos para salud en la población. Los niveles altos de contaminación observados en los análisis microbiológicos de materias primas, superficies y la corta duración de los productos terminados pueden ser explicados por la deficiencia en los protocolos de desinfección y procedimientos de limpieza (Costa et al., 2016; Touimi et al., 2019). Dado esto, se buscó la forma de asegurar la calidad de los alimentos implementando un manual y plan de limpieza y desinfección que coayude lo que en conjunto con las BPM reducen al mínimo el peligro de contaminación y aseguraría la inocuidad del producto (Bastías et al., 2013).

5.4 ELABORACIÓN DE MANUAL DE BPM

Ya con la lista de verificación realizada y los resultados de esta obtenidos, se analizaron los puntos débiles entregados y los aspectos a mejorar en la planta, partiendo así en la creación e implementación de un Manual de Buenas Prácticas. Este manual se creó con el objetivo de dar a conocer en forma clara y precisa la

implementación de las BPM con la intención de más adelante poder implementar el sistema HACCP en la planta de producción, en este caso para poder realizar dentro del margen del Reglamento Sanitario de los Alimentos la elaboración del aderezo de cohayuyo y la pasta de garbanzo siendo aplicable a todas las etapas involucradas en la elaboración de alimentos desde la recepción de la materia prima hasta el producto terminado.

El primer punto que aborda este manual son las “Buenas prácticas personales” en la cual describe cómo debe abordarse la higiene en manipuladores y en los lugares donde este trabaja, por ejemplo: el cómo y cuándo lavarse las manos, la vestimenta que el personal debe llevar, los malos hábitos que hay que evitar, la salud del personal, preparación para el puesto de trabajo. También se aborda el punto de almacenamiento de los diferentes productos que llegan a la planta, las condiciones en caso de que sea a temperatura ambiente, en cámaras refrigeradas o congelados.

Además, se encuentra el punto “Orden y Limpieza de equipos e implementos”, donde se describe la norma general de orden y limpieza, sus criterios básicos, la actitud de cada integrante de la empresa para luchar contra las plagas y la actitud que deben tomar los manipuladores en la elaboración y conservación de las comidas.

El manual de BPM (Figura N°13) consta de 21 Procedimientos Operacionales Estandarizados (SOP) y 11 Procedimientos Operacionales Estandarizados de Sanitización (SSOP), los que son nombrados y descritos a continuación:

SOP N°1 - Mantenimiento Preventivo de Equipos: Asegura el funcionamiento adecuado de los equipos mediante la ejecución de mantenimientos preventivos que garanticen el buen funcionamiento de estos. Este programa es aplicado a los equipos utilizados en cocina y su frecuencia varía según el equipo y lo establecido en los programas de mantenimiento preventivo.

SOP N°2 - Manejo de Termómetro: El manejo higiénicamente correcto de termómetros operativos, se realiza cada vez que es necesario un control de temperatura.

SOP N°3 - Manejo de Balanzas: El manejo higiénicamente y correcto de todas las balanzas utilizadas en la operación. Su frecuencia es cada vez que sea necesario un control de peso.

SOP N°4 - Recepción de Materias Primas: Controla que las materias primas cumplan con los estándares de calidad comprometidos con el cliente, los requisitos legales y de la organización. Esto va dirigido a todas las materias primas de origen alimenticio que se utilizan en la planta.

SOP N°5 - Almacenamiento de Alimentos Perecibles: Las condiciones de almacenamiento deben ser óptimas para las distintas materias primas de acuerdo a las disposiciones legales, las definidas por el cliente y la organización. Este SOP va dirigido al manejo de las Materias primas perecibles.

SOP N°6 - Almacenamiento de Alimentos No Perecibles: Las condiciones de almacenamiento de las materias primas no perecibles deben ser óptimas para las distintas materias primas de acuerdo a las disposiciones legales,

las definidas por el cliente y la organización.

SOP N°7 - Limpieza y Desinfección de Frutas y Verduras: Su finalidad es lograr la correcta limpieza y desinfección de todas las frutas y verduras utilizadas.

SOP N°8 - Limpieza y Desinfección de Enlatados: Se busca una correcta limpieza y desinfección de todos los alimentos enlatados y desinfección de envases. Va enfocado a todas las conservas en lata de alimentos y envases de plástico que se pueda aplicar alcohol 70%.

SOP N°9 - Desinfección de Envases: Su objetivo es la correcta desinfección de envases de productos preelaborados perecibles (cecinas, lácteos, frutas y verduras preelaboradas).

SOP N°10 - Evaluación Organoléptica: Controla los aspectos organolépticos (color, olor, sabor y textura) de las preparaciones elaboradas en la planta de alimentos.

SOP N°11 - Control de Gramajes: Según el contrato con el cliente, se debe controlar los gramajes de las preparaciones. Esto se realiza de forma diaria tomando como base la tabla de gramajes que está especificado previamente.

SOP N°12 - Recolección y Eliminación de Muestras de Referencia: Para todas las preparaciones realizadas en la planta se debe indicar el manejo, recolección y/o eliminación adecuada de las muestras de referencias.

SOP N°13 - Control de Vidrios, Plásticos, Cerámicos Quebrados: Este programa describe la prevención de la contaminación física proveniente de vidrios, cerámicas y plásticos, que puedan afectar la inocuidad de los alimentos. Esto es aplicable a todas las áreas de la planta de producción que se encuentren vidrios, cerámicas o plásticos.

SOP N°14 - Verificación del Agua Utilizada: Realizar estudio microbiológico e indicar el estado microbiológico del agua utilizada. Este POE es aplicable al agua utilizada en los procesos de preparación de alimentos.

SOP N°15 - Reclamo de Clientes: Se busca entregar una respuesta oportuna y clara al cliente frente a un reclamo, oportunidad de mejora (sugerencia) o felicitación.

SOP N°16 - Calibración de Termómetros: Verifica el grado de cumplimiento al programa de calibración y estado de funcionamiento de los termómetros utilizados en las diferentes áreas del proceso, tales como bodega, producción y distribución.

SOP N°17 - Calibración de Balanzas: Su fin es verificar el grado de cumplimiento al programa de calibración y estado de funcionamiento de las balanzas de trabajo (utilizadas en las diferentes áreas del proceso)

SOP N°18 - Control de Mermas: Para cumplir con el control de costo, se creó este SOP para que existiese un control en las mermas producidas durante el proceso (ya sea por sobrantes o por eliminación de productos por

disminución o pérdida de calidad).

SOP N°19 – Capacitación: Este programa indica que todo personal que opera en la planta debe ser instruido para las diferentes tareas que se les puede encomendar (limpieza, sanitización, etc). O también se puede utilizar como la instancia de analizar un tema de calidad en particular, esto se puede realizar a través de charlas, talleres o capacitaciones formales.

SOP N°20 – Trazabilidad: Seguimiento de la cadena productiva con el fin de identificar los ingredientes y las condiciones de elaboración de los productos, con el fin de minimizar los problemas sanitarios que traería en caso de verse en riesgo la inocuidad del alimento.

Se debe identificar el producto terminado con un número de lote y con información de las materias primas, insumos y materiales de empaque para ser identificado rápidamente en caso de un recall.

SOP N°21 – Control de Proveedores: Este programa permite garantizar que las materias primas insumos y envases cumplen con las especificaciones técnicas establecidas. Contiene un listado de proveedores (detallando los productos que se les compra, por ejemplo, materias primas o material de envasado).

SSOP N°1 – Potabilidad del Agua: Su objetivo es cumplir con los parámetros establecidos para la calidad del agua utilizada para consumo humano, elaboración y limpieza de alimentos, también para la limpieza y sanitización de equipos e instalaciones controlando de forma periódica el cloro libre.

SSOP N°2 - Higiene de las Instalaciones: Describe las actividades de limpieza y desinfección que deben ser realizadas en las distintas áreas de la planta. El personal es capacitado para que los procesos de limpieza y desinfección sean de manera óptima con el fin de minimizar el riesgo de contaminación cruzada y mantener la inocuidad de los productos preparados.

SSOP N°3 – Limpieza y Desinfección de Pisos: Se describen las actividades de limpieza y desinfección que se deben efectuar en las diferentes áreas de la planta. De igual manera que el SSOP anterior, el personal debe ser capacitado en estos procesos para evitar el riesgo de contaminación.

SSOP N°4 – Limpieza y Desinfección de Superficies: Se detallan las actividades de higiene y desinfección que se realizan en distintas superficies.

SSOP N°5 – Limpieza y Desinfección de Vajillas y Utensilios Menores: Habla de las actividades de limpieza y desinfección que se deben realizar en vajillas y utensilios.

SSOP N°6 – Higiene y Desinfección de Equipos: Detalla las actividades de limpieza y desinfección que se efectúan en los equipos de uso para la elaboración del producto.

SSOP N°7 – Higiene y Salud del Personal: Este SSOP asegura que quienes tienen contacto directo o indirecto con los alimentos no tengan probabilidades de contaminar los productos alimenticios, manteniendo un grado

apropiado de aseo personal, y manteniendo un comportamiento adecuado en la zona de trabajo.

SSOP N°8 – Control de Plagas: Las instalaciones deben mantenerse en buenas condiciones para impedir el acceso de las plagas y eliminar lugares de reproducción. Para ello este SSOP tiene como finalidad es reducir la población de plagas en la planta a niveles lo más cercanos a cero con el fin de evitar la contaminación de los alimentos por contacto con vectores y así provocar enfermedades.

SSOP N°9 – Manejo y Disposición de Residuos: La planta debe disponer de sistemas sanitarios adecuados para la recolección, almacenamiento y evacuación de todos los desechos para que no representen una amenaza de contaminación para los productos en todas las etapas de elaboración.

SSOP N°10 – Manejo de Productos Químicos: Indica las directrices para un correcto manejo de productos químicos (rotulación, almacenamiento, uso) de tal manera que no sean un peligro de contaminación cruzada para los alimentos. Detalla las condiciones para ser recepcionado el químico (revisión de etiqueta, el envase original, que no venga con indicios de que fue abierto previamente), el almacenamiento (que debe ser en una bodega separada del resto de los insumos, envases o alimentos), por lo mismo estos deben mantenerse con llave y sólo con acceso restringido. Importante tener la ficha técnica y de seguridad de los productos químicos.

SSOP N°11 - Prevención de Contaminación Cruzada: El SSOP determina las acciones a llevar en práctica por los empleados para prevenir la contaminación cruzada. Esto involucra a todas las operaciones en las que exista manipulación, distribución, transporte, almacenamiento de materias primas o alimentos elaborados.

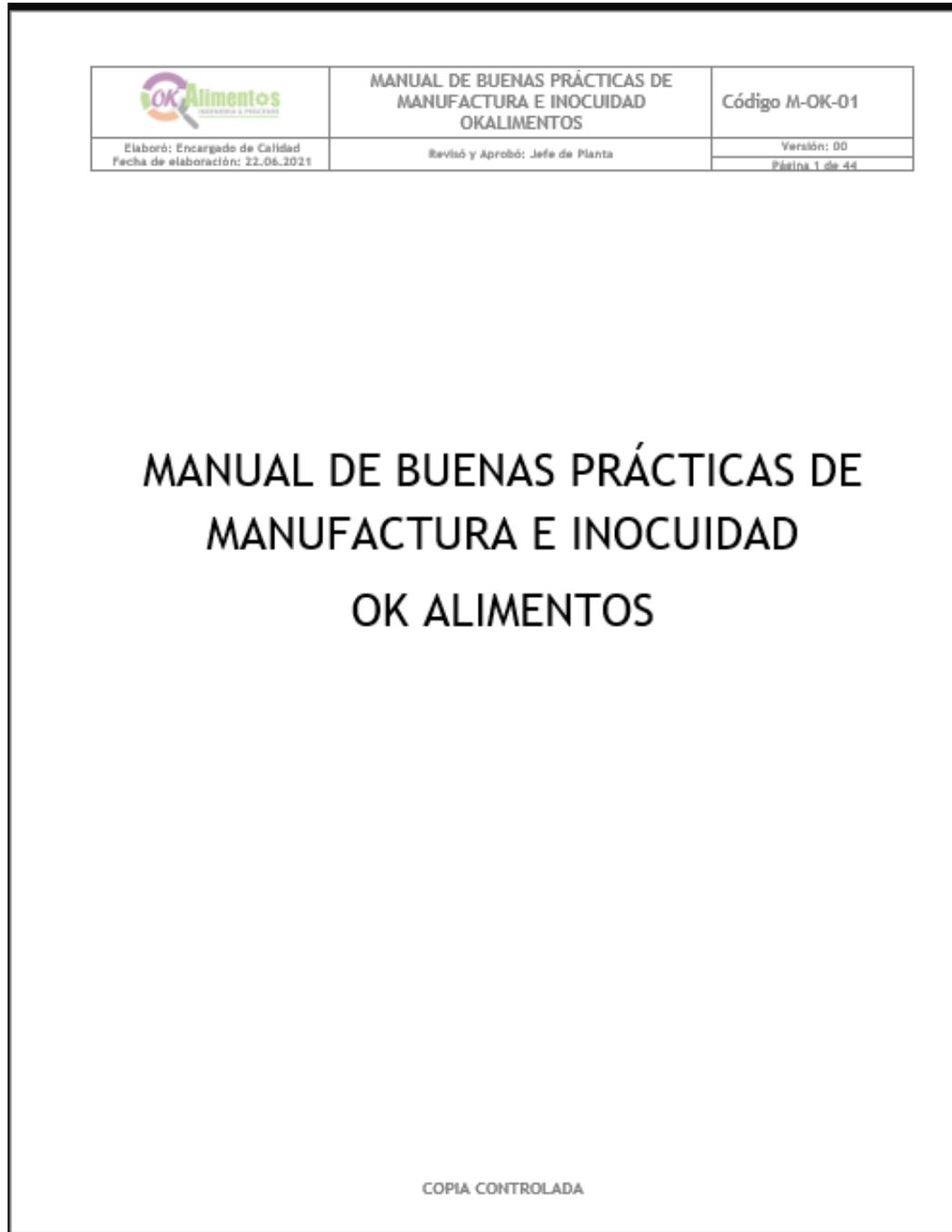


Figura N°13: Manual de BPM elaborado en la planta de OKAlimentos.

Además, se crearon los registros los cuales no existían previo a la evaluación de las BPM, además de realizarse las capacitaciones respectivas al personal en relación con este mismo manual creado, la limpieza e higiene, llenado de registros, cuáles son y cada cuánto tiempo debe ejecutarse todo esto.

5.5 EVALUACIÓN FINAL EN EL ÁREA DE PROCESOS DONDE SE ELABORA LA PASTA DE GARBANZO Y EL ADEREZO DE COCHAYUYO.

Se repitió la evaluación con la lista de chequeo de BPM para poder verificar si la implementación de las BPM fue favorable para la planta y así poder comparar estos resultados con los obtenidos inicialmente. La evaluación consistió en otorgar puntajes, de la misma forma que está descrita en el punto 5.2 de Materiales y Métodos y que fue también aplicada para la valoración de la lista de chequeo en la sección 6.1 de este apartado, obviamente en esta segunda evaluación (Figura N°14) se dio mayor énfasis a los factores críticos y a los parámetros que obtuvieron un bajo puntaje en la primera evaluación.

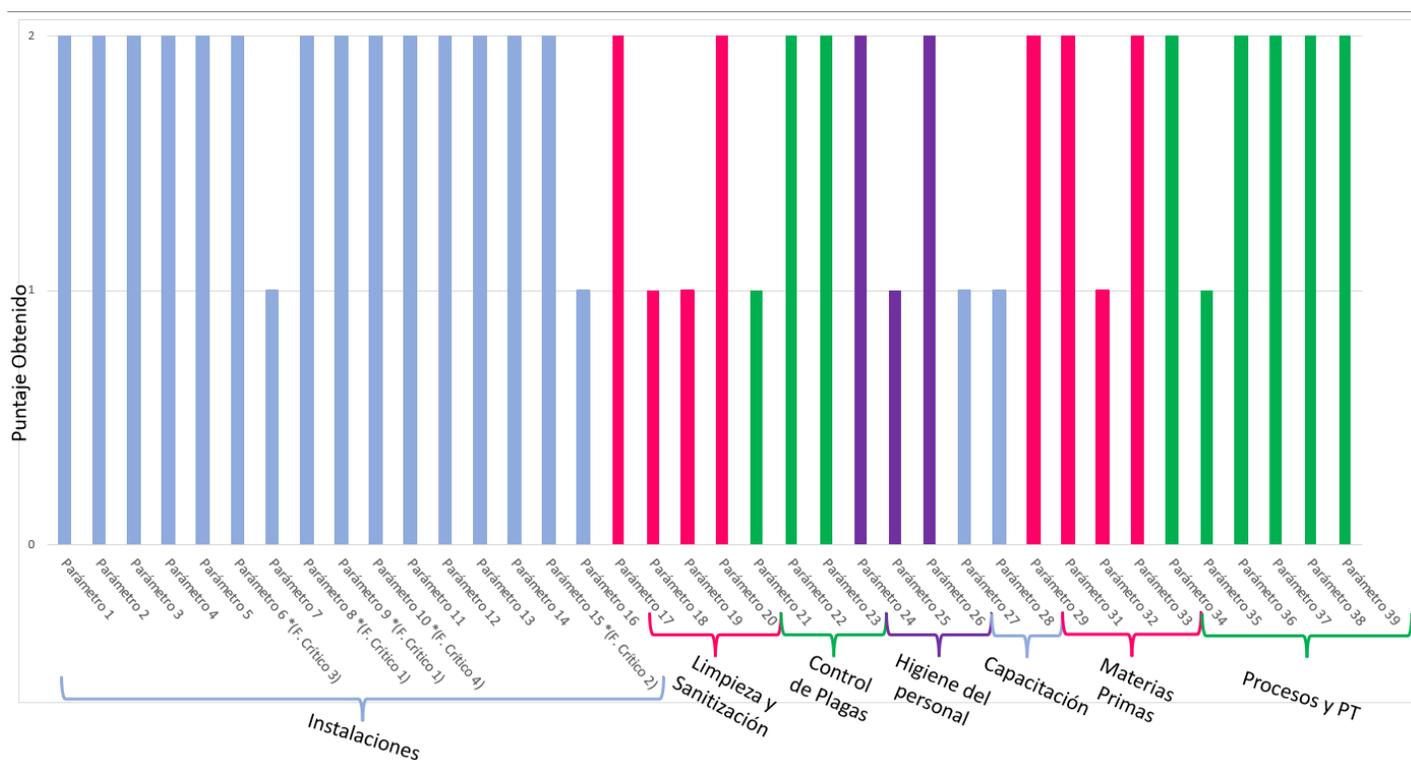


Figura N°14: Gráficos de la evaluación posterior a la implementación de BPM de los 7 puntos indicados por el “Instructivo Aplicación Lista de Chequeo BPM”. El parámetro N°30 fue omitido de este gráfico ya que no aplica en este caso.

