

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ESTANDARIZACIÓN Y APLICACIÓN DE
MÉTODOS OPERACIONALES PARA
MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LA LÍNEA
DE PRODUCTOS MARINADOS IQF EN LA
EMPRESA CARGILL COLOMBIA-POLLOS
BUCANERO S.A.”

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL
BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ELABORADO POR: KEMBERLY PATRICIA UMAÑA
CALVO

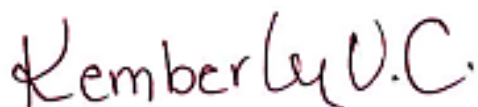
TUTORA: ING. ANA CATALINA LEANDRO SANDÍ

VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA – 2019

i. Declaración jurada

Yo, **Kemberly Umaña Calvo**, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número **205720077**, egresado de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de este acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "Estandarización y aplicación de métodos operacionales para mejorar el rendimiento de la línea de productos marinados IQF en la empresa Cargill Colombia – Pollos El Bucanero S.A.", es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que estos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Heredia, a los 03 días del mes de Marzo del año dos mil veinte.



KEMBERLY UMAÑA CALVO

Cédula de identidad N° 205720077

ii. Carta del tutor

Heredia, 01 de marzo de 2020.

Señores
Carrera Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

La estudiante Kemberly Patricia Umaña Calvo, cédula de identidad número 2-0572-0077, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "Estandarización y aplicación de métodos operacionales para mejorar el rendimiento de la línea de productos marinados IQF en la empresa Cargill Colombia – Pollos El Bucanero S.A", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	22%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	15%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL		85%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ana Catalina
Leandro Sandí

Firmado digitalmente por
Ana Catalina Leandro Sandí
Fecha: 2020.03.01 13:02:53
0000

Ana Catalina Leandro Sandí
Cédula identidad: 3-0398-0478
Carné Colegio Profesional: IPI-22762

CARTA DE LECTOR

Heredia, 13 de Abril de 2020

Universidad Hispanoamericana

Sede Heredia

Facultad de Ingeniería Industrial

Estimado señor

La estudiante Kemberly Patricia Umaña Calvo, cédula de identidad 205720077 me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado *"ESTANDARIZACIÓN Y APLICACIÓN DE MÉTODOS OPERACIONALES PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LA LÍNEA DE PRODUCTOS MARINADOS IQG EN LA EMPRESA CARGILL COLOMBIA-POLLOS EL BUCANERO S.A"*, el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

Firma: OSCAR ALBERTO
CHAVARRIA
CALDERON
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
OSCAR ALBERTO
CHAVARRIA CALDERON
(FIRMA)
Fecha: 2020.04.13 22:04:51
-06'00'

iv. Carta del filólogo

San José, 20 de abril de 2020

Facultad de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana
Sede de Heredia

A quien corresponda

Estimados señores/as:

Por este medio hago constar que he completado con éxito la revisión filológica del trabajo final de graduación titulado *Estandarización y aplicación de métodos operacionales para mejorar el rendimiento de la línea de productos marinados IQF en la empresa Cargill Colombia-Pollos Bucanero S.A.*, de la autoría de Kemberly Umaña Calvo, para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

Honrado por la distinción de esta oportunidad de servirles, cordialmente,



Óscar Aguilar Sandt

Filólogo - Asesor Lingüístico

Céd. 1-1044-0688

Carné del Colegio de Licenciados y Profesores en Letras # 026682

v. Carta de autorización

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 28 de mayo, 2020

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) **Kemberly Patricia Umaña Calvo** con número de identificación **205720077** autor (a) del trabajo de graduación titulado **"ESTANDARIZACION Y APLICACIÓN DE METODOS OPERACIONALES PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LA LINEA DE PRODUCTOS MARINADOS IQF EN LA EMPRESA CARGILL COLOMBIA- POLLOS BUCANERO S.A."** presentado y aprobado en el año **2020** como requisito para optar por el título de **Bachiller** ; **SI** autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,