Iniciando esta nueva prueba con la sección de “Infraestructura, Dependencias e Instalaciones” las mejoras comenzaron en el parámetro N°1 (Los pisos y paredes se encuentran en buen estado de conservación, son materiales impermeables, lisos, no absorbentes, lavables y atóxicos) que de obtener 1 punto al inicio subió a 2 en la segunda evaluación, debido a que inicialmente los pisos presentaban pequeñas grietas las cuales fueron reparadas, cumpliéndose lo indicado en el Artículo 25 letra a) del RSA “los pisos, se construirán de materiales impermeables, no absorbentes, lavables, antideslizantes y atóxicos; no tendrán grietas y serán fáciles de limpiar”. De igual manera, el parámetro N°5 (Las superficies de trabajo y los equipos que entran en contacto directo con los alimentos se encuentran en buen estado de conservación) también obtuvo un puntaje de 1 al

inicio y posteriormente logro un puntaje de 2, ya que se observaron en la primera evaluación que algunos materiales (utensilios) principalmente se encontraban en malas condiciones por su uso en el tiempo, por ejemplo, cuchillos en mal estado que ya no presentaban filo para poder cortar y lo que más se repitió fueron las tablas de picar que ya se encontraban en malas condiciones por demasiado uso, causando desprendimientos de material particulado. Es por esto, que se aconsejó el cambio de materiales por unos nuevos, obteniéndose de esta forma una mejora en este parámetro, y así cumpliéndose el mismo Artículo mencionado anteriormente, pero la letra h) “los materiales de revestimiento aplicados a las superficies de trabajo y a los equipos que pueden entrar en contacto directo con los alimentos, no deberán ceder sustancias tóxicas o contaminantes a los alimentos, modificando los caracteres organolépticos y de inocuidad”.

El parámetro N°7 (Acredita registros de las mantenciones preventivas de las instalaciones, equipos y utensilios) inicialmente no logró un puntaje debido a la falta de registros de las mantenciones y aunque a simple vista se veían los equipos y los materiales ocupados en buenas condiciones y limpios, no pasaban en su gran mayoría las pruebas microbiológicas incumpliendo el Artículo 38 del RSA “Los establecimientos, sus equipos, utensilios y demás instalaciones incluidos los desagües, deberán mantenerse en buen estado, limpios y ordenados”. Posterior a la implementación de las BPM, se notó un cambio partiendo por el uso y llenado de registros correspondientes, además de realizar las respectivas mantenciones y como se dijo en el párrafo anterior, algunos utensilios presentaban características defectuosas, por lo que se sugirió el cambio de estos, es por esto que se otorgó un puntaje de 1 en la segunda evaluación realizada.

Anteriormente, los parámetros N°16 (Los equipos de frío cuentan con sistema de control de temperatura y sus correspondientes registros), N°17 (Existe un programa escrito de limpieza y sanitización (preoperacional y operacional)), N°18 (Los registros generados son coherentes con lo especificado en el programa) y N°19 (Se adoptan las medidas necesarias para evitar la contaminación de los equipos después de limpiarse y desinfectarse) obtuvieron cero puntos, pero al término de la implementación sólo el parámetro 17 logró los 2 puntos, mientras que los restantes sólo lograron 1, de todas maneras esto se considera como un avance importante especialmente en el ítem “Limpieza y Sanitización” (que involucra los puntos 17, 18 y 19). El parámetro N°16 logró cumplir con lo indicado en el Artículo 37 del RSA “Los establecimientos de alimentos en que se mantengan, almacenen o exhiban alimentos o materias primas, que precisen de frío para su conservación deberán contar con refrigeradores, vitrinas refrigeradas o cámaras frigoríficas según corresponda, además estos equipos deberán estar provistos de un termómetro o de un dispositivo para el registro de su temperatura”, la única falencia es que el personal el cual fue capacitado para la toma de temperatura de los equipos de frío olvidaba registrar esta información, es decir, habían días donde solamente se había tomado la temperatura en la mañana, pero no la de la tarde, por lo que nuevamente se les recordó la importancia de realizar este punto cosa de crear un hábito en ellos.

Los parámetros de “Limpieza y Sanitización” mejoraron ya que se implementaron los documentos y registros respectivos a todo lo que tiene relación con los programas de sanitización y limpieza, también se realizaron capacitaciones en técnicas de limpieza y desinfección. Además, se mejoró en el orden de los productos y los materiales a utilizar con el objetivo de mantenerse protegidos y evitar contaminaciones con químicos o detergentes al momento de realizar la limpieza, cumpliendo con los Artículos 41 al 43 del RSA.

El parámetro N°24 (Existe un programa de higiene del personal y sus registros correspondientes) se cumplió en totalidad debido a la creación de un programa de higiene sumado al instructivo de lavado de manos que ya estaba previamente realizado (como recordatorio constante y avalando lo que dice el Artículo 55 “El personal que manipula alimentos deberá lavarse siempre las manos cuando su nivel de limpieza pueda afectar la inocuidad de los alimentos, antes de iniciar el trabajo, inmediatamente después de haber hecho uso de los servicios higiénicos, después de manipular material contaminado y todas las veces que sea necesario”) y los registros asociados a este documento.

Así mismo, se intensificaron los controles de limpieza personal previos al inicio de las actividades en la planta, de tal manera que el personal a una determinada hora era revisado para ver si tenían ropa protectora adecuada, además de llevar cofia bien puesta para que cubra todo el cabello y mascarilla, se revisaban también para verificar el no uso de objetos de adorno (como anillos) y si las uñas de los trabajadores se encontraban cortas, limpias y sin barniz (Dudeja et al., 2017; Reta et al., 2021). Todo es esto en base al Artículo 56 del RSA “Los manipuladores deberán mantener una esmerada limpieza personal mientras estén en funciones debiendo llevar ropa protectora, tal como: cofia o gorro que cubra la totalidad del cabello, y delantal. Estos artículos deben ser lavables, a menos que sean desechables y mantenerse limpios. Este personal no debe usar objetos de adorno en las manos cuando manipule alimentos y deberá mantener las uñas de las manos cortas, limpias y sin barniz”. De todas maneras, se mantuvieron la toma de muestras a manipuladores para el control mensual microbiológico, el cual aportaba y apoyaba que las condiciones de los manipuladores fuera la más inocua al momento de desarrollar el trabajo (Lee et al., 2017).

Con respecto a la sección de “Capacitación”, los parámetros N°27 (Existe un programa escrito y con sus registros correspondientes de capacitación del personal en materia de manipulación higiénica de los alimentos e higiene personal) y N°28 (Existe un programa escrito de capacitación del personal de aseo en técnicas de limpieza y sus registros correspondientes) los cuales de 0 puntos iniciales en esta nueva evaluación obtuvieron 1 punto cada uno debido a la implementación de capacitaciones formales con respecto a las técnicas de limpieza, desinfección, llenado de registros y capacitación al personal con respecto a la manipulación y a los procesos que son realizados en la planta.

El parámetro N°31 (Existen registros de controles de las materias primas (características organolépticas, temperatura, condiciones de envase, etc.)), perteneciente al ítem “Materias Primas” tuvieron un avance positivo posterior a la implementación de las BPM, lo cual cumple con lo indicado en el Artículo 61 del RSA “En la elaboración sólo deberán utilizarse materias primas e ingredientes en buen estado de conservación, debidamente identificados, exentos de microorganismos o sustancias tóxicas en cantidades superiores a las aceptadas en este reglamento u otras materias extrañas”. Se comenzó a hacer un control de las materias primas al momento de llegar a la planta, se tomó la temperatura, se revisaron los productos por si presentaban alguna anomalía (tanto en producto como en el envase) (PAHO, 2015) y se realizaron los análisis microbiológicos respectivos según lo indicado en el artículo 173 en el RSA.

Finalmente, en el ítem “Procesos y Productos Terminados” el único parámetro pendiente era el N°35 (Se cuenta con procedimientos escritos de los procesos (formulación del producto, flujos de operación, procesos

productivos)) el cual obtuvo 1 punto en esa nueva evaluación a diferencia de los 0 puntos en la primera prueba. Se comenzaron a escribir los procedimientos de los procesos, creando el diagrama de flujo y la formulación de los productos. También, se conversó con respecto al orden en el flujo de todo lo que conlleva a la realización del producto (flujo de materias primas y del personal) con el fin de evitar la contaminación cruzada y garantizar un producto inocuo, obviamente todo esto con sus registros respectivos (Artículo 11 y 63 del RSA).

Con respecto a los 4 factores críticos, estos se cumplieron completamente en un 100% (Tabla N°14), ya que se mejoraron los dos factores que lograron 1 punto en la primera evaluación, las cuales eran el parámetro N°10 (Los servicios higiénicos del personal se encuentran sin conexión directa con las zonas de preparación de alimentos, y al igual que vestuarios en condiciones de higiene y operación) que corresponde al Factor crítico N°4 “Servicios Higiénicos de los Manipuladores” y el parámetro N°15 (Se adoptan las medidas necesarias para la disposición adecuada y retiro oportuno de los desechos, de manera que no se acumulen en zonas de manipulación de alimentos, ni constituyan focos de contaminación) correspondiente al Factor crítico N°2 “Manejo de Residuos Sólidos”. El primero, logró puntaje máximo por la instalación de agua caliente en planta y en los baños, mientras que el segundo se implementó un pequeño paso que permitiera el retiro de los desechos diarios sin pasar por dentro de la planta como era anteriormente. Estas mejoras permitieron que la planta cumpla con el nivel de logro de las BPM ya que cumple con los 4 factores críticos y tiene el porcentaje de cumplimiento sobre el 70%.

Tabla N°14: Factores críticos de la lista de verificación BPM y porcentaje de cumplimiento en la planta de elaboración

Factor Crítico	Ptje Obtenido	% de cumplimiento
1 “Abastecimiento de Agua Potable” (Parámetro 8 y 9)	4	100
2 “Manejo de Residuos Sólidos” (Parámetro 15)	2	100
3 “Disposición de Residuos Líquidos” (Parámetro 6)	2	100
4 “Servicios Higiénicos de los Manipuladores” (Parámetro 10)	2	100

Culminando esta segunda evaluación se observó una mejora en la gran mayoría de los parámetros evaluados a diferencia de la evaluación inicial (Figura N°15) obteniéndose un puntaje de 66 puntos de un total de 78, el cual equivale al 84,62% de los parámetros cumplidos versus el 64,10% de lo logrado en la evaluación previa a la implementación de las BPM.

Todos los ítems lograron un porcentaje de cumplimiento mayor al 70% excepto el ítem de “Capacitación”, de igual manera fue la sección que obtuvo una mayor mejora debido a que subió de un 0% a un 50% de cumplimiento en esta segunda evaluación. Esto se logró puntualmente por el inicio de las capacitaciones formales, acompañado de sus respectivos registros quedando pendiente los programas escritos, los cuales se dejaron como parte de la planificación del año 2022.

El único ítem que no sufrió cambio fue el de “Control de Plagas” donde conservó el mismo porcentaje de cumplimiento (83,33%) ya que a la fecha no se había realizado el programa escrito de control de plagas y sólo mantenían los documentos entregados por la empresa externa que realizaban este servicio. De todas maneras, sólo quedó pendiente el programa escrito que al igual que el programa de capacitación, son considerados como parte de la planificación del año 2022.

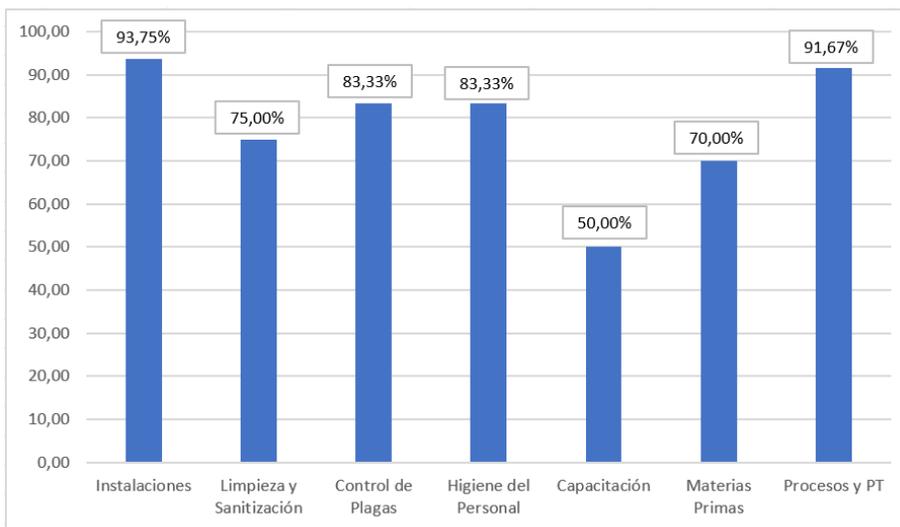


Figura N°15: Gráfico de porcentaje de cumplimiento de los 7 parámetros evaluados por la lista de verificación del MINSAL

5.6 EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MATERIAS PRIMAS, MANIPULADORES, SUPERFICIES, AMBIENTES, Y EL PRODUCTO TERMINADO POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN DE BPM

Se evaluaron nuevamente los productos terminados y sus respectivas materias primas. En la Tabla N°15 se puede observar la disminución de la mayoría de los parámetros microbiológicos en comparación con los resultados obtenidos previos a la implementación de BPM. En primer lugar, el cochayuyo al inicio de este estudio tuvo como valor promedio de RAM de $4,0 \times 10^5$ UFC/g, el cual no cumplía con los parámetros indicados por el SERNAPESCA ($m: 10^5$; $M: 5 \times 10^5$; $c = 2$), mientras que luego de la implementación el resultado promedio fue de $2,4 \times 10^3$ UFC/g encontrándose dentro de los valores permitidos. Esto puede deberse a que posterior al estudio de las BPM se decidió agregar el punto de lavado completo de la materia prima para reducir la carga microbiana inicial y no sólo hacer el remojo, por lo que se puede deducir que un lavado, más el posterior remojo y cocerse en una olla a presión, permitió una mayor eliminación de microorganismos, de tal manera que llegara a estos valores (Zander & Bunning, 2010; Fabbri & Crosby, 2016; MAGyP, 2021). Lo mismo ocurre con los valores obtenidos del análisis de mohos y levaduras, los cuales fueron de $2,4 \times 10^1$ UFC/g y 6 UFC/g respectivamente. Se observó una notable disminución de los mohos en comparación con su valor inicial, que fue de $7,3 \times 10^2$ UFC/g el que en ese momento incumplía con lo establecido en el manual para ese parámetro ($m: 10^2$; $M: 10^3$; $c = 2$). En el análisis de levaduras, todos sus valores se encuentran bajo del margen de “m”, aunque tuvo un pequeño aumento en la cantidad de colonias.

Como se dijo anteriormente, el proceso de secado es fundamental en el alga, pero posterior a la implementación de las BPM y aunque se haya apreciado una disminución de la carga microbiana, el problema aún radica en que el secado del cochayuyo es directamente al sol. Una propuesta que puede ser sugerida para los proveedores de esta materia prima es usar otro método de secado tales como el secado de aire caliente donde este tipo de secado ya ha sido usado en varios estudios en el área de tecnología de alimentos principalmente enfocado a vegetales, frutas, cereales y también algunos productos marinos (Uribe et al, 2019).

Otra disminución en la cantidad de microorganismos se observó en los garbanzos, donde el cantidad de levaduras previo a la implementación fue de $7,8 \times 10^3$ UFC/g sobrepasando los valores permitidos en el punto 14.7 “Frutas y Verduras Disecadas o Deshidratadas” del RSA ($m: 10^2$; $M: 10^3$; $c = 2$), a diferencia del segundo estudio, donde el valor promedio de este mismo microorganismo fue de $1,6 \times 10^2$ UFC/g, considerando que de las 5 muestras estudiadas 2 se encontraban entre los valores de “m” y “M” cumpliéndose el requerimiento de $c = 2$. Al igual que en el caso del cochayuyo, se agregó al proceso de preparación el lavado previo de esta materia prima y con agua nueva se realizó el remojo. En ambos casos también hay que mencionar que estas materias primas fueron revisadas al momento de llegar a la empresa, por lo que se evaluó el estado no sólo microbiológico, sino también físico (revisión de envases o los paquetes que los envolvían) para poder recién ser ingresados a la planta para su uso en la preparación del producto terminado. Ambas acciones permitieron disminuir la carga microbiana inicial de estas materias primas (Zander & Bunning, 2010; PAHO, 2015; Fabbri & Crosby, 2016; MAGyP, 2021).

Al principio del estudio, la cantidad de mohos en el ajo sobrepasó la capacidad de poder realizar un conteo (> 300 UFC/g) por lo que no se pudo dilucidar si la cantidad de bacterias que ésta poseía se encontraba o no dentro de los márgenes permitidos por el RSA ($m: 10^4$; $M: 10^5$; $c = 2$), pero al realizar el segundo análisis los ajos analizados tuvieron un recuento de mohos promedio de $1,2 \times 10^2$ UFC/g siendo un valor aceptable para el Reglamento Sanitario. En relación con esta misma materia prima, el valor promedio de RAM posterior a la implementación de BPM fue de $2,5 \times 10^4$ UFC/g, el cual tuvo un pequeño aumento, el cual no es significativo con respecto al valor obtenido en la evaluación inicial ($1,8 \times 10^4$ UFC/g). De todas maneras, esta situación no influye en la inocuidad del producto debido a que en ambos casos cumple con los rangos permitidos en el RSA (para este grupo exige que el recuento sea entre $m: 10^6$ y $M: 10^7$).

Con respecto al caldo de verduras, garam masala y tahine también presentaron una disminución en la carga microbiana, aunque inicialmente se encontraban dentro de los parámetros que establecía del RSA para ellos, de igual manera los microorganismos estudiados presentaron una tendencia a la baja. Esto nuevamente puede ser por los cambios realizados por la implementación de BPM que involucra la revisión de la materia prima antes de ingresar a la planta y las condiciones de limpieza donde se realiza este proceso (Bastidas et al., 2013; Mayorga, 2021).

Los productos terminados no presentaron variación entre un análisis y otro cumpliendo en ambos casos lo requerido en el RSA.

Tabla N°15: Resultados obtenidos de las materias primas y el producto terminado posterior a la elaboración de manual de BPM

Materia Prima	Análisis Microbiológicos	Promedio (UFC/g o ml)	Cumplimiento (según RSA)
Cochayuyo N=5	RAM	2,3 x 10 ³	Cumple
	Mohos	2,4 x 10 ¹	Cumple
	Levaduras	6,0	Cumple
	<i>L. monocytogenes</i>	Ausencia	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 25 g	Ausencia	Cumple
Agua purificada N=5	RAM	1,4 x 10 ¹	Cumple
	<i>E. coli</i> en 100 ml	< 10	Cumple
Limón Natural N=5	<i>E. coli</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 25 g	Ausencia	Cumple
Garbanzos N=5	Mohos	6,0	Cumple
	Levaduras	1,6 x 10 ²	Cumple
	<i>E. coli</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 50 g	Ausencia	Cumple
Perejil N=5	<i>E. coli</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 25 g	Ausencia	Cumple
Caldo de Verduras N=5	RAM	1,7 x 10 ²	Cumple
	Mohos	< 10	Cumple
	<i>C. perfringens</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 50 g	Ausencia	Cumple
Ajo N=5	RAM	2,5 x 10 ⁴	Cumple
	Mohos	1,2 x 10 ²	Cumple
	<i>C. perfringens</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 50 g	Ausencia	Cumple
Garam masala N=5	RAM	4,8 x 10 ²	Cumple
	Mohos	< 10	Cumple
	<i>C. perfringens</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 50 g	Ausencia	Cumple
Tahine N=5	RAM	3,0 x 10 ³	Cumple
	Mohos	6,0	Cumple
	<i>C. perfringens</i>	< 10	Cumple
	<i>Salmonella</i> en 50 g	Ausencia	Cumple

Producto Terminado	Análisis Microbiológicos	Promedio (UFC/g)	Cumplimiento (según RSA)
Aderezo de Cochayuyo N=10	Mohos	< 10	Cumple
	Levaduras	< 10	Cumple
Pasta de Garbanzo N=10	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia	Cumple
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia	Cumple
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Ausencia	Cumple
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Ausencia	Cumple

El análisis comparativo de los resultados (Tabla N°20, anexo N°10.6) indica que los valores de RAM y mohos en el cochayuyo disminuyeron en un 99,40% y un 96,70%, respectivamente, con diferencias significativas entre los valores obtenidos pre y post implementación de BPM. También se observaron diferencias significativas ($p < 0,0001$) en el recuento de levaduras en los garbanzos, donde el valor posterior a la implementación de las BPM fue 97,91% menor que el valor determinado previo a la implementación de BPM. Los resultados de mohos en el ajo, RAM en garam masala y RAM en tahine luego de la implementación de las BPM, también mostraron diferencias estadísticamente significativas respecto de su valor inicial.