Firma y Documento de Identidad

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

vi. Índice

i.	Declaración jurada	ii
ii.	Carta del tutor	ii
iii.	Carta del lector	iii
iv.	Carta del filólogo	iv
v.	Carta de autorización	v
vi.	Índice.....	vii
vii.	Índice de figuras.....	xi
viii.	Índice de tablas	xiv
ix.	Índice de anexos.....	xvi
x.	Acrónimos y siglas.....	xvii
xi.	Resumen.....	xviii
Capítulo 1. Introducción		19
1.1.	Descripción general del proyecto.....	20
1.2.	Identificación de la empresa	20
1.2.1.	Generalidades.....	22
1.2.2.	Ubicación de planta de beneficio	22
1.2.3.	Área de estudio	23
1.3.	Planteamiento del problema.....	25
1.4.	Justificación	27
1.5.	Objetivos del proyecto	27
1.5.1.	Objetivo general.....	27

1.5.2. Objetivos específicos	27
1.6. Alcance y limitaciones	28
1.6.1. Alcance	28
Capítulo 2. Marco teórico	29
2.1. Marco conceptual relativo a la carrera.....	30
2.1.1. Estandarización	34
2.1.2. Regresión lineal multivariable	34
2.2. Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto	35
2.3. Marco conceptual referente al impacto del proyecto	39
2.3.1. Cartas de control del proceso	39
2.4. Antecedentes del proyectos o experiencias semejantes	41
Capítulo 3. Metodología	46
3.1. Metodología para la definición del problema	47
3.2. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto	48
3.3. Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio	49
3.4. Metodología para la implementación del proyecto.....	50
3.5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	50
Capítulo 4. Línea base y análisis de causas	51
4.1. Descripción del proceso productivo.....	52
4.1.1. Equipos principales	53
4.2. Definición del problema	57

4.3. Diagnóstico inicial	58
4.3.1. Método de trabajo	62
4.3.2. Materiales.....	67
4.3.3. Maquinaria	67
4.3.4. Medio ambiente	67
4.3.5. Mano de obra	68
4.3.6. Medición	68
4.4. Análisis de regresión lineal	68
4.4.1. Prueba de marinado y retención de salmuera I: Pernil blanco.....	69
4.4.2. Prueba de marinado y retención de salmuera II: Pechuga blanca.....	71
Capítulo 5. Diseño e implementación de la solución.....	74
5.1. Diseño de solución.....	75
5.1.1. Manuales operativos	75
5.1.2. Parámetros operativos y listas de chequeo.....	77
5.2. Regresión lineal	77
5.2.1. Análisis de regresión lineal: Pernil	78
5.2.2. Análisis de regresión lineal: Pechuga	84
5.3. Desarrollo de estándares operativos.....	94
5.4. Evaluación de los planes de acción.....	98
xii. Conclusiones y recomendaciones	100
xiii. Bibliografía	102
xiv. Anexos	107

vii. Índice de figuras

Figura 1. Logo marca Bucanero.....	21
Figura 2. Logo marca Ricachón.....	21
Figura 3. Ubicación geográfica de la planta de beneficio.....	22
Figura 4. Proceso de marinado en área IQF.....	23
Figura 5. Organigrama del área IQF.....	24
Figura 6. Consumo per cápita de la carne de pollo en Colombia.....	25
Figura 7. Temperatura del producto congelado.....	26
Figura 8. Componentes básicos de la salmuera.....	30
Figura 9. Comportamiento de la dureza de la carne de pollo.....	32
Figura 10. Relación entre velocidad de <i>rigor mortis</i> y temperatura.....	33
Figura 11. Proceso iterativo DMAIC de Seis Sigma.....	36
Figura 12. Ejemplo perspectivas del CMI.....	38
Figura 13. Ejemplo de carta de control.....	40
Figura 14. Diagrama de proceso del área IQF.....	52
Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de pollo marinado.....	53
Figura 16. Cabezal de inyección (Matriz de teflón y agujas).....	54
Figura 17. Tanques de salmuera.....	55
Figura 18. Banda helicoidal (Interior de IQF).....	56
Figura 19. Interfaz maquinista - IQF.....	56
Figura 20. Árbol de problema.....	57
Figura 21. Diagrama Ishikawa.....	59
Figura 22. Diagrama de Pareto.....	60
Figura 23. Diagrama de líneas promedio porcentaje de inyección y retención.....	65
Figura 24. Diagrama de cajas y bigotes de inyección y retención de salmuera.....	65
Figura 25. Diagrama de cajas y bigotes de temperatura de productos congelados.....	66
Figura 26. Ajuste distribución normal de prueba piloto: Pernil blanco.....	69