Por otra parte, se realizaron nuevamente análisis a los mismos 4 manipuladores de la planta que fueron evaluados inicialmente, dando de igual manera ausencia de *E. coli* y *S. aureus* en sus manos y ausencia de *S. aureus* en muestras nasofaríngeas de todo el personal (Tabla N°16).

Tabla N°16: Análisis de manipuladores para verificar ausencia o presencia de microorganismos patógenos posterior a la implementación de BPM.

	Manos		Nasofaríngeo
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i>
Manipulador 1	Negativo	Negativo	Negativo
Manipulador 2	Negativo	Negativo	Negativo
Manipulador 3	Negativo	Negativo	Negativo
Manipulador 4	Negativo	Negativo	Negativo

A las 20 superficies analizadas al inicio, nuevamente se les evaluaron sus parámetros microbiológicos, lográndose disminuir la cantidad de microorganismos presentes en superficies, equipos o materiales que se utilizan y/o que entran en contacto con la materia prima o con el producto terminado, esto coincide con el aumento del 25% al 75% en el ítem “Limpieza y Sanitización” en la lista de chequeo (Figura N°5 y Figura N°15 respectivamente), quedando demostrado que la implementación de BPM mejora las condiciones de limpieza, esto gracias a las diversas capacitaciones y al compromiso de limpieza de cada integrante del personal (Bravo & Tello, 2015; Mayorga, 2021).

Hay algunos puntos que aún están pendientes de mejorar que son las superficies que se encuentran en mayor

observación hasta el momento, de todas maneras, existió una disminución en los recuentos de microorganismos en el segundo estudio. En la Figura N°16, el mayor porcentaje se concentró en una limpieza “Buena” de las superficies (55%), seguido de “Regular” (25%), por otra parte, las Enterobacterias también presentaron una mejora en este segundo estudio donde la condición “Regular” fue la que obtuvo un 65% seguido de “Excelente”, la cual tuvo la mejoría de un 35%. Algunos ejemplos de ello son la esquina derecha del mesón largo en el primer estudio registró que la cantidad de RAM era > 150 UFC/25 cm², por ende, la condición higiénica era “muy mala”, pero en el segundo análisis el valor obtenido fue de $1,3 \times 10^2$ UFC/25 cm² considerándose una higiene “mala”. Lo mismo ocurrió con esta misma superficie con la medición de Enterobacterias, que inicialmente el valor de éstos fue > 10 UFC/25 cm² siendo una condición higiénica “mala”, pero posterior a la implementación de BPM pasó a ser una condición “regular”. Otra superficie que tiene la misma característica es el lavaplatos (bordes y fondo) que ambos tuvieron > 150 UFC/25 cm² de RAM y > 10 UFC/25 cm² de Enterobacterias como resultado previo a las BPM, no así después de la implementación de BPM que los bordes del lavaplatos el resultado de RAM y Enterobacterias fue de $1,4 \times 10^2$ UFC/25 cm² y $1,0$ UFC/25 cm² respectivamente correspondiendo a condiciones higiénicas “mala” y “regular”, respectivamente. De igual manera el fondo del lavaplatos en el segundo estudio obtuvo $1,4 \times 10^2$ UFC/25 cm² de RAM y $6,0$ UFC/25 cm² de Enterobacterias con las mismas condiciones higiénicas del borde de la superficie.

Dos tipos de cuchillos distintos fueron analizados antes y después de poner en marcha las BPM y presentaron la misma condición higiénica “regular” en la prueba de Enterobacterias, pero la diferencia es que aunque se hayan mantenido con la misma condición higiénica presentaron una disminución en la cantidad de microorganismos, el primer cuchillo tuvo en el primer análisis $1,0 \times 10^1$ UFC/25 cm² versus $1,0$ UFC/25 cm² en el segundo análisis y de igual manera el segundo cuchillo donde el primer resultado fue de $7,0$ UFC/25 cm² versus $1,0$ UFC/25 cm².

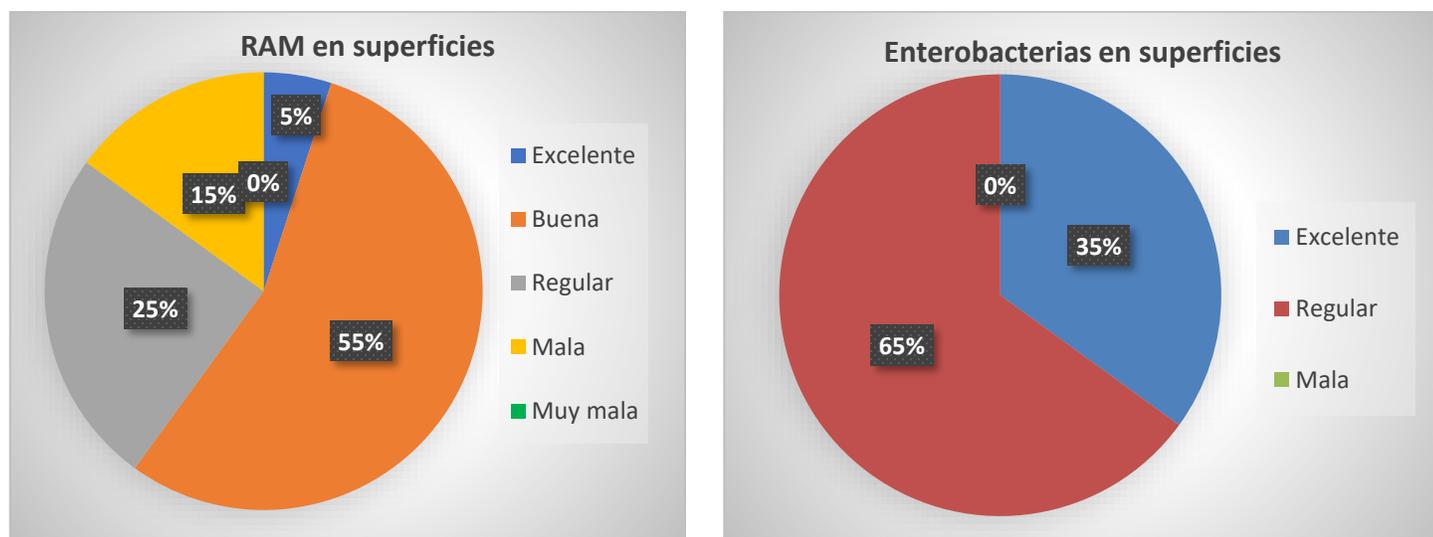


Figura N°16: Resultados obtenidos del análisis de superficies a la planta de elaboración posterior a la elaboración de manual de BPM

El análisis comparativo entre las 20 superficies antes y después de poner en marcha las BPM (Tabla N°21 del

Anexo N°10.6) y se visualizó que los resultados de la esquina izquierda del mesón largo, lavaplatos, espátula de madera, espátula plástica, tabla para picar 2, tabla para picar 3, cuchillo 1 y cuchillo 2 tienen diferencias estadísticamente significativas para RAM y enterobacterias respecto de los valores iniciales. Mientras que la parte centro del mesón largo, olla con teflón, olla metálica, bowl de mezcla, bowl cuadrado metálico, tabla para picar 1, cuchillo 3, lama entrada de planta, lama salida de planta y máquina para envasar presentan diferencias estadísticas significativas sólo para el conteo de RAM. Y finalmente, los resultados de enterobacterias del fondo del lavaplatos presentan diferencias significativas ($p < 0,0004$) respecto de su valor inicial.

En síntesis, una adecuada limpieza, un efectivo proceso de higiene y la evaluación de presencia de microorganismos patógenos y esporas son importantes elementos para asegurar la inocuidad y la calidad del producto (Touimi et al., 2019).

Por último, se repitieron los análisis ambientales a los mismos puntos de la planta evaluados anteriormente (Tabla N°17), los cuales al igual que en el caso anterior cumplen con los requisitos indicados por Wanner y colaboradores (1993), la Comisión de la Comunidad Europea el mismo año y Moragas y colaboradores el año 2019.

Tabla N°17: Resultados obtenidos del análisis de ambientes en la planta de elaboración posterior a la elaboración de manual de BPM

Ambiente	Análisis Microbiológicos	Promedio (UFC/15 min) n=3
Mesón largo (esq. Izq)	RAM	1,0
	Mohos	< 1
	Levaduras	< 1
Mesón largo (esq. Der)	RAM	2,0
	Mohos	2,0
	Levaduras	< 1
Mesón entre autoclaves	RAM	2,0
	Mohos	< 1
	Levaduras	< 1
Cocina y Marmita	RAM	2,0
	Mohos	1,0
	Levaduras	< 1
Lavaplatos (bordes)	RAM	3,0
	Mohos	4,0
	Levaduras	< 1

Estadísticamente hablando, la mayoría de los resultados de esta sección no presentaron diferencias significativas (Tabla N°22, Anexo N°10.6) respecto del valor inicial, sólo el resultado de mohos obtenido de la esquina izquierda del mesón largo, el RAM de la cocina y marmita y el RAM del borde del lavaplatos tuvieron diferencias significativas.

5.7 DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL EN CADA UNA DE LAS PREPARACIONES POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN DE BPM

5.7.1 Estabilidad Microbiológica

Al inicio de este estudio el aderezo de cochayuyo (Lote AC548) tuvo una vida útil de 150 días, pero al implementarse las BPM la duración que tuvo este producto (Lote AC721) fue de 300 días (Figura N°17). Lo ideal hubiera sido obtener una duración de un año para este producto, pero en el día 240 comenzaron los aumentos en los recuentos de los microorganismos. Primero ocurrió el incremento de mohos, que de las 5 muestras analizadas dos se encontraron entre los rangos de “m” (10^2) y “M” (10^3), pero como el punto 13.2 de “Salsas, Aderezos, Especias y Condimentos” escritos en el RSA permiten que 2 muestras estén en este margen ($c=2$), se continuó con el estudio. Para el día 270, en el caso de mohos se mantuvieron las mismas 2 muestras con valores entre “m” y “M”, pero adicionalmente, una de ellas tuvo un valor de RAM mayor a 10^5 sobrepasando el valor permitido por “m” indicado en el punto 15.2 de “Comidas y Platos Preparados”, pero como el número máximo de unidades (c) que puede ir entre “m” y “M” es equivalente a 1, el aderezo aún se considera como producto aceptable para el consumo. No así para el día 300 donde los valores de RAM de las 5 muestras superaron el margen permitido y en el caso de mohos cuatro de las cinco muestras superaron el valor de “m”, solamente una se ubicó justo en el límite máximo permitido para mohos (10^2). Con estos resultados, podemos determinar que el tiempo de vida útil máximo que puede tener el aderezo de cochayuyo sin ser dañino para el consumidor es de 270 días.

En el Anexo N°10.6, la Tabla N°23 indica la comparación de los resultados de la estabilidad microbiológica y el correspondiente análisis estadístico. Los resultados en su mayoría presentaron diferencias significativas entre lo previo y lo posterior a la implementación de BPM, lo único que no presentó diferencias fueron los valores de levaduras en el tiempo 120, los cuales fueron $2,4 \times 10^1$ UFC/g previo a las BPM y $1,6 \times 10^1$ UFC/g posterior a las BPM.

Por otra parte, si se recuerda que previo a la implementación de BPM, la pasta de garbanzo (Lote GB549) tuvo una menor duración en el estudio, siendo cortado al día 60 producto de la liberación de producto y abombamiento de los envases. En este segundo estudio (Lote GB722, Tabla N°18), el producto tuvo una vida útil de 150 días. Cabe mencionar que en el día 180 los productos que se encontraban a 55°C cuatro presentaron abombamiento y uno de los que se encontraba a 35°C tuvo liberación de producto. Anteriormente se mencionaron los microorganismos termófilos que podrían encontrarse en esas condiciones (temperatura de 55°C y a un pH 6), pero en este caso hay que mencionar los microorganismos mesófilos que pueden encontrarse a una temperatura de 35°C y en un medio donde el pH es de 6,05, algunos ejemplos son el *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium tyrobutyricum*, *B. smithii*, *Paenibacillus sp.* y *B. coagulans* (Remize, 2017).

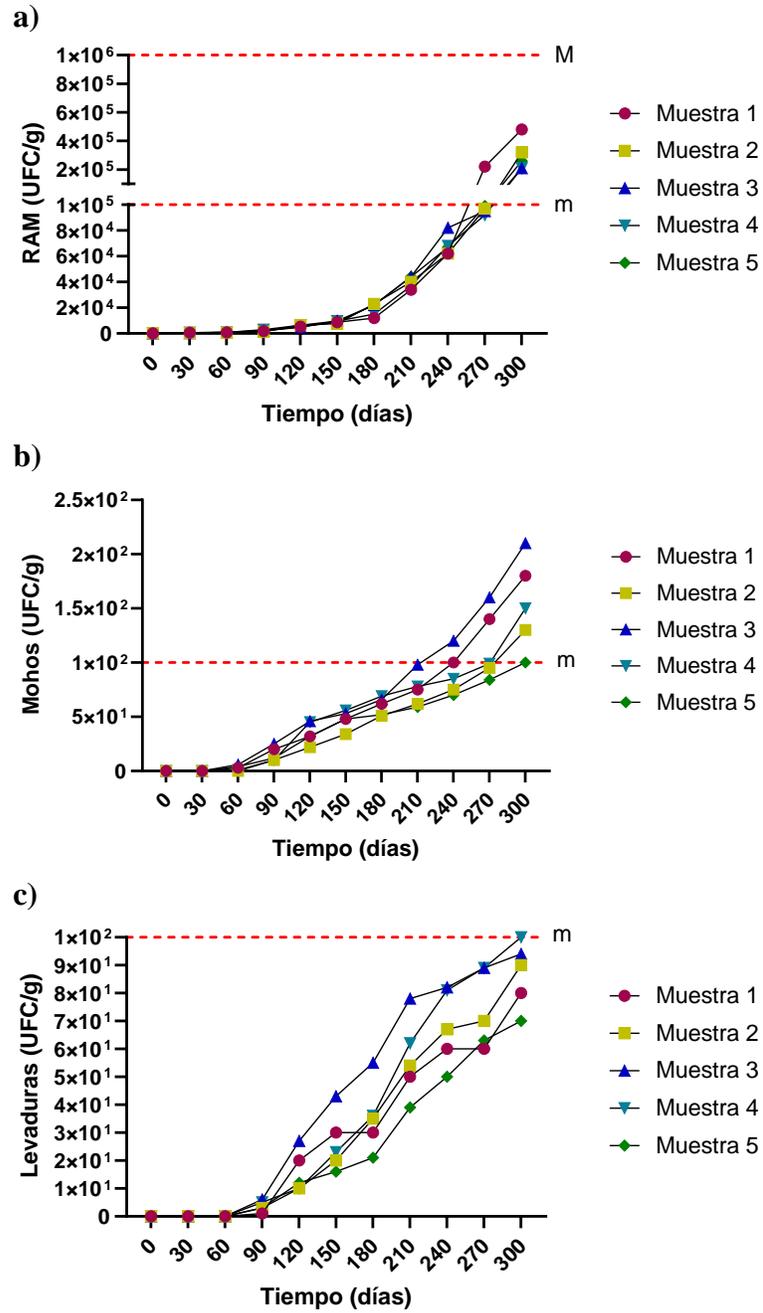


Figura N°17: Crecimiento en el tiempo de los microorganismos indicadores en el aderezo de cochayuyo a 35°C. a) RAM; b) Mohos; y c) Levaduras.

Tabla N°18: Estudio de estabilidad microbiológica de la pasta de garbanzo

Tiempo de almacenamiento (días)	Análisis Microbiológicos	Ausencia/Presencia n=5
Pasta de Garbanzo 0	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Ausencia
30	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Ausencia
60	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Ausencia
90	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Ausencia
120	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Ausencia
150	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Ausencia
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Ausencia
180	Microorganismos Mesófilos Aerobios	Presencia
	Microorganismos Mesófilos Anaerobios	Presencia
	Microorganismos Termófilos Aerobios	Presencia
	Microorganismos Termófilos Anaerobios	Presencia

5.7.2 Evaluación de parámetros de calidad

Los parámetros de calidad para cada producto se realizaron siguiendo el estudio de estabilidad microbiológica, por lo que el estudio del aderezo de cohayuyo se realizó hasta el tiempo 300 d a excepción de la sección olor y sabor del análisis sensorial que solamente se realizó hasta el día 270 (todo esto para evitar intoxicación o infección alimentaria en los jueces evaluadores). De mismo modo la pasta de garbanzo se evaluó hasta el día 180 menos el análisis sensorial en la parte de olor y sabor por los mismos motivos mencionados anteriormente.

5.7.2.1 pH

En este segundo estudio se observó que los pH de cada producto presentaron el mismo comportamiento que en el estudio previo a la implementación de BPM. En el aderezo de cochayuyo (Figura 18a) el pH inicial del producto fue de 4,4 el cual fue aumentando hasta llegar a un valor de 4,6 al final del estudio. Por otra parte, la pasta de garbanzo (Figura 18b) inició el estudio con un pH 6,2 y a medida que fue pasando el tiempo fue disminuyendo hasta llegar a 6,1 en el día 180. Ambos siendo resultados no estadísticamente significativos.

La disminución del pH en la pasta de garbanzos puede deberse a que ciertas verduras desarrollan acidez a partir de la fermentación microbiana (Smith & Stratton, 2006). El resultado de esta fermentación particularmente en el garbanzo es el convertir algunos de los carbohidratos presentes en la legumbre (se ha estimado que contiene 63 gramos de azúcares en 100 gramos de producto) en ácidos orgánicos tales como ácido láctico, cítrico, acético y otros ácidos grasos volátiles de cadena corta (Dida Bulbula & Uрга, 2018; Cichonska & Ziarno, 2022).