Figura 27. Gráfico de normalidad porcentaje de inyección.....	71
Figura 28. Herramienta análisis de datos: regresión lineal para pernil.....	79
Figura 29. Resumen análisis de regresión lineal I: inyección de pernil.....	79
Figura 30. Resumen análisis de regresión lineal II: inyección de pernil	80
Figura 31. Diagrama de barras de tipo de inyección vs. porcentaje de inyección en pernil....	80
Figura 32. Resumen análisis de regresión lineal I: retención de pernil	81
Figura 33. Resumen análisis de regresión lineal II: retención de pernil	82
Figura 34. Análisis de variables: Tipo de inyección vs. porcentaje de inyección y retención.	82
Figura 35. Análisis de variables: Peso inicial vs. porcentaje de inyección y retención.....	83
Figura 36. Análisis de variables: Presión vs. porcentaje de inyección y retención.	84
Figura 37. Herramienta análisis de datos: regresión lineal para pechuga.....	84
Figura 38. Resumen análisis de regresión lineal I: inyección de pechuga.....	85
Figura 39. Resumen análisis de regresión lineal II: inyección de pechuga	86
Figura 40. Diagrama de barras de tipo de inyección vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga	87
Figura 41. Diagrama de líneas de presión vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga	87
Figura 42. Diagrama de líneas de peso inicial vs. porcentaje de inyección en pechuga	88
Figura 43. Diagrama de barras de golpes/minuto vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga	89
Figura 44. Resumen análisis de regresión lineal I: retención de pechuga	89
Figura 45. Resumen análisis de regresión lineal II: retención de pechuga.....	90
Figura 46. Diagrama de barras tipo de inyección vs. porcentaje promedio de retención en pechuga	91
Figura 47. Diagrama de barras de presión vs. porcentaje promedio de retención en pechuga	92
Figura 48. Diagrama de líneas de peso inicial vs. porcentaje de retención en pechuga	92
Figura 49. Diagrama de barras de golpes/minuto vs. porcentaje de retención en pechuga	93
Figura 50. Diagrama de barras de velocidad vs. porcentaje de retención en pechuga	94
Figura 51. Herramienta POSS de parámetros operacionales establecidos.	95

Figura 52. Esquema indicativo de alimentación de la marinadora96

viii. Índice de tablas

Tabla 1. Líneas de producto y presentación.....	21
Tabla 2. Personal del área IQF por turno	24
Tabla 3. Técnicas de marinación empleadas en la industria.....	31
Tabla 4. Herramientas Seis Sigma a implementar en el proyecto.	37
Tabla 5. Variables de prueba para medición de rendimiento.....	42
Tabla 6. Valores establecidos en prueba para mayor rendimiento	42
Tabla 7. Resultados ensayos a diferente presión de salmuera	43
Tabla 8. Análisis sensorial de marinado	44
Tabla 9. Parámetros de los tratamientos T9 y T10 por factor.....	45
Tabla 10. Resultados obtenidos para los tratamientos T9 y T10	45
Tabla 11. Metodología para definición del problema.....	47
Tabla 12. Metodología de medición y respaldo cualitativo.....	48
Tabla 13. Metodología para mejora y construcción.....	49
Tabla 14. Metodología de implementación.	50
Tabla 15. Metodología de verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.	50
Tabla 16. Distribución de frecuencias con resultados de la encuesta realizada.....	60
Tabla 17. Diagrama de Pareto del área Adobados	61
Tabla 18. Prueba de inyección y retención	64
Tabla 19. Peso promedio por presa individual.....	67
Tabla 20. Resultado prueba de normalidad de prueba I: Pernil blanco	69
Tabla 21. Estadísticos de centralización y dispersión I	70
Tabla 22. Datos de muestra normal I.....	70
Tabla 23. Resultado de normalidad de prueba II: Pechuga blanca	71
Tabla 24. Estadísticos de centralización y dispersión II.	71
Tabla 25. Datos de muestra normal II.....	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 26. Causas y métodos de solución propuestos	75
Tabla 27. Valor de parámetros ajustables del equipo	78
Tabla 28. Resumen de probabilidad de variables en regresión lineal.....	85
Tabla 29. Datos comparativos de tipo de inyección vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga	86
Tabla 30. Datos comparativos de presión vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga	88
Tabla 31. Datos comparativos de golpes/minuto vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga	89
Tabla 32. Datos comparativos de tipo de inyección vs. porcentaje promedio de retención en pechuga	90
Tabla 33. Datos comparativos de presión vs. porcentaje promedio de retención en pechuga	91
Tabla 34. Datos comparativos de golpes/minuto vs. porcentaje promedio de retención en pechuga	93
Tabla 35. Datos comparativos de velocidad vs. porcentaje promedio de retención en pechuga	94
Tabla 36. Planes de acción.....	89
Tabla 37. Costos de implementación de estándares operativos	91

ix. Índice de anexos

Anexo 1. Datos de prueba piloto de marinación I: Pernil blanco	100
Anexo 2. Datos de prueba piloto de marinación II: Pechuga blanca	1081
Anexo 3. Prueba de inyección y retención en pernil	1092
Anexo 4. Prueba de inyección y retención en pechuga	1114
Anexo 5. Manual operativo de equipo inyectora TIPS.....	1125
Anexo 6. Manual operativo de equipo IQF Scanico.....	1281
Anexo 7. Lista de chequeo de arranque de proceso de equipo inyectora TIPS.	13528
Anexo 8. Lista de chequeo de arranque de proceso de equipo IQF Scanico	13528

x. Acrónimos y siglas

CMI: Cuadro de mando integral.

EHS: *Environmental Health and Safety* (salud y seguridad ambientales).

EPP: Elementos de protección personal, como el casco, las botas de platino, tapabocas, cofia, gafas de seguridad, etc.

IQF (*individual quick freezing* = ‘congelado rápido individual’ o ‘congelación rápida individual’). Método de congelación que implica enviar alimentos separados unos de otros en una cinta transportadora a un equipo de enfriamiento, el cual congela el producto de manera rápida generando cristales muy pequeños que evitan el daño en las paredes celulares y no permiten el derrame de fluidos celulares al ser descongelados.

POSS (Plan Obligatorio de Salud Subsidiado): Documento que contiene información específica de la operación, en este se relacionan los parámetros críticos operacionales y los elementos de seguridad necesarios para proteger la persona y el equipo.

SKU (*Stock Keeping Unit* = ‘unidad de guardado de inventario’ o ‘unidad de guardado en almacén’): Código único interno de cada artículo procesado, el cual identifica el tipo de producto y el estado de conservación (congelado o refrigerado).

TMAR: Tasa mínima aceptable de rendimiento o tasa mínima atractiva de retorno.

VAN: Valor actual neto.

Cita bibliográfica: Umaña Calvo, K. (2020). *Estandarización y aplicación de métodos operacionales para mejorar el rendimiento de la línea de productos marinados IQF en la empresa Cargill Colombia-Pollos Bucanero S.A.* Universidad Hispanoamericana.

El presente proyecto se realiza con el fin de estandarizar y aplicar métodos operacionales para mejorar el rendimiento de la línea de productos marinados IQF; fue desarrollado en la empresa Cargill Proteína Latinoamérica-Pollos Bucanero S.A., localizada en el municipio de Candelaria, Valle del Cauca, la cual es una empresa con una amplia experiencia en el beneficio de aves. Actualmente se encuentra en un periodo de expansión, buscando mejorar la productividad de sus procesos y satisfacer al cliente en factores como cantidad, calidad y variedad de productos con sus diferentes líneas de producción.