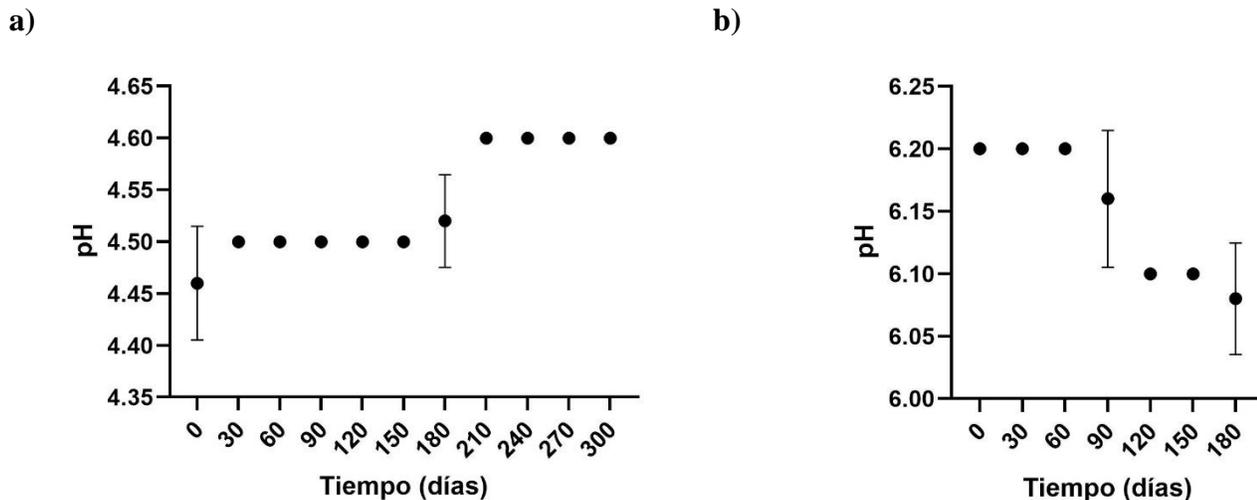


Figura N°18: Medición de pH durante el tiempo de análisis. a) Aderezo de cochayuyo; b) Pasta de garbanzo pH (n=5) ± D.S

La medición del pH a ambos productos al compararse estadísticamente sus valores antes y después de la implementación de las BPM no presentaron diferencias significativas.

5.7.2.2 Sólidos solubles

Al igual que en el primer estudio, la Figura N°19 muestra que en este análisis no se observaron diferencias entre el inicio y el final de ambos productos.

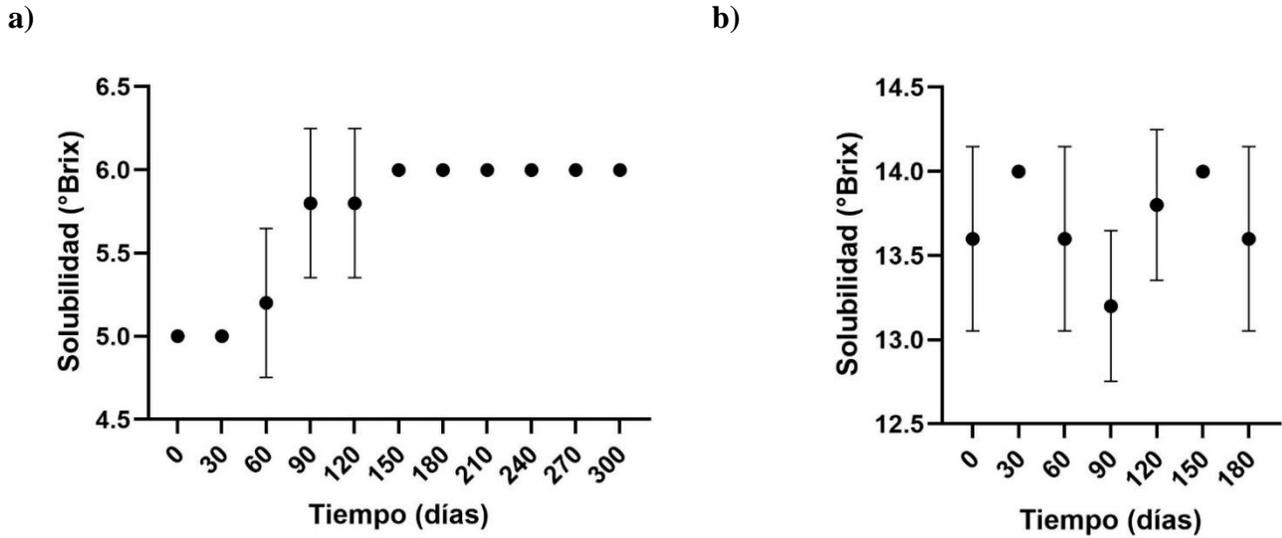


Figura N°19: Medición de sólidos solubles durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones a) aderezo de cochayuyo; b) pasta de garbanzo.

°Brix (n=5) ± D.S

5.7.2.3 Medición de viscosidad

Nuevamente se realizaron los análisis comparativos entre los productos elaborados en la planta con referentes encontrados en el mercado. El aderezo de cochayuyo y sus dos competidores comerciales presentaron tendencia a aumentar la distancia recorrida a medida que iban pasando las semanas de estudio. Se mantuvo que el producto que tuvo mayor disminución de viscosidad fue el picayuyo siendo seguido por muy pocos centímetros de diferencia por el aderezo de cochayuyo (49,1 cm y 46,2 cm respectivamente).

La pasta de garbanzo elaborada en la planta y los dos hummus comerciales tampoco presentaron variación de viscosidad, presentándose al igual que el estudio inicial una distancia recorrida de 0,0 cm.

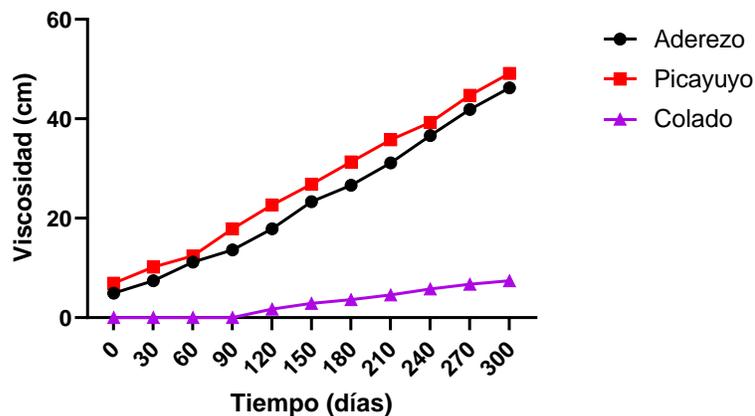


Figura N°20: Medición de la viscosidad del aderezo de cochayuyo vs productos de venta en el mercado.

Tabla N°19: Medición de la viscosidad de la pasta de garbanzo vs productos de venta en el mercado.

Tiempo (días)	Pasta de Garbanzo	Hummus 1	Hummus 2
Distancia recorrida (cm)			
0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	0,0	0,0
60	0,0	0,0	0,0
90	0,0	0,0	0,0
120	0,0	0,0	0,0
150	0,0	0,0	0,0
180	0,0	0,0	0,0

5.7.2.4 Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial del aderezo de cohayuyo (Figura N°21) indican que el producto que tuvo mejor calidad sensorial en el estudio fue el colado de cohayuyo versus el picayuyo y el aderezo preparado en la planta. En cuanto al atributo color, hasta el día 150 los tres productos presentaron “Características típicas”, a partir del día 180 el panel evaluador indicó que el aderezo comenzaba a presentar cierto deterioro, algunas de las observaciones presentadas es que estaba comenzando a tomar una coloración mucho más oscura, este cambio en la coloración se puede deber a las reacciones de oxidación de lípidos que ocurren en el alimento, estas reacciones traen como consecuencia la pérdida en la calidad del producto incluyendo malos olores y mal sabor (ranciedad), cambios en la textura y en el color siendo uno de los procesos que limita la vida útil y la estabilidad del almacenamiento del producto (Tian et al., 2013; Chen, 2016). Los días siguientes continuó la disminución del grado de calidad de los productos, llegando hasta el “Deterioro tolerable” al final del estudio, siendo el que tuvo mayor grado de calidad el colado y el de menor grado el aderezo.

Con respecto al olor, las características normales del aderezo se mantuvieron hasta el día 180, el cual comenzó a sufrir un mayor deterioro hasta el día 270, cabe recordar que el día 300 no se realizó esta evaluación por protección a la salud de los jueces. Pero sí se evaluaron los productos comerciales y ambos presentaron el mismo comportamiento, siendo el picayuyo el que presentó más características de deterioro a comparación del Colado y (por lo menos hasta el día 270) el aderezo.

Del mismo modo que el atributo olor, la evaluación del Sabor sólo se realizó hasta el día 270 con los tres productos, mientras que el día 300 sólo se compararon los productos comerciales. Los productos presentaron sus características típicas hasta el día 120, a partir de ahí se comenzó a observar cierta pérdida en la calidad del sabor, siendo el picayuyo el que menos puntaje tuvo por parte de los evaluadores, seguido del aderezo y posteriormente el colado.

La textura también presentó características típicas hasta el día 150, luego de esto, la calidad en el aderezo comenzó a bajar a medida que iban pasando los días hasta llegar al límite del “Deterioro tolerable” en el día 300, esto significa que se presentaban claras alteraciones en el producto, se recogieron observaciones del panel

evaluador e indicaron que el producto presentaba una textura acuosa o ligeramente acuosa, lo cual no era atractivo a la vista, esto coincide con los resultados anteriores que se refieren a la pérdida de la viscosidad del producto, esto también se puede relacionar con el proceso de oxidación de los lípidos, los cuales indican que una de las características de esta reacción es la pérdida de la textura del producto (Tian et al., 2013; Chen, 2016). Los otros dos productos mantuvieron un deterioro mucho menos marcado, presentando pequeñas alteraciones, pero no influyentes al momento de analizar el producto.

En el caso de los estudios de vida útil el aderezo de cochayuyo recibió mayor aceptación en la evaluación previa a la implementación de las BPM, pero no así posterior a ella, en el cual el colado de cochayuyo (competencia comercial) tuvo mayor aceptación por parte del panel evaluador. Según los resultados, los parámetros que bajaron en su grado de calidad fue color y textura, esto se relaciona con la reacción de pardeamiento que ocurre en el producto, el cual se relaciona con un oscurecimiento y con una disminución de la viscosidad de este.

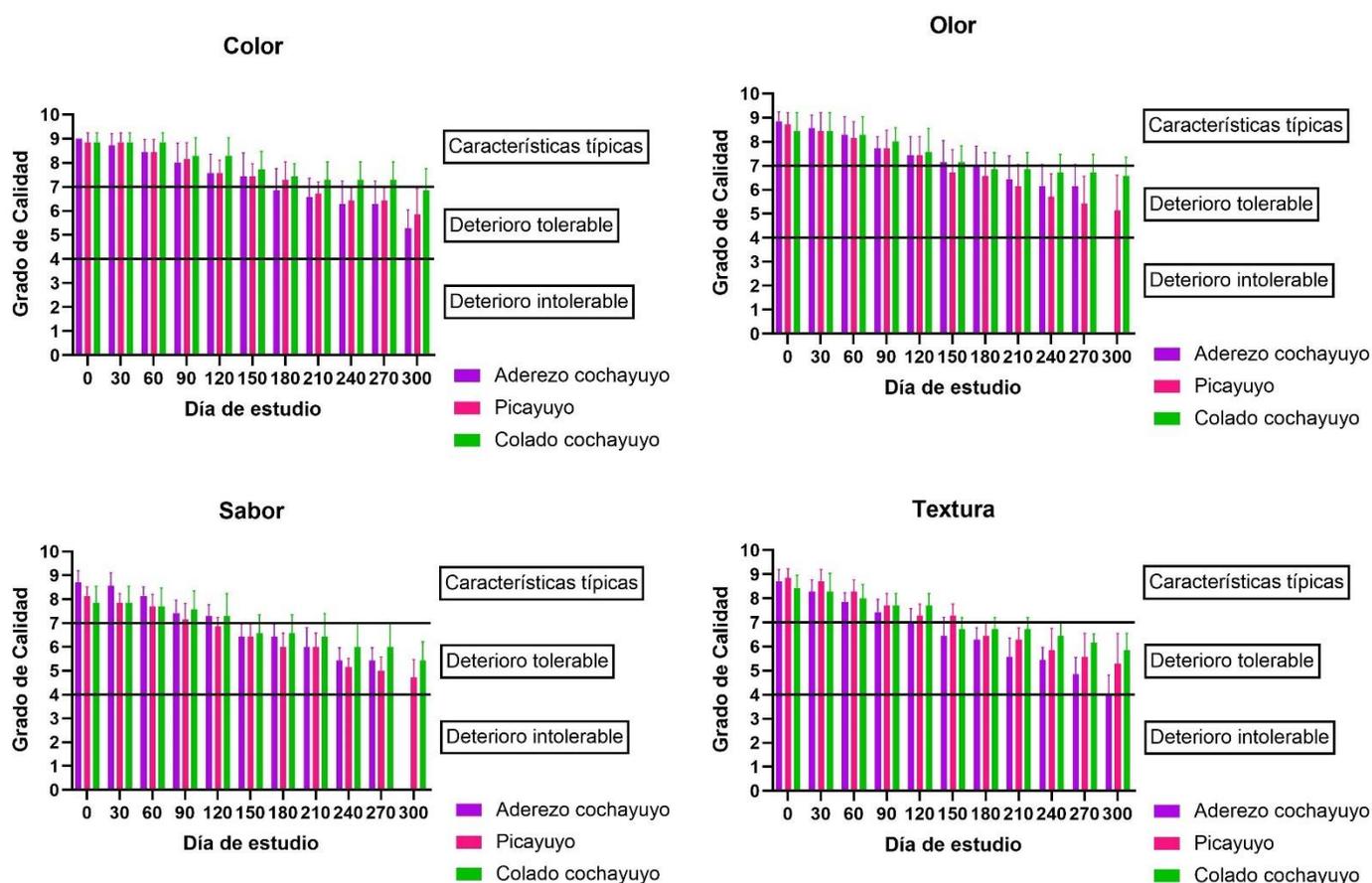


Figura N°21: Análisis sensorial del aderezo de cochayuyo.

En este segundo estudio, la pasta de garbanzo logró analizarse hasta el día 180, esto a diferencia de los 60 días de duración que tuvo el primer estudio. La pasta de garbanzo preparada en la planta fue la que menor grado de calidad tuvo en comparación de sus símiles comerciales (Figura N°22). Si hablamos del color, los tres productos presentaron sus características típicas hasta el día 90 (hubo una mejora a comparación del comportamiento anterior previo a la implementación de BPM), pero a partir del día 120 la pasta de garbanzo comenzó a tener una baja rápida de su calidad teniendo una categoría de regular dentro del deterioro tolerable, las principales notas del jurado indicaron que el color se encontraba alterado además de haberse formado una capa en la parte externa del producto (como una costra) que era más oscura que lo que contenía en su interior (tenía una tonalidad más tolerable), a diferencia de los hummus comerciales, estos mantuvieron sus características típicas hasta el final del estudio. La formación de esta costra o capa seca en la superficie de la pasta de garbanzo se explica como un proceso de evaporación máxima que ocurre en el producto, causando una sequedad y un cambio en el color del producto. Este cambio de coloración denominado pardeamiento es principalmente el resultado de la reacción de pardeamiento tipo Maillard. En este caso, el almacenamiento a temperatura de 35°C causó que la pasta de garbanzo formara esta capa superior seca (Soleimani Pour-Damanab et al., 2013; Chen, 2016). El oxígeno también participa en reacciones químicas y enzimáticas que alteran la calidad y propiedades nutricionales de los alimentos, desarrollando cambios de color (por ejemplo, el pardeamiento de las manzanas) o sabor (por ejemplo, queso rancio), que los clientes perciben como desagradables. Por lo tanto, limitar la exposición de los alimentos al oxígeno puede ayudar a prolongar su vida útil, y el envasado juega un papel fundamental. (Juliano et al, 2010)

La pasta de garbanzo en el atributo olor comenzó siendo la de menor calificación por parte del panel evaluador, aun así manteniendo las características típicas del producto, esto se mantuvo hasta el día 90 donde se observa que el producto comienza a entrar en una etapa de deterioro llegando hasta el día 150 con un nivel regular, presentando un olor bastante plano ligeramente a pasto considerándose un daño todavía permisible, según bibliografía esto se explica como la actividad microbiana que ocurre en el alimento (Qamaruz-Zaman et al., 2019) (Figura N°22). No se continuó con el estudio por la presencia de microorganismos mesófilos y termófilos aerobios y anaerobios, siendo riesgo para los participantes, pero si se continuó el estudio con los productos comerciales presentando principios de deterioro en el día 180. Una tendencia similar se tuvo del sabor, los tres productos se mantuvieron con características típicas hasta el día 90 y en el día 120 bajaron con el mismo puntaje a deterioro tolerable, ya a partir del día 150 la pasta de garbanzo obtuvo el menor grado de calidad, principalmente debido a que el producto presentaba un sabor “harinoso”. Estudios del año 2016 Lim y colaboradores describieron los alimentos ricos en carbohidratos (como por ejemplo el hummus) desencadenan un sabor único, identificando que en la lengua humana podrían existir receptores específicos que identifican este sabor a almidón o harinoso, de igual forma que los que hay para reconocer lo dulce o lo amargo. Por otra parte, los productos comerciales entre este día y el día 180 no presentaron mayores variaciones.

Finalmente, la textura presentó características típicas en los tres productos hasta el día 90, cabe destacar que el alimento que obtuvo menor puntaje fue la pasta de garbanzos. En el día 150 el primer producto cayó en la categoría de deterioro tolerable y se mantuvo hasta el final del estudio, como se dijo anteriormente, la textura que adquirió ésta fue una deshidratación superficial, en la cual se observó la formación de una capa o costra dura en la superficie del producto y no se prolongó hacia el interior, esto se puede comparar con los productos

comerciales, aunque también terminaron en la categoría de deterioro tolerable, eran tenían mejor textura que el producto creado en la planta.

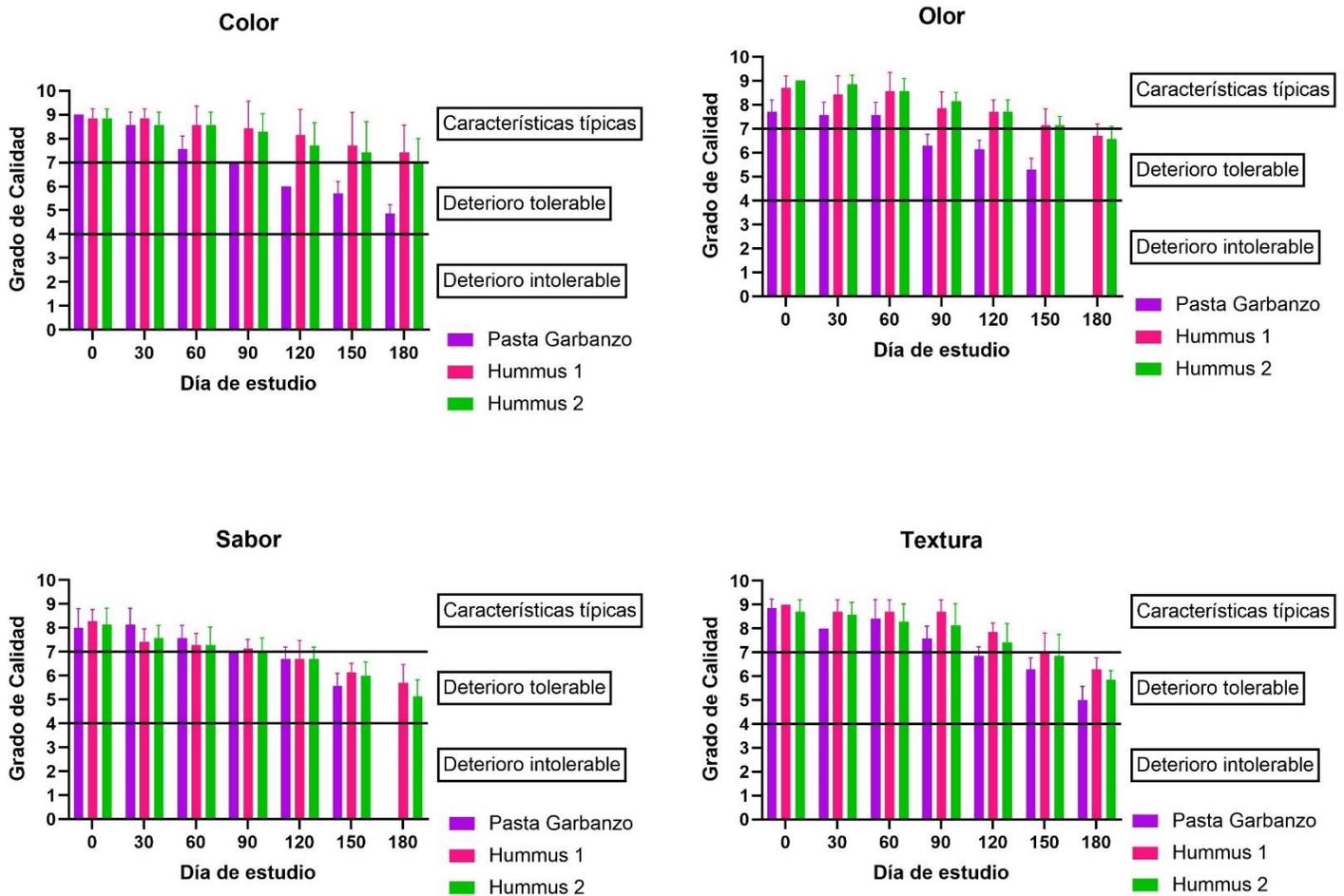


Figura N°22: Análisis sensorial de la pasta de garbanzo.

Con respecto a la evaluación comparativa, la pasta de garbanzo tuvo una mejoría y una mayor aceptación posterior a la implementación de las BPM, esto quedó demostrado en la duración del estudio y en los parámetros de color, textura y olor. En donde los dos primeros se pudo ver un cambio por las notas que colocaron los evaluadores en sus grados de calidad al inicio del proceso, a medida que fue pasando el tiempo comenzaron a notarse ciertas características que el panel describió, convirtiendo en el producto realizado por la planta como el peor evaluado con respecto a los dos hummus encontrados en el comercio. Esto nos queda de referente de las mejoras que se deberían hacer en el producto, posiblemente un cambio en la formulación del producto.

6. DISCUSIÓN

Para resumir el análisis comparativo de antes de después de la implementación de BPM, se pudo observar que hubo una disminución en la cantidad de microorganismos en materias primas, productos terminados y superficie posterior a la puesta en marcha de las BPM, quedando demostrado que en la planta de producción se debe cumplir de manera rigurosa con los códigos de higiene indicados en el RSA y cada cierto tiempo realizar auditorías para evaluar el estado del sistema de gestión. Éstas son medidas que quedaron demostradas que aseguran la limpieza e higiene de los procesos productivos, y de esta forma evitar contaminaciones en los alimentos que puedan repercutir en la salud de los consumidores (De la Noval, 2013; Mayorga, 2021). Esto se relaciona con el aumento en la cantidad de días del estudio de vida útil, en donde se pudo realizar un estudio microbiológico y sensorial mucho más prolongado en el tiempo, debido a la reducción del riesgo de presentar infecciones o intoxicaciones de origen alimenticio en el panel evaluador, ya que nuevamente se reafirma que con la práctica de adecuadas normas de higiene se reduce la presencia de microorganismos o de toxinas que ponen en riesgo la salud humana (Perez et al., 2019; Mayorga, 2021).

Aún así, no se pudo lograr el objetivo de que el aderezo de cohayuyo como la pasta de garbanzo tuvieran un tiempo de duración de un año. Diversas opciones surgieron durante el estudio para dar respuesta con respecto al fallo del proceso de esterilidad comercial, una de esas opciones para extender la vida útil de los productos es realizar cambios en la formulación del producto, por ejemplo: modificar la aw o incrementar la acidez para disminuir el pH. Para el primer caso, se debe tener en consideración la aw de ambos productos fabricados en la planta (aderezo de cohayuyo 0,89 y pasta de garbanzo 0,92), esta segunda preparación se transforma en un excelente medio para el crecimiento de los microorganismos, es por esto que un método potencial para controlar este crecimiento es disminuyendo la actividad del agua (Pazlopez, 2014). Atali et al., 2012 investigó que las características de crecimiento y la supervivencia de *Salmonella* y *L. monocytogenes* en el hummus es afectado por el contenido de sodio que efectivamente causa cambios en la aw. Sin embargo, a pequeñas cantidades de este ingrediente no se pudieron observar mayores cambios, por lo cual se requieren altas concentraciones de sal, resultando un cambio extremo en las características organolépticas del producto.

Otra opción que se puede evaluar es la adición de un ácido para disminuir el pH, esto causo la restricción o inhibición del crecimiento microbiano con la disrupción de la homeostasis. Un pH menor a 4,6 puede exitosamente inhibir *Clostridium botulinum* y otras bacterias, pero los mohos son más tolerantes a bajos valores de pH en comparación con las bacterias. El ácido cítrico es predominante en el jugo de limón y es comúnmente usado como ingrediente en el aderezo y puede ayudar a disminuir el pH, en el caso de la formulación de la pasta de garbanzo este no cuenta con la presencia de algún ingrediente que aporte la acidez requerida (por lo mismo es que su pH inicial es de 6,17). Esto también responde a la corta duración en el estudio de vida útil (aunque se recuerda que después de la implementación de BPM aumentó el tiempo de estudio, pero no logró alcanzar los días obtenidos en comparación con el aderezo de cohayuyo. Para comprobar que la adición de ácido a la formulación es efectiva, se realizaron estudios comparando ácidos acético y láctico con el cítrico y este último no demostró tener un efecto antimicrobiano tan fuerte contra las especies de *Shiguella*, pero si el láctico y el acético demostraron fuertes efectos bactericidas contra la *Listeria* y la *E. coli* O157:H7. Esto ha dado lugar a múltiples directrices para el uso de ácidos acético o láctico en la formulación o procesamiento de alimentos para

garantizar la inocuidad frente a los microorganismos patógenos (Pazlópez, 2014).

El principal problema del aderezo de cochayuyo es la aparición de mohos y levaduras ácido-tolerantes, por lo mismo se ha estudiado la actividad de algunos ácidos orgánicos que han mostrado fuerte actividad antifúngica. Lind et al., (2005) investigó sobre el efecto de los ácidos propiónico, acético y láctico en el crecimiento de los mohos y las levaduras, observándose en los dos primeros que se requerían menores concentraciones de ambas para tener un efecto antifúngico, conllevando a que estos tengan un gran potencial como conservantes contra mohos y levaduras.

Por otra parte, se debe considerar el factor envasado del producto, que también puede ser influyente en que no se logre la duración de los productos por un año. Un espacio libre adecuado en el envase garantiza un vacío ideal para un buen sellado e impedir la entrada de microorganismos durante y después del proceso. La cantidad correcta de vacío depende del producto y de los procesos, pero lo ideal es que no sea menos al 6% de espacio, aunque se recomienda comúnmente un 8-10%. La temperatura también influye en el sellado, ya que el producto se contraerá al enfriarse haciendo un mayor sellado y vacío. El vacío crea un medio con bajo oxígeno, esto minimiza la oxidación de los ácidos grasos o los lípidos y previene la decoloración del producto. Ciertos microorganismos que son aerobios estrictos, la baja cantidad de oxígeno también inhibe su crecimiento en el producto, en caso de que estos se encuentren presentes en el alimento. Si hay aire presente en el producto durante el sellado y luego difunde al espacio de cabeza, el vacío puede disminuir y verse comprometida la integridad del sello hermético (Pazlopez, 2014).

Finalmente, la implementación de las BPM repercutió de manera satisfactoria sobre el producto terminado debido a la disminución de la carga microbiana posterior a la implementación. En el caso de la vida útil del aderezo de cochayuyo y de la pasta de garbanzo, no se logró la meta con respecto a la duración de los productos (estudio prolongado a un año), pero si cabe destacar que existió una extensión de la vida útil por parte de ambos productos. Esto se logró gracias a las diferentes mejoras que se fueron realizando con el tiempo, una de ellas siendo la mejora del procedimiento de elaboración (diagrama de flujo) de los dos productos. También influyó de gran manera la limpieza por parte de todos los manipuladores de la planta, los que fueron capacitados para este proceso y también la mejora en las inspecciones realizadas a las materias primas (desde el punto de vista microbiológico y físico) que también fue parte de la capacitación a los trabajadores.

La mejor forma de visualizar este efecto positivo para generar una cultura de la inocuidad es plasmarlo en las reuniones no sólo a nivel gerencial, sino también mostrando los resultados a los trabajadores que están todos los días en las labores de la planta. La capacitación con la exposición de los gráficos e imágenes que muestran las diferencias entre antes y después de la implementación de las BPM a lo largo de este estudio, les permite entender que ellos son actores fundamentales para lograr la inocuidad de los productos. De esta manera, todos se sienten una parte importante del proceso, ya que saben que su esfuerzo y la mejora continua generan cambios favorables para obtener productos terminados inocuos y confiables para la salud del consumidor (disminuyendo el riesgo de contaminación y enfermedades), además de aumentar la productividad de la planta.

Aunque los cambios en su mayoría favorecieron positivamente, aún hay puntos que quedaron pendientes,

principalmente la idea de nuevas formulaciones y/o los nuevos procesos que pueden relacionarse con la pasta de garbanzo y el aderezo de cochayuyo, los cuales conllevan desde cambios en los ingredientes (materias primas o cantidades de ellas), hasta adecuaciones en los procesos térmicos, para evitar la pérdida de la inocuidad del producto y así poder seguir prolongando la vida útil de ellas.

Desde el punto de vista comercial, estos resultados pueden mejorar la imagen de la empresa, reducir el costo en el proceso productivo, disminuir mermas e iniciar una cultura relacionada al orden e higiene en la organización. Otra ventaja se relaciona a que las BPM pueden ser adaptadas a cualquier tipo de empresa donde sean implementadas, lo cual trae beneficios en el sistema productivo, satisfacción en los clientes, aumento de cartera en la empresa y aumento de la productividad, convirtiendo a la empresa en una organización más sólida y rentable. Todo esto aporta a nivel industrial con la intención de mantener una constante mejora con todos los procesos que ocurren dentro de una planta de elaboración. A su vez, puede ser una guía para la creación de las futuras plantas que puedan ser construidas, teniendo en cuenta los factores importantes desde el momento de la construcción y la infraestructura.

7. CONCLUSIONES

El estudio demostró que, al comienzo, las prácticas de higiene que se estaban desarrollando eran bastante precarias, donde la planta sólo cumplía con un 64,1% del puntaje de la lista de chequeo, fallando principalmente la limpieza, capacitación y recepción de materias primas, junto con la falta de procedimientos y registros básicos. Por otra parte, los análisis microbiológicos demostraron que el incumplimiento de estos puntos conlleva a resultados deficientes con parámetros microbiológicos por sobre los límites permitidos en materias primas y superficies, afectando la vida útil del producto terminado.

La implementación de las acciones correctivas tales como la revisión de las BPM en la planta y la creación de un manual de procedimientos y la mejora de instructivos y registros, mejoraron los diferentes parámetros evaluados, aumentando el cumplimiento de los requisitos de lista de chequeo a un 84,6%. La mayoría de los parámetros mejoraron sus puntajes; sin embargo, aunque haya existido una mejora, aún queda pendiente fortalecer el sistema de gestión de la planta para mejorar algunos parámetros como “Capacitación”.

La implementación de las acciones de mejora también se vio reflejada en las pruebas microbiológicas de los productos finales. La mejor calidad microbiológica de las materias primas utilizadas en la producción de los dos alimentos influyó en la elaboración de un producto terminado con mayor vida útil. Si bien no se logró llegar hasta el año de duración, sí se vio una diferencia notable entre un aderezo y una pasta creada antes y después de la implementación de las BPM, en términos de una mayor estabilidad microbiológica y conservación de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales por mayor tiempo.

Los cambios más marcados debido a la implementación de las BPM se observaron a nivel microbiológico en los productos finales, ya que se cumplió con los valores requeridos de cada parámetro evaluado. Sin embargo, no hubo diferencias marcadas entre los análisis fisicoquímicos (pH, sólidos solubles y viscosidad). Con respecto al análisis sensorial, los productos elaborados en la planta al ser comparados con productos del mercado fueron los que menos aceptación tuvieron, aunque se vieron mejoras en algunas características, como en color y olor especialmente, al fabricarse en la planta con un programa de BPM mucho más claro y ordenado.

Considerando lo realizado y logrado en este estudio, queda demostrado que el efecto de la implementación de las BPM en la planta conlleva a la mejora de los procesos que se desarrollan en relación con la producción de salsas y aderezos, trayendo como beneficio mejoras en la calidad e inocuidad de los productos elaborados, aumentando significativamente su vida útil. Si bien los resultados fueron muy promisorios, aún es necesario fortalecer la cultura de la inocuidad en la organización, mediante capacitaciones a todo nivel y reconociendo los logros de los trabajadores para que se sientan parte fundamental del proceso y den lo mejor de sí para obtener productos terminados inocuos y confiables.

8. PROYECCIONES DEL ESTUDIO

- Como se logró cumplir con la lista de chequeo y hasta el momento los trabajadores de la planta se encontraban comprometidos con mantener las BPM, el próximo paso a seguir es la implementación del sistema HACCP en la planta de producción de OKAlimentos.
- Sacar a la venta minorista el aderezo de cochayuyo y la pasta de garbanzo, además de ampliar la variedad de salsas y aderezos (formulaciones en evaluación), con la intención de aumentar la variedad de sabores en el mercado.
- Plan de entrenamiento y capacitación a los encargados de la planta, para que sea implementado a nivel de todos sus trabajadores. Este plan deberá tener continuidad, monitoreo y supervisión de manera constante, de tal forma que se pueda adoptar una cultura de inocuidad por parte de los trabajadores de la planta (manipuladores, encargados y jefatura) y así poder lograr un cambio real en la mentalidad y que lleve a un mayor nivel de implementación de BPF. Esto se debería lograr con un compromiso de la gerencia, con el fin de que los colaboradores estén familiarizados con estos aspectos de calidad e inocuidad y se forme de esta manera una cultura organizacional con base en la calidad e inocuidad.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd Elkader, E. M., El-Leboudy, A. A. & Amer, A. A. (2019). Evaluation of egg based products through Egyptian regulation, *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 62(1), 166-171.
- Akbari, S. & Hamid Nour, A. (2018). Emulsion types, stability mechanisms and rheology: A review. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 1(1), 14-21.
- Al-Holy, M., Al-Qadiri, H., Lin, M. & Rasco, B. (2006). Inhibition of *Listeria innocua* in Hummus by a Combination of Nisin and Citric Acid. *Journal of Food Protection*. 69(6), 1322-1327.
- Alvarez. M. D., Fuentes, R., Guerrero, G. & Canet, W. (2017). Characterization of commercial Spanish hummus formulation: Nutritional composition, rheology, and structure. *International Journal of Food Properties*, 20(4), 845-863.
- Aranberri, I., Binks, B.P., Clint, J. H. & Fletcher, P.D.I. (2006). Elaboración y Caracterización de Emulsiones Estabilizadas por Polímeros y Agentes Tensioactivos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 7(3), 211-231.
- Bastías, J.M., Cuadra, M., Muñoz, O. & Quevedo, R. (2013). Correlación entre las buenas practicas de manufactura y el cumplimiento de los criterios microbiológicos en la fabricación de helados en Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2): 161-168.
- Bourne, M.C. (2002). “Chapter 4 – Principles of Objective Texture Measurement”, in Bourne, M. C. B. T. - F. T and V. (Second E. (ed)), *Food Science and Technology*, pp. 107-188, Academic Press: Londres.
- Bourne, M.C. (2002). “Chapter 5 – Practice of Objective Texture Measurement”, in Bourne, M. C. B. T. - F. T and V. (Second E. (ed)), *Food Science and Technology*, pp. 189-233, Academic Press: Londres.
- Castro, M.P., Rojas, A.M., Campos, C. A. & Gerschenson, L.N. (2009). Effect of Preservatives, Tween 20, Oil Content and Emulsion Structure on the Survival of *Lactobacillus fructivorans* in model salad dressings. *LWT – Food Science and Technology*, 42, 1428 – 1434.
- Chirife, J., Sanisiñena, M., Galmarini, M. V. & Zamora, M. C. (2011). Physicochemical Changes and Sensory Characterization of a Balsamic Vinegar Dressing at Different °Brix, *Food and Bioprocess Technology*, 4(8), 1505–1511.
- Cichonska, P., Ziarno, M. (2022). Legumes and Legume-Based Beverages Fermented with Lactic Acid Bacteria as a Potential Carrier of Probiotics and Prebiotics. *Microorganisms*, (10), 91.
- Codex Alimentarius. (1969). Principios Generales de Higiene de los Alimentos. Revisados en 1997, 2003 y 2020. [archivo PDF]. Recuperado de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf.

Collado, A. (2015). *Elaboración de un Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la Fabricación de Salsas Picantes en San Juan Chamelco, Alta Verapaz* (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Costa, M., Retamal, J., Rodríguez, A., Chavarría, P., Parra, J., Contreras, A. & Forsythe, S. (2016). Inocuidad microbiológica de quesillos comerciales y artesanales expendios en Chillán, *Revista Chilena de Nutrición*, 43(2): 172-179.

Cui, L., Shen, P., Gao, Z., Yi, J. & Chen, B. (2019). New Insights into the Impact of Sodium Chloride on the Lipid Oxidation of Oil-in-Water Emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67, 4321 - 4327

Day, L. & Golding, M. (2016). Food Structure, Rheology, and Texture. *Encyclopedia of Food Chemistry*, 125 - 129.

De la Noval, N. (2013). Diseño e implantación de un sistema integrado de calidad e inocuidad de los alimentos en plantas procesadoras de productos lácteos. *Revista de Salud Animal*, 35, 143.

Díaz, A. & Uría, R. (2009). *Buenas Prácticas de Manufactura: Una guía para Pequeños y Medianos Agroempresarios*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Costa Rica.