Este proyecto está aplicado a la línea de productos marinados; en el desarrollo de la línea base se pudo determinar que el área IQF presenta oportunidades de mejora en el control de la operación y la programación de los parámetros ajustables del equipo encargado de marinar. Algunas de las soluciones se refieren a la implementación de procedimientos estandarizados tales como manuales operativos, listas de chequeo y la determinación de parámetros operacionales, con el fin de garantizar el cumplimiento del porcentaje de retención establecido por la compañía. Además, se requirió la socialización a las personas del proceso sobre las soluciones implementadas, ya que para disminuir la variabilidad de los procesos es necesario que las tareas se realicen de manera organizada y parametrizada, y son las personas del proceso quienes se relacionan directamente con los puntos críticos y las actividades necesarias para el cumplimiento y la adecuada ejecución del mismo.

Finalmente, al analizar los beneficios de las propuestas se obtiene que, a nivel operativo, permiten identificar la secuencia ordenada de cada una de las actividades para llevar a cabo un proceso; también se definen las responsabilidades de las personas a cargo, garantizando una adecuada coordinación a través del flujo eficiente de la información. A nivel gerencial, permiten la visualización de los procesos para llevar a cabo su propio control.

Capítulo 1. Introducción

1.1. Descripción general del proyecto

La estandarización de métodos y parámetros de un proceso productivo permite reducir la variabilidad y aumentar el control de la producción.

Actualmente las empresas requieren de altos niveles de calidad, y Cargill Proteína Latinoamérica no es la excepción, puesto que cuenta con un amplio mercado en el cual es necesario competir y cumplir con las expectativas de los consumidores.

El proyecto se desarrolló en Cargill Proteína Latinoamérica-Pollos Bucanero, una empresa colombiana con 30 años de experiencia en el beneficio de aves, que se encuentra en periodo de expansión al implementar una nueva línea de producción con capacidad de 13.500 aves/hora.

Este trabajo tiene como objetivo estandarizar los parámetros y métodos del proceso productivo de presas marinadas de la empresa Pollos Bucanero. La línea que responde al desarrollo de este proyecto es “operaciones industriales”, debido a que este trabajo tiene la finalidad de estandarizar las operaciones del procesamiento de productos marinados además de aumentar la eficacia del proceso.

1.2. Identificación de la empresa

Pollos Bucanero es una empresa ubicada en Candelaria, Valle del Cauca, Colombia, que inició operaciones en 1986, en ese entonces bajo el nombre de Pollos El Bucanero. La capacidad de procesamiento era de 3.000 aves por día. En 2003 se cambió la razón social a Pollos Bucanero S.A., y con el tiempo aumentó su capacidad a 9.000 aves por hora.

A principios del 2015 la empresa inauguró una línea de procesamiento con una capacidad de 12.000 aves por hora, un logro alcanzado gracias a una inversión de más de 30 millones de dólares ("Pollos El Bucanero, una empresa de alto vuelo", 2015). Un año más tarde Pollos Bucanero es adquirida por Cargill Proteína Latinoamérica, una empresa norteamericana con más de 150 años de trayectoria y con participación en más de 70 países; gracias a esto, en la actualidad la planta de beneficio (procesamiento primario y secundario del ave) se encuentra en proceso de ampliación con el fin de alcanzar las 25.500 aves por hora, y cuenta con un amplio portafolio con más de 400 referencias en diferentes líneas (*El País*, 2016).

La empresa cuenta con 2 marcas, ambas de productos marinados: Bucanero (figura 1) y Ricachón (figura 2):



Figura 1. Logo de marca Bucanero



Figura 2. Logo de marca Ricachón

Fuente: www.polloselbucanerosa.cr

Dentro de estas dos marcas encontramos diferentes presentaciones que pueden ser productos a granel, en bolsa individual, bandejería y cajas seleccionadas; además existen dos líneas que solo llevan la marca Bucanero, las cuales son los embutidos y los adobados.

Tabla 1.
Líneas de producto y presentación

TIPO DE PRESENTACIÓN					
Granel	Bolsa individual	Bandejería	Cajas seleccionadas	Embutidos	Adobados
					

Fuente: Tomado de Pollos Bucanero, n.d.

Otra forma de clasificar los productos es por el método de conservación, en donde cada clasificación lleva un rango de temperatura diferente. Para producto refrigerado la temperatura de conservación es de -2 °C a 4 °C, para frizado el rango es de -3 °C a -5 °C y finalmente para congelado la temperatura máxima es de -18 °C.

Respecto a los mercados, Cargill PLA abastece diferentes clientes en todo el territorio colombiano, dentro del canal tradicional que se compone de tiendas de barrio, supermercados pequeños y empleados; mientras que en el canal moderno se encuentran clientes como La 14, Koba de Colombia, Supertiendas Olímpica, Jerónimo Martins, entre otros.

1.2.1. Generalidades

Pollos Bucanero cuenta con diferentes procesos productivos, los cuales son (Pollos Bucanero, n.d.):

- Granjas reproductoras: Galpones con condiciones de luz y temperatura adecuadas para obtener pollitos.
- Planta de incubación: Lugar donde se realizan los procesos de sexaje, selección, vacunación y despacho de pollitos.
- Planta de alimento balanceado: Lugar donde se elabora el alimento a base de soya y maíz con el objetivo de asegurar una adecuada alimentación para las aves.
- Granjas de engorde: Son las encargadas de hacer que los pollitos crezcan sanos para su posterior procesamiento en la planta de beneficio.
- Planta de beneficio: Lugar donde se realiza el procesamiento primario (matanza, desplume y eviscerado) y secundario (empaquete de pollo, despresado, adobado, filete, etc.); esta planta puede procesar pollo campesino y blanco.
- Planta de valor agregado: Área encargada de la fabricación de productos adobados y embutidos a base de carne de pollo.

1.2.2. Ubicación de planta de beneficio



Figura 3. *Ubicación geográfica de la planta de beneficio*

Fuente: Elaboración propia.

Cargill PLA (Proteína Latinoamérica)-Pollos Bucanero en Colombia tiene más de 5.000 empleados para un total de 153.000 empleados alrededor del mundo, y la misión que se ha trazado es “ser líder en nutrir al mundo de una manera segura, responsable y sostenible”; y como visión: “seremos el socio de mayor confianza en los sectores de agricultura, alimentación y nutrición” (Pollos Bucanero, n.d.).

1.2.3. Área de estudio

El estudio se realizará en el área de IQF, en donde se procesa producto marinado. La materia prima es recibida del proceso de despiece –que realiza cortes de pollo– e ingresan al área de IQF como “presas” (partes troceadas) a temperaturas refrigeradas.

En esta área se realiza el marinado de las presas y su posterior congelado en el IQF (congelamiento rápido individual, por sus siglas en inglés) de la marca de fabricación Scanico; el tiempo de congelación depende de la receta y puede tomar aproximadamente 1 hora.

Una vez el producto sale del IQF, se pasa por un detector de metales que evita que las agujas utilizadas en el proceso de marinado vayan al consumidor y puedan causar daños. Finalmente, el producto es empacado según la presentación requerida por el cliente.