Dida Bulbula, D. & Uрга, K. (2018). Study on the effect of traditional processing methods on nutritional composition and anti nutritional factors in chickpea (*Cicer arietinum*), *Cogent Food & Agriculture*, (4), 1

Flamminii, F., Di Mattia, C. D., Sacchetti, G., Neri, L., Mastrocola, D. & Pittia, P. (2020). Physical and Sensory Properties of Mayonnaise Enriched with Encapsulated Olive Leaf Phenolic Extracts. *Foods*, 9(8), 997.

Gómez – Sánchez, A.I. (2007). Microorganismos de importancia en el tratamiento térmico de alimentos ácidos y de alta acidez. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 24 – 32.

Harrill, R. (1994) Using a Refractometer To Test the Quality of Fruits & Vegetables.

ISO 4833-1:2013 - Microbiología de la cadena alimentaria. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Parte 1: Recuento de colonias a 30 ° C mediante la técnica de siembra en profundidad.

ISO 6579-1:2017/AMD 1:2020 - Microbiología de la cadena alimentaria. Método horizontal para la detección, enumeración y serotipado de *Salmonella*. Parte 1: Detección de *Salmonella* spp.

ISO 6887-1:2017 – Microbiología de la cadena alimentaria – Preparación de las muestras de ensayo, suspensión inicial y diluciones decimales para examen microbiológico. Parte 1: Reglas generales para la preparación de la suspensión inicial y las diluciones decimales.

ISO 6888-1:1999/Amd 2:2018 - Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa-positivos (*Staphylococcus aureus* y otras especies).

Parte 1: Técnica que utiliza el medio agar de Baird-Parker. Modificación 2: Incorporación de un ensayo de confirmación alternativo utilizando el método por picadura en agar RPF.

ISO 7937:2004 - Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de *Clostridium perfringens*. Técnica del recuento de colonias.

ISO 9308-1:2014 AMD 1:2016 - Calidad del agua. Recuento de *Escherichia coli* y de bacterias coliformes. Parte 1: Método de filtración por membrana para aguas con bajo contenido de microbiota.

ISO 11290-1:2017 - Microbiología de la cadena alimentaria - Método horizontal para la detección y el recuento de *Listeria monocytogenes* y de *Listeria* spp. Parte 1: Método de detección.

ISO 16649-2:2001 - Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para la enumeración de *Escherichia coli* beta-glucuronidasa positivo Parte 2: Técnica de recuento de colonias a 44°C utilizando 5-bromo-4-cloro-3-indol beta-D-glucuronato.

ISO 18593:2018 – Microbiología de la cadena alimentaria – Métodos horizontales para la toma de muestras de superficies.

ISO 21527-1:2008 - Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para la enumeración de mohos y levaduras Parte 1: Técnica de recuento de colonias en productos con actividad acuosa mayor o igual a 0,95).

ISO 21527-2:2008 - Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para la enumeración de mohos y levaduras Parte 2: Técnica de recuento de colonias en productos con actividad acuosa inferior o igual a 0,95).

ISO 21528-2:2017 – Microbiología de la cadena alimentaria – Método horizontal para la detección y el recuento de *Enterobacteriaceae*. Parte 2: Técnica para el recuento de colonias.

Jarvis, B. (2014). Good Manufacturing Practice. Carl A. Batt, Mary Lou Tortorello (Ed.), *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)* (pp. 106 – 115): Academic Press

Jay, J.M., Loessner, M.J. & Golden, D.A. (2005). Chapter 17 – Food Protection with High Temperatures, and Characteristics of Thermophilic Microorganisms. In: *Modern Food Microbiology*. Food Science Text Series. Springer, Boston, MA.

Jindal, N. & Khattar, J. S. (2018). Chapter 4 – Microbial Polysaccharides in Food Industry. *Biopolymers for Food Design* (pp. 95-123), Punjab, India: Elsevier.

Kwan, K., Cooper, M., La Duc, M. T., Vaishampayan, P., Stam, C., Bernardini, J. N., Scalzi, G., Moissl-Eichinger & Venkateswaran, K. (2011). Evaluation of Procedures for the Collection, Processing and Analysis of Biomolecules from Low-Biomass Surfaces. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(9), 2943 – 2953.

Lim, J., Lapis, T. J. & Penner, M. H. (2016). Humans Can Taste Glucose Oligomers Independent of the hT1R2/hT1R3 Sweet Taste Receptor. *Chemical Senses*, 41(9), 755 – 762.

Losito, P., Visciano, P., Genuardo, M., Satalino, R., Migailo, M., Ostuni, A., Luisi, A. & Cardone, G. (2017). Evaluation of hygienic conditions of food contact surfaces in retail outlets: Six years of monitoring. *LWT – Food Science and Technology*, 77:67-71.

Lozano-Gendreau, M. & Vélez-Ruiz, J. F. (2019). Physicochemical and Flow Characterization of a Mustard-Vinaigrette Salad Dressing. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 2(3), 253 - 269.

Ma, Z. & Boyle, J. I. (2013). Advances in the Design and Production of Reduced - Fat and Reduced - Cholesterol Salad Dressing and Mayonnaise: A Review. *Food Bioprocess Technology*, 6, 648 - 670.

Margas, E., Maguire, E., Berland, C. R., Welander, F. & Holah, J. T. (2013). Assessment of the environmental microbiological cross contamination following hand drying with paper hand towels or an air blade dryer. *Journal of Applied Microbiology*, 115, 572 – 582.

Ministerio de Salud (MINSAL). (1997). Reglamento Sanitario de los Alimentos Decreto 977/96 – Actualizado Febrero 2021 [archivo PDF]. Recuperado de http://www.dinta.cl/wp-content/uploads/2019/05/RSA-DECRETO_977_96_ACT-A-MAYO-2019.pdf.

Miranda Zamora, W. R., Calle Berru, E. M., Flores Mendoza, L. C., Ipanaque Pulache, D. M., López Burgos, L. V., Sánchez Chero, M. J. & Sánchez Chero, J. A. (2020). “Consistómetro Bostwick como una herramienta visual de control de calidad para alimentos espesados”, *UCV-HACER*, 9, 29-34.

Moragas, M., Valcácel, S., Chirapozu, A. & de Pablo. B. (2019). Recopilación de Normas Microbiológicas de los Alimentos y Asimilados (superficies, aguas diferentes de consume, subproductos) y Otros Parámetros Físico-Químicos de Interés Sanitario. Decreto 135/2010 B.O.E. 25/02/2010. [archivo PDF]. Recuperado de https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/doc_seguridad_alimentaria/es_def/adjuntos/control-alimentos/seguridad-microbiologica/normas-microbiologicas-alimentos-enero-2021.pdf

Moustafa, A. (1995). Chapter 18 - Salad Oil, Mayonnaise, and Salad Dressings. En D. R. Erickson (Ed.), *Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization* (pp. 314-338), Cincinnati, EE.UU: AOCS Press.

NCh 2731:2002 - Productos hidrobiológicos - Conservas - Determinación de mesófilos y termófilos aerobios y anaerobios.

NCh 3225:2011 – Elaboración de los alimentos – Buenas prácticas de manufactura – Requisitos.

Organización Panamericana de la Salud (PAHO). (2015). Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) y de Manufactura (BPM) - [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2015/cha-bpa-bpm.pdf>.

Pazlopez, C. (2014). Strategies for Small-Scale Production of Dried Apples and Hummus Products with Natural Ingredients.

Perrechil, F. A., Santana, R. C., Fasolin, L. H., Silva, C. A. S., Cunha, R. L. (2010). Rheological and Structural Evaluations of Commercial Italian Salad Dressings. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(2), 477 - 482.

Pourkomialian, B. (2000). Chapter 13 - Sauces and dressings. *The Stability and Shelf-Life of Food* (pp. 311-331), Frankfurt, Alemania: Woodhead Publishing Limited.

Ramirez, J. (2006). *Fundamentos de Reología de Alimentos*. Recuperado de <https://studylib.es/doc/5654647/fundamentos-de-reolog%C3%ADa-de-alimentos>.

Remize, F. (2007). Chapter 4 – Spore – Forming Bacteria. Ed. Elsevier, Université de La Réunion, ESIROI, UMR, Qualisud, Saint-Denis, Réunion, pp. 99 – 117.

Sagdic, O., Tornuk, F., Karasu, S., Durak, M. Z., & Arici, M. (2017). Chapter 26 – Microbial ecology of mayonnaise, margarine, and sauces. En Anderson de Souza Sant'Ana (Ed.), *Quantitative Microbiology in Food Processing - Modeling the Effects of Processing Operations on Microbial Ecology of Foods* (pp.1-27), Estambul, Turquía: Wiley.

Schmidt, S. & Fontana, A. (2020). E: Water Activity Values of Select Food Ingredients and Products. *Water Activity in Foods*, 573-591.

SERNAPESCA (2021). *Manual de Inocuidad y Certificación. Parte II: Sección III Control de Exportación y Certificación*. [archivo PDF]. Recuperado de http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/parte_ii_seccion_iii_control_de_exportacion_y_certificacion_20210308.pdf

Sikora, M., Badrie, N., Deisingh, A. K. & Kowalski, S. (2008). Sauces and Dressings: A Review of Properties and Applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 50 – 77.

Simanca, M.M., Arteaga, M.R., De Paula, C. D., Mejía, M.C. & Montoya, M.M. (2007). Selection of the Best Formulation of Eggplant Dressing (*Solanum melongena L.*) with base in its Physicochemical and Microbiological Characteristics. *Temas Agrarios*, 12(2), 42 - 50.

Smith, D. & Stratton, J. (2006). Understanding GMPs for Sauces and Dressings, University of Nebraska-Lincoln Extension, 4.

Smittle, R. B. (2000). Microbiological safety of mayonnaise, salad dressings, and sauces produced in the United States: A review. *Journal of Food Protection*, 63(8): 1144-1153.

Subsecretaría de Salud Pública. (2015). *Instructivo Aplicación Lista de Chequeo BPM - Versión 04* [archivo PDF]. Recuperado de

<https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/Instructivo%20Aplicaci%C3%B3n%20Lista%20de%20Chequeo%20BPM%20versi%C3%B3n04%20MINSAL%202015.pdf>.

Tapia, M. S., Alzamora, S. M. & Chirife, J. Chapter 14 – Effects of water activity (aw) on microbial stability as a hurdle in food preservation. En Gustavo V. Barbosa-Cánovas, Anthony J. Fontana, Jr., Shelly J. Schmidt, and Theodore P. Labuza (Ed.), *Water Activity on Foods: Fundamentals and Applications* (pp.323-355), Caracas, Venezuela; Buenos Aires, Argentina: Wiley.

Touimi, G. B., Bennani, L., Berrada, S., Benboubker, M. & Bennani, B. (2019). Evaluation of hygienic conditions of food contact surfaces in a hospital kitchen in Morocco. *Iranian Journal of Microbiology*, 11(6): 527-534

UICN (2018). Guía de Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua. Quito – Ecuador:UICN [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia-monitoreo-participativo-calidad-agua-digital.pdf>.

Wallace, T.C., Murray R. & Zelman, K.M. (2016). The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus. *Nutrients*, 8(12), 766.

Wittig de Penna, E. (1981). *Evaluación sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos*. Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile. <https://books.google.cl/books?id=dRzsHAAACAAJ>

Yang, S. C., & Lai, L. S. (2003). DRESSINGS AND MAYONNAISE | Chemistry of the Products. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (pp. 1898–1903), Taiwan, China: Elsevier Science Ltd.

Zhong, Q. (2019). Chapter 18 - Food Rheology. En M. Kutz (Ed.), *Handbook of Farm, Dairy, and Food Machinery Engineering (Third Edition)* (pp. 461-481), Tennessee, EE.UU: Academic Press.

Zhu, Q., Pan, Y., Jia, X., Li, J., Zhang, M. & Yin, L. (2019). Review on the Stability Mechanism and Application of Water-in-Oil Emulsions Encapsulating Various Additives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1 – 16.

10. ANEXOS

Anexo 10.1: Lista de verificación de BPM acorde al Reglamento Sanitario de los Alimentos.

2. INSTALACIONES

	PARAMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
1	Los pisos y paredes se encuentran en buen estado de conservación, son de materiales impermeables, lisos, no absorbentes, lavables y atóxicos. (Art. 25)		
2	Los cielos y estructuras elevadas se encuentran en buen estado de conservación, de manera de reducir al mínimo la acumulación de suciedad, formación de mohos y de condensación, así como el desprendimiento de partículas. (Art. 25)		
3	Las ventanas y otras aberturas se encuentran en buen estado, de modo de reducir al mínimo la acumulación de suciedad y en caso necesario cuentan con malla contra insectos en buen estado de conservación. Puertas en buen estado y si procede con cierre automático (Art. 25)		
4	Todas las demás estructuras auxiliares están situadas de manera que no son causa de contaminación y en buen estado de conservación. (Art. 25)		
5	Las superficies de trabajo y los equipos que entran en contacto directo con los alimentos se encuentran en buen estado de conservación. (Art. 25)		
6 (*3)	Los sistemas de evacuación de aguas residuales se encuentran en buen estado de funcionamiento. (Art. 31)		
7	Acredita registros de las mantenciones preventivas de las instalaciones, equipos y utensilios. (Art. 69, 38, 25)		
8 (*1)	Abastecimiento de agua potable. (Art. 27) <input checked="" type="checkbox"/> Red pública. <input type="checkbox"/> Pozo particular (con sistema de potabilización, con autorización sanitaria y acreditando controles de cloro libre residual)		
9 (*1)	El sistema de distribución de agua y en caso de existir almacenamiento, cuenta (n) con instalaciones diseñadas y mantenidas de manera de prevenir la contaminación. (Art. 27)		

	PARAMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
10 {*4}	Los servicios higiénicos del personal se encuentran sin conexión directa con las zonas de preparación de alimentos y al igual que vestuarios, en condiciones de higiene y operación. (Art. 32)		
11	Existe ventilación adecuada para evitar el calor excesivo, la condensación de vapor de agua y la acumulación de polvo y para eliminar el aire contaminado. (Art. 35)		
12	La iluminación natural o artificial es adecuada (Art. 34)		
13	Los equipos de iluminación suspendidos sobre el material alimentario están protegidos para evitar la contaminación de alimento en caso de rotura. (Art. 34)		
14	Existe un lugar independiente de las zonas de elaboración o almacenamiento de alimentos, destinado a la disposición de desechos y materiales no comestibles. (Ej.: detergentes, sanitizantes, alimentos de descarte). (Art. 36, 51)		
15 (*2)	Se adoptan las medidas necesarias para la disposición adecuada y retiro oportuno de los desechos, de manera que no se acumulen en las zonas de manipulación de alimentos, ni constituyan focos de contaminación. (Art. 17)		
16	Los equipos de frío cuentan con sistema de control de temperatura y sus correspondientes registros. (Art. 37, 69)		

*** Factores Críticos**

3. LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN

1

	PARAMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
17	Existe un programa escrito de limpieza y sanitización (preoperacional y operacional). (Art. 41, 43, 44, 64, 69).		

	PARAMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
18	Los registros generados son coherentes con lo especificado en el programa. (Art. 69)		
19	Se adoptan las medidas necesarias para evitar la contaminación de los equipos después de limpiarse y desinfectarse. (Art.42)		
20	Los productos químicos que puedan representar un riesgo para la salud se mantienen separados de las áreas de manipulación de alimentos. (Art. 50, 51)		

4. CONTROL DE PLAGAS

	PARAMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
21	Existe un programa escrito de control de plagas y cuenta con los registros correspondientes. (Art. 47, 69)		
22	Se impide el acceso de plagas a los desechos. Se mantiene limpia la zona de almacenamiento de desechos y los receptáculos para su evacuación y almacenamiento (Art. 40)		
23	La empresa a cargo del programa de aplicación de agentes químicos o biológicos para el control de plagas cuenta con Autorización sanitaria. (Art. 48)		

5. HIGIENE DEL PERSONAL

	PARAMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
24	Existe un programa de higiene del personal y sus registros correspondientes. (Art. 55, 56, 60, 69)		
25	Se adoptan las medidas necesarias para evitar que el personal enfermo o que se sospeche que padece de una enfermedad que pueda transmitirse por los alimentos trabaje en las zonas de manipulación alimentos. Quien manipule alimentos debe ser capacitado en manipulación higiénica de los mismos e higiene personal. (Art. 52, 53)		

26	Los manipuladores mantienen adecuada limpieza personal y ropa acorde a sus funciones. (Art. 56)		
----	---	--	--

6. CAPACITACIÓN

	PARAMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
27	Existe un programa escrito y con sus registros correspondientes de capacitación del personal en materia de manipulación higiénica de los alimentos e higiene personal. (Art. 52, 69)		
28	Existe un programa escrito de capacitación del personal de aseo en técnicas de limpieza y sus registros correspondientes. (Art. 41, 69)		

7. MATERIAS PRIMAS

	PARAMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
29	Las materias primas utilizadas provienen de establecimientos autorizados y debidamente rotuladas y/o identificadas. (Art. 61, 96)		
30	El hielo, utilizado para la elaboración de los alimentos que tome contacto con ellos se fabrica con agua potable, se trata, manipula, almacena y utiliza protegiéndolo de la contaminación. (Art. 28)		
31	Existen registros de controles de las materias primas (características organolépticas, temperatura, condiciones de envase, etc.). (Art. 61, 69)		
32	Se cuenta con las especificaciones escritas para cada materia prima. (condiciones de almacenamiento, duración, uso, etc.		
33	Las materias primas se almacenan en condiciones que evitan su deterioro y contaminación (envases, temperatura, humedad, etc.). (Art. 62)		

8. PROCESOS Y PRODUCTOS TERMINADOS

	PARAMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
34	El flujo del personal, vehículos y de materias primas en las distintas etapas del proceso, es ordenado y conocido por todos los que participan en la elaboración, para evitar contaminación cruzada. (Art. 63)		

	PARAMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
35	Se cuenta con procedimientos escritos de los procesos (formulación del producto, flujos de operación, procesos productivos). (Art. 3, 11, 63, 66, 69, 132)		
36	Los productos se almacenan en condiciones que eviten su deterioro y contaminación (envases, temperatura, humedad, etc.). (Art. 11, 67)		
37	La distribución de los productos terminados se realiza en vehículos autorizados, limpios y en buen estado. (Art. 11, 68)		
38	Para envasar los productos se utilizan materiales adecuados, los cuales son mantenidos en condiciones que eviten su contaminación. (Art. 11, 123)		
39	Los productos se etiquetan de acuerdo a las exigencias reglamentarias. (Art. 107 al 121)		

9. PUNTAJE OBTENIDO (PO):

10. PUNTAJE MÁXIMO APLICABLE AL ESTABLECIMIENTO (PM): 78

11. PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO: $PO / PM \times 100$

12. RESULTADO DE LA FISCALIZACIÓN

PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	
----------------------------	--

Anexo 10.2: Ficha de trabajo evaluación sensorial.

Ficha de trabajo:

Nombre:

Producto:

Sírvase degustar las muestras que se presentan.
Valórelas en escala del 1 al 9 según el parámetro evaluado:

Fecha:	
Hora:	
Características	Nota (1-9)
Color	
Olor	
Sabor	
Textura	

Fecha:	
Hora:	
Características	Nota (1-9)
Color	
Olor	
Sabor	
Textura	

Fecha:	
Hora:	
Características	Nota (1-9)
Color	
Olor	
Sabor	
Textura	

Fecha:	
Hora:	
Características	Nota (1-9)
Color	
Olor	
Sabor	
Textura	

Anexo 10.3: Tabla test de valoración de calidad de Karlsruhe para aderezo, picayuyo y colado de cohayuyo y para pasta de garbanzo y hummus. Se realizó modificación de la tabla eliminando la característica “Forma”.

Características	Calidad grado 1: Características típicas			Calidad grado 2: Deterioro tolerable			Calidad grado 3: Deterioro indeseable		
	Excelente	Muy buena	Buena	Satisfactoria	Regular	Suficiente	Defectuosa	Mala	Muy mala
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Color	Natural, típico, excepcional, agradable, brillante.	Brillante, natural, típico, algunas unidades más o menos coloreadas.	Natural, típico, algo pálido u oscuro, pocas unidades más coloreadas.	Ligeramente alterado, por ej., algo claro o algo oscuro.	Aparece alterado, por ej., ligeramente descompensado.	La superficie aparece teñida. por ej., con estrías de otro tono. No es desagradable.	Superficie intensamente teñida, por ej., grisácea o azulada.	Superficie intensamente teñida. El color típico ha desaparecido.	Superficie intensamente teñida, color francamente alterado repugnante.
Olor	Específico de la especie, excepcionalmente pronunciado.	Específico de la especie, completo, intenso.	Específicos de la especie, bueno.	Levemente perjudicado, normal, por ej., ligeramente plano, no redondeado.	Daño todavía aceptable. por ej., bastante plano, áspero perfumado, ligeramente a pasto.	Claramente dañado, por ej., insípido perfumado, olor a humo, enmohecido.	Alterado. Por ej., completamente disminuido, rancio, fermentado. No típico.	Alterado, desagradable. Todavía no repulsivo, rancio a pescado, intenso a heno.	Extraño, desagradable, putrefacto, fermentado. Francamente deteriorado.
Sabor	Específico de la especie, excepcionalmente pronunciado.	Específico de la especie, completo, intenso.	Específicos de la especie.	Levemente perjudicado, normal, por ej., ligeramente plano, no redondeado.	Daño todavía aceptable. Por ej., bastante plano, áspero, perfumado, ligeramente a pasto.	Claramente dañado, perfumado, sabor a heno, enmohecido	Alterado. Por ej., completamente disminuido, rancio, fermentado. No típico.	Alterado, desagradable. Todavía no repulsivo, rancio a pescado, intenso a heno.	Extraño, desagradable, putrefacto, fermentado. Francamente deteriorado.
Textura	Excepcionalmente buena, típica, por ej., firme, muy tierna, turgente, jugoso.	Muy buena, típica, por ej., dura, firme, tierna.	Buena, típica, por ej., dura, firme, tierna.	Normal, ligeramente alterada. Levemente reblandecida, por ej., continúa tierna.	Alterada, dejando al producto aceptable. Por ej., ligera desuniformidad, muy blanda, muy dura.	Claramente alterada. Por ej., desuniformidad: muy dura, ligeramente acuosa, cutícula dura.	Claramente alterada, modificada. Muy desuniforme: muy blanda, muy dura, resistente, espesa, viscosa, como suela.	Desagradablemente modificada, por ej., completamente deshecha, hasta puré, muy licuada, intensamente dura.	Repugnante

Anexo 10.4: Criterios microbiológicos (planes de muestreo, límites y determinaciones microbiológicas) para los productos analizados. Información obtenida en su gran mayoría del Artículo 173 del RSA.

Aderezo de cochayuyo	<p>13.2.- KETCHUP, SALSA Y CONDIMENTO DE MOSTAZA, SALSA DE TOMATE PASTEURIZADA Y/O PRESERVADA, SALSA DE AJI Y ADEREZOS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Parámetro</th> <th colspan="3">Plan de muestreo</th> <th colspan="4">Límite por gramo</th> </tr> <tr> <th>Categoría</th> <th>Clases</th> <th>n</th> <th>c</th> <th>m</th> <th>M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mohos</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>10²</td> <td>10³</td> </tr> <tr> <td>Levaduras</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>10²</td> <td>10³</td> </tr> </tbody> </table> <p>15.2.- COMIDAS Y PLATOS MIXTOS CON INGREDIENTE(S) CRUDO(S) Y/O COCIDO(S), INCLUIDOS EMPAREADOS.²⁰⁰</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Parámetro</th> <th rowspan="2">Categoría</th> <th colspan="3">Plan de muestreo</th> <th colspan="3">Límite por gramo</th> </tr> <tr> <th>Clases</th> <th>n</th> <th>c</th> <th>m</th> <th>M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rcto. Aerobios Mesóf. (*)</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>10⁵</td> <td>10⁶</td> </tr> <tr> <td>E.coli</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>50</td> <td>5x10²</td> </tr> <tr> <td>S. aureus</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>50</td> <td>5x10²</td> </tr> <tr> <td>B. cereus (**)</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>5x10²</td> <td>5x10³</td> </tr> <tr> <td>C. perfringens (***)</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>50</td> <td>5x10²</td> </tr> <tr> <td>Salmonella en 25 g</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Excepto con ingredientes fermentados o madurados con cultivos bacterianos y/o vegetales crudos de las tablas 14.1 y 14.2 del presente artículo.²⁰¹ (**) Sólo con arroz. (***) Sólo con carnes.</p>	Parámetro	Plan de muestreo			Límite por gramo				Categoría	Clases	n	c	m	M	Mohos	5	3	5	2	10 ²	10 ³	Levaduras	5	3	5	2	10 ²	10 ³	Parámetro	Categoría	Plan de muestreo			Límite por gramo			Clases	n	c	m	M	Rcto. Aerobios Mesóf. (*)	3	3	5	1	10 ⁵	10 ⁶	E.coli	6	3	5	1	50	5x10 ²	S. aureus	6	3	5	1	50	5x10 ²	B. cereus (**)	6	3	5	1	5x10 ²	5x10 ³	C. perfringens (***)	6	3	5	1	50	5x10 ²	Salmonella en 25 g	10	2	5	0	0	---
Parámetro	Plan de muestreo			Límite por gramo																																																																																
	Categoría	Clases	n	c	m	M																																																																														
Mohos	5	3	5	2	10 ²	10 ³																																																																														
Levaduras	5	3	5	2	10 ²	10 ³																																																																														
Parámetro	Categoría	Plan de muestreo			Límite por gramo																																																																															
		Clases	n	c	m	M																																																																														
Rcto. Aerobios Mesóf. (*)	3	3	5	1	10 ⁵	10 ⁶																																																																														
E.coli	6	3	5	1	50	5x10 ²																																																																														
S. aureus	6	3	5	1	50	5x10 ²																																																																														
B. cereus (**)	6	3	5	1	5x10 ²	5x10 ³																																																																														
C. perfringens (***)	6	3	5	1	50	5x10 ²																																																																														
Salmonella en 25 g	10	2	5	0	0	---																																																																														
Cochayuyo (Información extraída “Manual de Inocuidad y Certificación SERNAPESCA”)	<p>1.1.18. ALGAS Y SUS DERIVADOS</p> <p>Tabla <i>Planes de muestreo y determinaciones microbiológicas</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Parámetro</th> <th rowspan="2">Límite</th> <th colspan="2">Plan de Muestreo¹⁸</th> <th rowspan="2">Número de Análisis</th> </tr> <tr> <th>n</th> <th>c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recuento total</td> <td>m = 10⁵ M = 5 x 10⁵</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Hongos y Levaduras</td> <td>m = 10² M = 10³</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Parámetro	Límite	Plan de Muestreo ¹⁸		Número de Análisis	n	c	Recuento total	m = 10 ⁵ M = 5 x 10 ⁵	5	2	5	Hongos y Levaduras	m = 10 ² M = 10 ³																																																																					
Parámetro	Límite			Plan de Muestreo ¹⁸			Número de Análisis																																																																													
		n	c																																																																																	
Recuento total	m = 10 ⁵ M = 5 x 10 ⁵	5	2	5																																																																																
Hongos y Levaduras	m = 10 ² M = 10 ³																																																																																			
Agua purificada	<p>16.4.- AGUAS MINERALES Y AGUAS ENVASADAS²⁰⁵</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Parámetro</th> <th rowspan="2">Categoría</th> <th colspan="3">Plan de muestreo</th> <th colspan="3">Límite por ml</th> </tr> <tr> <th>Clases</th> <th>n</th> <th>c</th> <th>m</th> <th>M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rcto. Aerobios Mesóf.</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>25</td> <td>10²</td> </tr> <tr> <td>E.Coli en 100 ml</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetro	Categoría	Plan de muestreo			Límite por ml			Clases	n	c	m	M	Rcto. Aerobios Mesóf.	3	3	5	2	25	10 ²	E.Coli en 100 ml	10	2	5	0	0	---																																																								
Parámetro	Categoría			Plan de muestreo			Límite por ml																																																																													
		Clases	n	c	m	M																																																																														
Rcto. Aerobios Mesóf.	3	3	5	2	25	10 ²																																																																														
E.Coli en 100 ml	10	2	5	0	0	---																																																																														
Limón Natural	<p>14.1.- FRUTAS Y VERDURAS FRESCAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Parámetro</th> <th colspan="3">Plan de muestreo</th> <th colspan="4">Límite por gramo</th> </tr> <tr> <th>Categoría</th> <th>Clases</th> <th>n</th> <th>c</th> <th>m</th> <th>M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E. coli</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>10²</td> <td>10³</td> </tr> <tr> <td>Salmonella en 25 g</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetro	Plan de muestreo			Límite por gramo				Categoría	Clases	n	c	m	M	E. coli	5	3	5	2	10 ²	10 ³	Salmonella en 25 g	10	2	5	0	0	---																																																							
Parámetro	Plan de muestreo			Límite por gramo																																																																																
	Categoría	Clases	n	c	m	M																																																																														
E. coli	5	3	5	2	10 ²	10 ³																																																																														
Salmonella en 25 g	10	2	5	0	0	---																																																																														
Pasta de garbanzos	<p>18. CONSERVAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Parámetro</th> <th colspan="3">Plan de muestreo</th> <th colspan="4">Límite por gr/ml</th> </tr> <tr> <th>Categoría</th> <th>Clases</th> <th>n</th> <th>c</th> <th>m</th> <th>M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Microorg Mesófilos Aerobios y Anaerobios (*)</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Microorg. Termófilos Aerobios y Anaerobios (**)</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) 5 Unidades se incuban a 35°C por 10 días. (**) 5 Unidades se incuban a 55°C por 5 días.</p>	Parámetro	Plan de muestreo			Límite por gr/ml				Categoría	Clases	n	c	m	M	Microorg Mesófilos Aerobios y Anaerobios (*)	10	2	5	0	0	---	Microorg. Termófilos Aerobios y Anaerobios (**)	10	2	5	0	0	---																																																							
Parámetro	Plan de muestreo			Límite por gr/ml																																																																																
	Categoría	Clases	n	c	m	M																																																																														
Microorg Mesófilos Aerobios y Anaerobios (*)	10	2	5	0	0	---																																																																														
Microorg. Termófilos Aerobios y Anaerobios (**)	10	2	5	0	0	---																																																																														

Garbanzos	14.7.- FRUTAS Y VERDURAS DESECADAS O DESHIDRATADAS						
		Plan de muestreo				Límite por gramo	
	Parámetro	Categoría	Clases	n	c	m	M
	Mohos	3	3	5	2	10 ²	10 ³
	Levaduras	3	3	5	2	10 ²	10 ³
Perejil	14.1.- FRUTAS Y VERDURAS FRESCAS						
		Plan de muestreo			Límite por gramo		
	Parámetro	Categoría	Clases	n	c	m	M
	E. coli	5	3	5	2	10 ²	10 ³
	Salmonella en 25 g	10	2	5	0	0	---
Caldo de verduras, ajo, tahine y garam masala	13.3.- ESPECIAS Y CONDIMENTOS ¹⁹⁵						
		Plan de muestreo			Límite por gramo		
	Parámetro	Categoría	Clases	n	c	m	M
	Rcto. Aerobios Mesóf.	2	3	5	2	10 ⁶	10 ⁷
	Mohos	5	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵
C. perfringens	5	3	5	2	10 ²	10 ³	
Salmonella en 50 g	10	2	5	0	0	---	

Anexo 10.5: Requisitos internos de parámetros microbiológicos y tablas de calificación para controles higiénicos sanitarios en superficies y ambientes de trabajo

Superficies:

Recuento de aeróbios mesófilos (UFC/25 cm ²)	Condición Higiénica	Recuento de Enterobacterias (UFC/25 cm ²)	Condición Higiénica
< 10	Excelente	< 1	Excelente
11-50	Buena	1-10	Regular
51-100	Regular	> 10	Mala
101-150	Mala		
> 150	Muy mala		

Referencias: ABC Research Corporation – USA; Hars, E. Aplicación de medidas generales de higiene en la práctica – limpieza, descontaminación y desinfección de locales y materiales. HMS, España; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Universidad de Valladolid, España; SAG, Ministerio Agricultura Chile; Requisito interno.

Ambientes:

Recuento de aerobios mesófilos (ufc/15 min)	100 máximo
Recuento de Mohos y levaduras (ufc/15 min)	50 máximo

Interpretación de calificación. Referencias: Wanner y cols 1993; European Communities Commission 1993; Moragas y cols, 2019, Normas Microbiológicas Real Decreto 135/2010.

Anexo 10.6: Análisis estadístico resultados obtenidos antes y después de la implementación de las BPM.

Tabla N°20: Análisis de materias primas previo y posterior a las BPM

Materia Prima	Microorganismos Analizados		Resultados (UFC/g o ml)					Promedio ± D.S (UFC/g o ml)	p < 0,05	
Cochayuyo	RAM	Pre BPM	4,4x10 ⁵	5,1x10 ⁵	3,2x10 ⁵	2,3x10 ⁵	4,8x10 ⁵	4,0 x 10 ⁵ ± 117601	****	
		Post BPM	1,9x10 ³	3,2x10 ³	2,4x10 ³	1,4x10 ³	2,8x10 ³		2,3 x 10 ³ ± 713	p < 0,0001
	Mohos	Pre BPM	7,2x10 ²	6,5x10 ²	8,1x10 ²	7,1x10 ²	7,5x10 ²	7,3 x 10 ² ± 58	****	
		Post BPM	4,0x10 ¹	4,0x10 ¹	2,0x10 ¹	< 10	2,0x10 ¹		2,4 x 10 ¹ ± 17	p < 0,0001
	Levaduras	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A	
		Post BPM	1,0x10 ¹	1,0x10 ¹	1,0x10 ¹	< 10	< 10	6,0 ± 5	N.A	
	<i>L. monocytogenes</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A	
		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A	
	<i>Salmonella</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A	
		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A	
	Agua	RAM	Pre BPM	2,5x10 ¹	1,2x10 ¹	1,5x10 ¹	9,0	2,1x10 ¹	1,6 x 10 ¹ ± 7	n.s
			Post BPM	2,2x10 ¹	1,2x10 ¹	1,9x10 ¹	9,0	1,0x10 ¹		
<i>E. coli</i>		Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A	
Limón Natural	<i>E. coli</i>	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A	
	<i>Salmonella</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A	
		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A	
Garbanzos	Mohos	Pre BPM	< 10	1,0x10 ¹	< 10	< 10	< 10	2,0 ± 4	n.s	
		Post BPM	< 10	1,0x10 ¹	< 10	1,0x10 ¹	1,0x10 ¹			6,0 ± 5
	Levaduras	Pre BPM	7,4x10 ³	8,2x10 ³	7,3x10 ³	8,6x10 ³	7,4x10 ³	7,8 x 10 ³ ± 585	****	
		Post BPM	2,1x10 ²	7,5x10 ¹	3,4x10 ²	8,9x10 ¹	9,5x10 ¹		1,6 x 10 ² ± 113	p < 0,0001
	<i>E. coli</i>	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A	
	<i>Salmonella</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A	
		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A	
Perejil	<i>E. coli</i>	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A	
	<i>Salmonella</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A	

		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	
Caldo de verduras	RAM	Pre BPM	3,3x10 ²	1,8x10 ²	1,2x10 ²	3,6x10 ²	2,4x10 ²	2,5 x 10 ² ± 100	n.s
		Post BPM	1,7x10 ²	1,8x10 ²	1,2x10 ²	2,1x10 ²	1,8x10 ²	1,7 x 10 ² ± 33	
	Mohos	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
	<i>C. perfringens</i>	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
	<i>Salmonella</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A
		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	
Ajo	RAM	Pre BPM	1,5x10 ⁴	1,4x10 ⁴	2,1x10 ⁴	1,8x10 ⁴	2,3x10 ⁴	1,8 x 10 ⁴ ± 3834	n.s
		Post BPM	3,0x10 ⁴	1,4x10 ⁴	2,1x10 ⁴	3,2x10 ⁴	2,9x10 ⁴	2,5 x 10 ⁴ ± 7530	
	Mohos	Pre BPM	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300	****
		Post BPM	1,3x10 ²	90	1,2x10 ²	1,3x10 ²	1,2x10 ²	1,2 x 10 ² ± 16	p < 0,0001
	<i>C. perfringens</i>	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
	<i>Salmonella</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A
		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	
Garam masala	RAM	Pre BPM	3,6x10 ³	3,6x10 ³	5,5x10 ³	4,6x10 ³	5,1x10 ³	4,2 x 10 ³ ± 344	****
		Post BPM	4,5x10 ²	5,1x10 ²	4,8x10 ²	5,3x10 ²	4,1x10 ²	4,8 x 10 ² ± 48	p < 0,0001
	Mohos	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
	<i>C. perfringens</i>	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
	<i>Salmonella</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A
		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	
Tahine	RAM	Pre BPM	4,5x10 ³	3,9x10 ³	4,0x10 ³	4,7x10 ³	4,1x10 ³	4,5 x 10 ³ ± 864	*
		Post BPM	1,5x10 ³	3,9x10 ³	4,0x10 ³	2,3x10 ³	3,5x10 ³	3,0 x 10 ³ ± 1095	p < 0,04
	Mohos	Pre BPM	1,0x10 ¹	1,5x10 ¹	2,0x10 ¹	< 10	6,0x10 ¹	2,1 x 10 ¹ ± 23	n.s
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	1,0x10 ¹	2,0x10 ¹	6,0 ± 9	
	<i>C. perfringens</i>	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	N.A
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
	<i>Salmonella</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	N.A
		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	

N.A: No Aplica; n.s: No Significativo. En rojo valores que no cumplen con lo indicado en el RSA Artículo N°173.