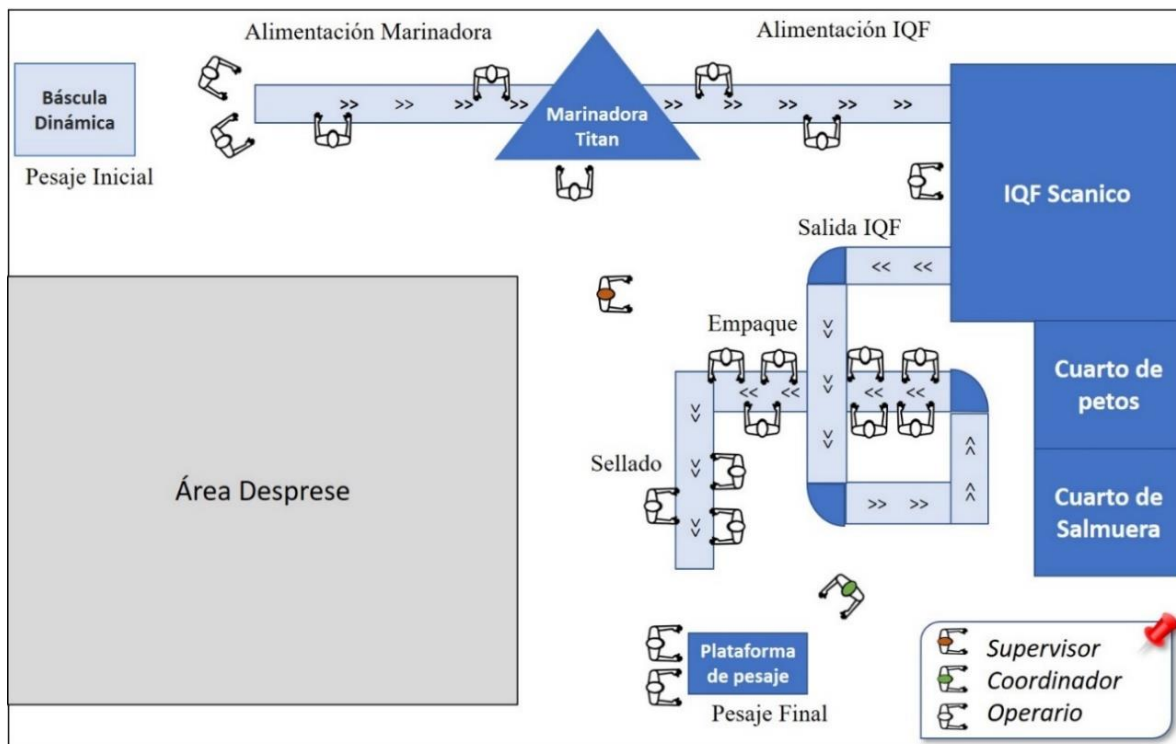


Figura 4. Proceso de marinado en área IQF

Fuente: Elaboración propia.

El área cuenta con 22 empleados y 3 turnos de 8 horas. A continuación, se presentan los cargos de las personas del área.

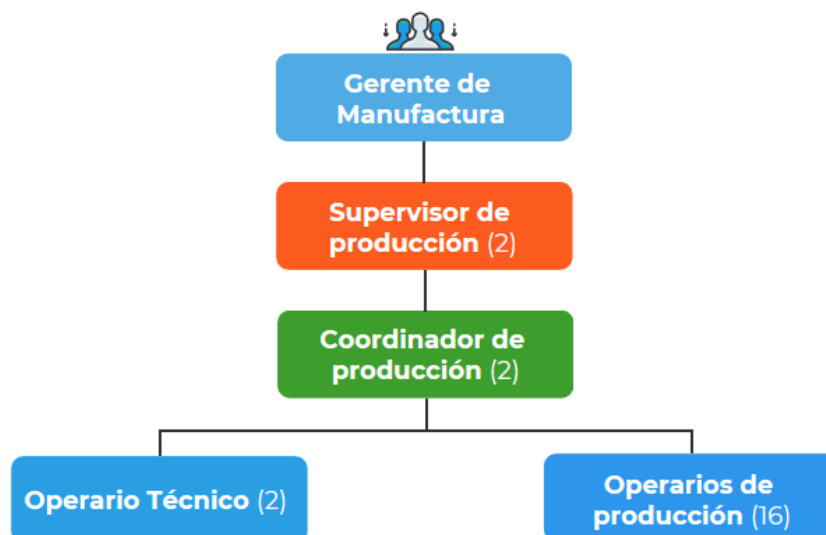


Figura 5. Organigrama del área IQF

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.

Personal del área IQF por turno

NÚMERO DE PERSONAS	CARGO	DESCRIPCIÓN
2	Vaciadores	Descargan la materia prima sobre la banda transportadora antes de la marinadora.
2	Acomodadores	Organizan las presas para evitar sobrecargar la marinadora.
1	Maquinista de marinadora	Se encarga de controlar los parámetros de operación de la marinadora.
1	Maquinista IQF	Se encarga de controlar los parámetros de operación del IQF.
2	Acomodadores	Organizan las presas para evitar que vayan muy juntas.
7	Empacadores	Colocan las presas en bolsas.
3	Selladores	Sellan las bolsas con producto en su interior.