Tabla N°21: Análisis de superficies previo y posterior a las BPM

Superficies	Microorganismos Analizados	Resultado Pre BPM ± D.S (UFC/g)	Condición Higiénica	Resultado Post BPM ± D.S (UFC/g)	Condición Higiénica	p < 0,05
Mesón largo (esq. Izq)	RAM	> 150	Muy Mala	$8,7 \times 10^1 \pm 6$	Regular	**** p < 0,0001
	Enterobacterias	> 10	Mala	$2,0 \pm 1$	Regular	**** p < 0,0001
Mesón largo (esq. Der)	RAM	> 150	Muy Mala	$1,3 \times 10^2 \pm 20$	Mala	n.s
	Enterobacterias	> 10	Mala	$1,0 \times 10^1 \pm 2$	Regular	n.s
Mesón largo (centro)	RAM	$1,5 \times 10^2 \pm 7$	Mala	$9,7 \times 10^1 \pm 6$	Regular	*** p < 0,0007
	Enterobacterias	> 10	Mala	< 1	Excelente	N.A
Lavaplatos (bordes)	RAM	> 150	Muy Mala	$1,4 \times 10^2 \pm 8$	Mala	* p < 0,0381
	Enterobacterias	> 10	Mala	$1,0 \pm 1$	Regular	**** p < 0,0001
Lavaplatos (fondo)	RAM	> 150	Muy Mala	$1,4 \times 10^2 \pm 12$	Mala	n.s
	Enterobacterias	> 10	Mala	$6,0 \pm 1$	Regular	*** p < 0,0004
Olla con teflón	RAM	> 150	Muy Mala	$1,3 \times 10^1 \pm 6$	Buena	**** p < 0,0001
	Enterobacterias	> 10	Mala	< 1	Excelente	N.A
Olla metálica	RAM	$1,5 \times 10^2 \pm 2$	Mala	$1,7 \times 10^1 \pm 6$	Buena	**** p < 0,0001
	Enterobacterias	> 10	Mala	< 1	Excelente	N.A
Bowl de mezcla (preparación)	RAM	> 150	Muy Mala	$5,3 \times 10^1 \pm 31$	Regular	** p < 0,0054
	Enterobacterias	> 10	Mala	< 1	Excelente	N.A
Bowl cuadrado metálico	RAM	> 150	Muy Mala	$4,7 \times 10^1 \pm 24$	Buena	** p < 0,0016
	Enterobacterias	> 10	Mala	$8,0 \pm 3$	Regular	n.s
Espátula de madera	RAM	> 150	Muy Mala	$3,7 \times 10^1 \pm 21$	Buena	*** p < 0,0007
	Enterobacterias	> 10	Mala	$1,0 \pm 1$	Regular	**** p < 0,0001
Espátula plástica	RAM	> 150	Muy Mala	$2,7 \times 10^1 \pm 6$	Buena	**** p < 0,0001
	Enterobacterias	$5,0 \pm 1$	Regular	< 1	Excelente	*** p < 0,0010
Tabla para picar (plástica) 1	RAM	> 150	Muy Mala	$5,0 \times 10^1 \pm 10$	Buena	**** p < 0,0001
	Enterobacterias	> 10	Mala	$9,0 \pm 2$	Regular	n.s
Tabla para picar (plástica) 2	RAM	> 150	Muy Mala	$4,3 \times 10^1 \pm 8$	Buena	**** p < 0,0001

	Enterobacterias	> 10	Mala	4,0 ± 1	Regular	*** p < 0,0005
Tabla para picar (plástica) 3	RAM	> 150	Muy Mala	3,6 x 10 ¹ ± 8	Buena	**** p < 0,0001
	Enterobacterias	> 10	Mala	5,0 ± 2	Regular	** p < 0,0038
Cuchillo 1	RAM	9,7 x 10 ¹ ± 10	Regular	3,3 x 10 ¹ ± 21	Buena	* p < 0,0132
	Enterobacterias	1,0 x 10 ¹ ± 1	Regular	1,0 ± 1	Regular	*** p < 0,0003
Cuchillo 2	RAM	1,4 x 10 ² ± 10	Mala	6,3 x 10 ¹ ± 21	Regular	** p < 0,0043
	Enterobacterias	7,0 ± 1	Regular	1,0 ± 1	Regular	** p < 0,0013
Cuchillo 3	RAM	1,1 x 10 ² ± 6	Mala	7,7 x 10 ¹ ± 12	Regular	* p < 0,0161
	Enterobacterias	6,0 ± 1	Regular	< 1	Excelente	n.s
Lama entrada de planta	RAM	3,3 x 10 ¹ ± 12	Buena	< 10	Excelente	** p < 0,0075
	Enterobacterias	1,0 ± 1	Regular	< 1	Excelente	n.s
Lama salida de planta	RAM	> 150	Muy Mala	1,3 x 10 ¹ ± 12	Buena	**** p < 0,0001
	Enterobacterias	> 10	Mala	1,0 ± 1	Regular	n.s
Máquina para envasar	RAM	> 150	Muy Mala	2,3 x 10 ¹ ± 12	Buena	**** p < 0,0001
	Enterobacterias	> 10	Mala	1,0 ± 0	Regular	N.A

N.A: No Aplica; n.s: No significativo

Tabla N°22: Análisis de ambientes previo y posterior a las BPM

Ambiente	Microorganismos Analizados	Resultado Pre BPM \pm D.S (UFC/g)	Resultado Post BPM \pm D.S (UFC/g)	p < 0,05
Mesón largo (esq. Izq)	RAM	3,0 \pm 2	1,0 \pm 1	n.s
	Mohos	1,0 \pm 1	< 1	*
	Levaduras	< 1	< 1	p < 0,01 N.A
Mesón largo (esq. Der)	RAM	3,0 \pm 3	2,0 \pm 1	n.s
	Mohos	3,0 \pm 2	2,0 \pm 1	n.s
	Levaduras	< 1	< 1	N.A
Mesón entre autoclaves	RAM	4,0 \pm 2	2,0 \pm 1	n.s
	Mohos	1,0 \pm 0	< 1	N.A
	Levaduras	< 1	< 1	N.A
Cocina y Marmita	RAM	3,0 \pm 0	2,0 \pm 1	*
	Mohos	3,0 \pm 2	1,0 \pm 1	p < 0,01 n.s
	Levaduras	< 1	< 1	N.A
Lavaplatos (bordes)	RAM	7,0 \pm 1	3,0 \pm 1	**
	Mohos	7,0 \pm 3	4,0 \pm 1	p < 0,008 n.s
	Levaduras	< 1	< 1	N.A

N.A: No Aplica; n.s: No Significativo

Tabla N°23: Análisis del estudio de estabilidad microbiológica del aderezo de cohayuyo previo y posterior a las BPM (a 35°C)

Materia Prima	Microorganismos Analizados		Resultados (UFC/g o ml)					Promedio ± D.S (UFC/g o ml)	Cumplimiento (Según RSA)	p < 0,05	
Aderezo de Cochayuyo Tiempo 0	RAM	Pre BPM	2,1x10 ³	1,9x10 ³	2,1x10 ³	2,5x10 ³	1,2x10 ³	2,0 x 10 ³ ± 477	Cumple	****	
		Post BPM	1,2x10 ²	2,0x10 ²	9,0x10 ¹	1,5x10 ²	2,2x10 ²	1,6 x 10 ² ± 54	Cumple	p < 0,0001	
	<i>E. coli</i>	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
	<i>S. aureus</i>	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
	Mohos	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
	Levaduras	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
	<i>L. monocytogenes</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	Cumple	N.A	
		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	Cumple	N.A	
	<i>Salmonella</i>	Pre BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	Cumple	N.A	
		Post BPM	A	A	A	A	A	Ausencia	Cumple	N.A	
	Tiempo 30	RAM	Pre BPM	5,6x10 ³	4,4x10 ³	5,3x10 ³	4,3x10 ³	3,4x10 ³	4,6 x 10 ³ ± 875	Cumple	****
			Post BPM	6,5x10 ²	5,5x10 ²	3,3x10 ²	6,7x10 ²	5,6x10 ²	5,5 x 10 ² ± 135	Cumple	p < 0,0001
Mohos		Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
Levaduras		Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
Tiempo 60	RAM	Pre BPM	8,7x10 ³	9,3x10 ³	1,8x10 ⁴	2,3x10 ⁴	6,2x10 ³	1,3 x 10 ⁴ ± 7131	Cumple	**	
		Post BPM	7,8x10 ²	8,9x10 ²	9,2x10 ²	8,0x10 ²	8,8x10 ²	8,5 x 10 ² ± 61	Cumple	p < 0,0051	
	Mohos	Pre BPM	1,0x10 ¹	1,0x10 ¹	2,0x10 ¹	1,5x10 ¹	2,0x10 ¹	1,5 x 10 ¹ ± 5	Cumple	**	
		Post BPM	3,0	< 10	6,0	1,0	4,0	3,0 ± 2	Cumple	p < 0,0012	
	Levaduras	Pre BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
		Post BPM	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Cumple	N.A	
Tiempo 90	RAM	Pre BPM	2,9x10 ⁴	2,5x10 ⁴	3,6x10 ⁴	4,2x10 ⁴	1,5x10 ⁴	2,9 x 10 ⁴ ± 10359	Cumple	***	
		Post BPM	1,9x10 ³	1,4x10 ³	2,3x10 ³	2,9x10 ³	2,1x10 ³	2,1 x 10 ³ ± 550	Cumple	p < 0,0004	
	Mohos	Pre BPM	6,0x10 ¹	5,0x10 ¹	5,0x10 ¹	5,0x10 ¹	5,0x10 ¹	5,2 x 10 ¹ ± 4	Cumple	****	
		Post BPM	2,0x10 ¹	1,0x10 ¹	2,5x10 ¹	1,0x10 ¹	1,2x10 ¹	1,5 x 10 ¹ ± 7	Cumple	p < 0,0001	
	Levaduras	Pre BPM	1,0x10 ¹	2,0x10 ¹	3,0x10 ¹	3,0x10 ¹	3,0x10 ¹	2,2 x 10 ¹ ± 13	Cumple	*	

		Post BPM	1,0	3,0	6,0	5,0	3,0	4,0 ± 2	Cumple	p < 0,0142
Tiempo 120	RAM	Pre BPM	7,7x10 ⁴	8,5x10 ⁴	9,5x10 ⁴	1,5x10 ⁵	5,4x10 ⁴	9,2 x 10 ⁴ ± 35675	Cumple	***
		Post BPM	5,4x10 ³	6,5x10 ³	4,7x10 ³	6,4x10 ³	5,6x10 ³	5,7 x 10 ³ ± 746	Cumple	p < 0,0006
	Mohos	Pre BPM	4,0x10 ¹	6,0x10 ¹	5,0x10 ¹	5,0x10 ¹	5,0x10 ¹	5,0 x 10 ¹ ± 7	Cumple	*
		Post BPM	3,2x10 ¹	2,2x10 ¹	4,6x10 ¹	4,5x10 ¹	3,2x10 ¹	3,5 x 10 ¹ ± 10	Cumple	p < 0,0293
	Levaduras	Pre BPM	2,0x10 ¹	2,0x10 ¹	1,0x10 ¹	2,0x10 ¹	5,0x10 ¹	2,4 x 10 ¹ ± 15	Cumple	n.s
		Post BPM	2,0x10 ¹	1,0x10 ¹	2,7x10 ¹	1,0x10 ¹	1,2x10 ¹	1,6 x 10 ¹ ± 7	Cumple	
Tiempo 150	RAM	Pre BPM	3,7x10 ⁵	4,3x10 ⁵	5,7x10 ⁵	6,3x10 ⁵	7,8x10 ⁴	4,2 x 10 ⁵ ± 215678	No Cumple	**
		Post BPM	8,7x10 ³	7,7x10 ³	9,8x10 ³	9,7x10 ³	8,9x10 ³	9,0 x 10 ³ ± 853	Cumple	p < 0,0029
	Mohos	Pre BPM	1,4x10 ²	1,1x10 ²	1,8x10 ²	2,1x10 ²	2,0x10 ²	1,7 x 10 ² ± 42	No Cumple	***
		Post BPM	4,8x10 ¹	3,4x10 ¹	5,3x10 ¹	5,6x10 ¹	4,8x10 ¹	4,8 x 10 ¹ ± 8	Cumple	p < 0,0002
	Levaduras	Pre BPM	4,0x10 ¹	6,0x10 ¹	4,0x10 ¹	4,0x10 ¹	4,0x10 ¹	4,4 x 10 ¹ ± 9	Cumple	*
		Post BPM	3,0x10 ¹	2,0x10 ¹	4,3x10 ¹	2,3x10 ¹	1,6x10 ¹	2,6 x 10 ¹ ± 11	Cumple	p < 0,0219
Tiempo 180	RAM	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	1,2x10 ⁴	2,3x10 ⁴	2,2x10 ⁴	1,5x10 ⁴	2,2x10 ⁴	1,9 x 10 ⁴ ± 4970	Cumple	
	Mohos	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	6,2x10 ¹	5,1x10 ¹	6,6x10 ¹	6,9x10 ¹	5,2x10 ¹	6,0 x 10 ¹ ± 8	Cumple	
	Levaduras	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	3,0x10 ¹	3,5x10 ¹	5,5x10 ¹	3,6x10 ¹	2,1x10 ¹	3,5 x 10 ¹ ± 12	Cumple	
Tiempo 210	RAM	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	3,4x10 ⁴	4,0x10 ⁴	4,4x10 ⁴	3,7x10 ⁴	4,4x10 ⁴	4,0 x 10 ⁴ ± 4382	Cumple	
	Mohos	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	7,5x10 ¹	6,2x10 ¹	9,8x10 ¹	7,8x10 ¹	5,9x10 ¹	7,4 x 10 ¹ ± 16	Cumple	
	Levaduras	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	5,0x10 ¹	5,4x10 ¹	7,8x10 ¹	6,2x10 ¹	3,9x10 ¹	5,7 x 10 ¹ ± 15	Cumple	
Tiempo 240	RAM	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	6,2x10 ⁴	6,2x10 ⁴	8,2x10 ⁴	6,8x10 ⁴	6,7x10 ⁴	6,8 x 10 ⁴ ± 8198	Cumple	
	Mohos	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	1,0x10 ²	7,5x10 ¹	1,2x10 ²	8,5x10 ¹	7,0x10 ¹	9,0 x 10 ¹ ± 20	Cumple	
	Levaduras	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	6,0x10 ¹	6,7x10 ¹	8,2x10 ¹	8,1x10 ¹	5,0x10 ¹	6,8 x 10 ¹ ± 14	Cumple	
Tiempo 270	RAM	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	2,2x10 ⁵	9,7x10 ⁴	9,5x10 ⁴	9,2x10 ⁴	9,9x10 ⁴	1,2 x 10 ⁵ ± 55626	Cumple	
	Mohos	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A

		Post BPM	1,4x10 ²	9,5x10 ¹	1,6x10 ²	9,9x10 ¹	8,4x10 ¹	1,2 x 10 ² ± 33	Cumple	
	Levaduras	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	6,0x10 ¹	7,0x10 ¹	8,9x10 ¹	8,9x10 ¹	6,3x10 ¹	7,4 x 10 ¹ ± 14	Cumple	
Tiempo 300	RAM	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	4,8x10 ⁵	3,2x10 ⁵	2,1x10 ⁵	2,1x10 ⁵	2,6x10 ⁵	3,0 x 10 ⁵ ± 112383	No Cumple	N.A
	Mohos	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	1,8x10 ²	1,3x10 ²	2,1x10 ²	1,5x10 ²	1,0x10 ²	1,5 x 10 ² ± 42	No Cumple	N.A
	Levaduras	Pre BPM	--	--	--	--	--	--		N.A
		Post BPM	8,0x10 ¹	9,0x10 ¹	9,4x10 ¹	1,0x10 ²	7,0x10 ¹	8,7 x 10 ¹ ± 12	Cumple	

N.A: No Aplica; n.s: No Significativo

En rojo valores que no cumplen con lo indicado en el RSA Artículo N°173.

Anexo 10.7: Resultados análisis fisicoquímicos antes y después de la implementación de las BPM.

10.7.1 Antes de la implementación de BPM

Tabla N°24: Medición de pH durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones

Tiempo (días)	Aderezo de Cochayuyo pH (n=5) ± D.S	Pasta de Garbanzo pH (n=5) ± D.S
0	4,4 ± 0,04	6,2 ± 0,01
30	4,5 ± 0,04	6,2 ± 0,01
60	4,5 ± 0,03	6,2 ± 0,01
90	4,5 ± 0,03	N.A
120	4,5 ± 0,02	N.A
150	4,5 ± 0,01	N.A

N.A: No aplica

Tabla N°25: Medición de sólidos solubles durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones

Tiempo (días)	Aderezo de Cochayuyo °Brix (n=5) ± D.S	Pasta de Garbanzo °Brix (n=5) ± D.S
0	5,0 ± 0,0	14 ± 0,4
30	5,0 ± 0,0	13 ± 0,9
60	5,0 ± 0,4	14 ± 0,4
90	6,0 ± 0,4	N.A
120	6,0 ± 0,4	N.A
150	6,0 ± 0,0	N.A

N.A: No aplica

Tabla N°26: Medición de viscosidad de los productos fabricados en la planta.

Tiempo (días)	Aderezo de Cochayuyo	Picayuyo	Colado de cochayuyo
Distancia recorrida (cm)			
0	4,7	6,5	0,0
30	7,5	9,4	0,0
60	10	13	0,0
90	14	18	0,0
120	18	22	1,5
150	21	27	2,4

10.7.2 Después de la implementación de BPM

Tabla N°27: Medición de pH durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones (n = 5)

Tiempo (días)	Aderezo de Cochayuyo pH (n=5) ± D.S	Pasta de Garbanzo pH (n=5) ± D.S
0	4,4 ± 0,01	6,2 ± 0,01
30	4,5 ± 0,01	6,2 ± 0,01
60	4,5 ± 0,01	6,2 ± 0,01
90	4,5 ± 0,01	6,2 ± 0,01
120	4,5 ± 0,01	6,1 ± 0,01
150	4,5 ± 0,01	6,1 ± 0,01
180	4,5 ± 0,004	6,1 ± 0,01
210	4,6 ± 0,01	N.A
240	4,6 ± 0,01	N.A
270	4,6 ± 0,01	N.A
300	4,6 ± 0,01	N.A

N.A: No aplica

Tabla N°28: Medición de sólidos solubles durante el tiempo de análisis para las respectivas preparaciones (n = 5)

Tiempo (días)	Aderezo de Cochayuyo °Brix (n=5) ± D.S	Pasta de Garbanzo °Brix (n=5) ± D.S
0	5,0 ± 0,0	14 ± 0,5
30	5,0 ± 0,0	14 ± 0,0
60	5,0 ± 0,4	14 ± 0,5
90	6,0 ± 0,4	13 ± 0,4
120	6,0 ± 0,4	14 ± 0,4
150	6,0 ± 0,0	14 ± 0,0
180	6,0 ± 0,0	14 ± 0,5
210	6,0 ± 0,0	N.A
240	6,0 ± 0,0	N.A
270	6,0 ± 0,0	N.A
300	6,0 ± 0,0	N.A

N.A: No aplica

Tabla N°29: Medición de viscosidad de los productos fabricados en la planta.

Tiempo (días)	Aderezo de Cochayuyo	Picayuyo	Colado de cochayuyo
Distancia recorrida (cm)			
0	4,9	6,9	0,0
30	7,4	10,2	0,0
60	11,2	12,4	0,0
90	13,6	17,9	0,0
120	17,9	22,7	1,7
150	23,3	26,8	2,9

180	26,6	31,3	3,6
210	31,1	35,8	4,6
240	36,6	39,3	5,8
270	41,9	44,7	6,7
300	46,2	49,1	7,4