2	Pesadores	Pesan el producto antes de dejar el área para llevar el registro de la producción.
1	Coordinador	Maneja el personal del área.
1	Supervisor	Administrar, coordinar y supervisar el recurso humano

Fuente: Elaboración propia

1.3. Planteamiento del problema

En Colombia, el sector avícola ha presentado un crecimiento positivo durante más de una década, pasando de un consumo per cápita de carne de pollo de 18,2 kilogramos a 33,8 kilogramos para los años 2005 y 2019 respectivamente, lo cual equivale aproximadamente a una tasa de crecimiento de 4,5% anual (FENAVI, 2019). El crecimiento de este sector, con respecto a las carnes vacunas y porcinas, ha demostrado un nivel de interés mayor por el mercado.

Debido al crecimiento constante de dicho sector económico, muchas empresas deciden apostar por la industria avícola y optan por invertir en tecnología que aumente su capacidad de producción con el fin de responder al mercado e incrementar sus utilidades (FENAVI, 2019).

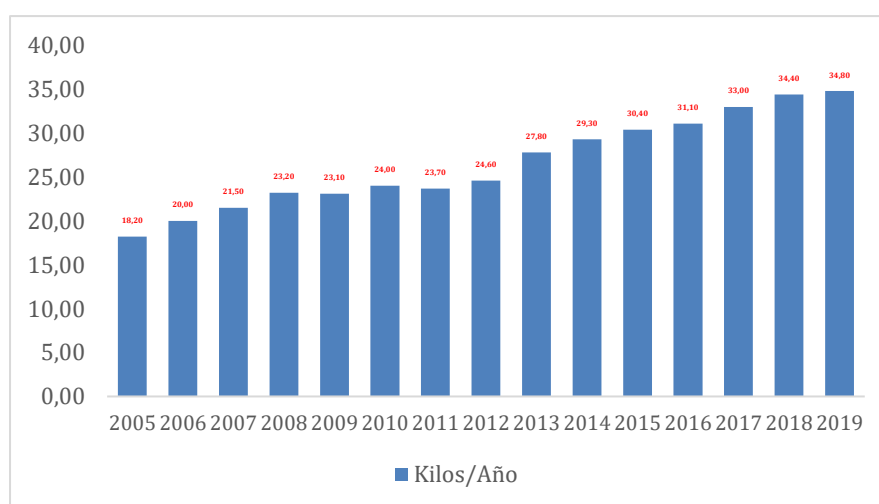


Figura 6. Consumo per cápita de la carne de pollo en Colombia

Fuente: Tomado de Información estadística, FENAVI (2019).

Algunas estrategias de producción adoptadas por la industria avícola consisten en abordar una nueva línea de productos, distinta a la tradicional. La empresa Pollos Bucanero S.A. maneja una gran variedad de productos; además, tiene una marca, llamada Ricachón, la cual consiste

en ofrecer al mercado pollo marinado, es decir que se le adiciona salmuera con el fin de mejorar las características sensoriales del pollo.

La técnica de marinado fue aprobada y legalizada en Colombia a partir del año 2002 bajo la resolución 00402: “Por la cual se establecen los requisitos para la comercialización de las aves beneficiadas enteras, despresadas, y/o deshuesadas que se someten a la técnica de marinado” (Ministerio de Salud, 2002).

Actualmente, en Pollos Bucanero S.A. el pollo marinado maneja un proceso de conservación mediante el sistema de congelamiento rápido individual (IQF), el cual debe garantizar una temperatura de -18°C según la resolución 2674 de 2013 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). Sin embargo, los productos marinados al final del IQF no cumplen con la temperatura establecida, por lo cual es necesario someterlos a un proceso de doble choque, generando la sobreutilización del área de túneles y retrasando la salida del producto al consumidor; problemas que generan pérdidas a la compañía.

Según la información obtenida de los registros de seguimiento de temperatura a la salida del IQF, durante los meses de mayo, junio, julio y agosto de 2019 la temperatura promedio para los productos congelados fue de $-7,52^{\circ}\text{C}$ (figura 6), un valor muy por debajo del establecido por el Ministerio de Salud y Protección Social (2013), lo cual conlleva a que se deba hacer un proceso de doble choque de frío, que consiste en almacenar el producto en el área de túneles (13 cuartos que permanecen a una temperatura aproximada de -28°C , permitiendo así que los productos en su interior alcancen la temperatura requerida).

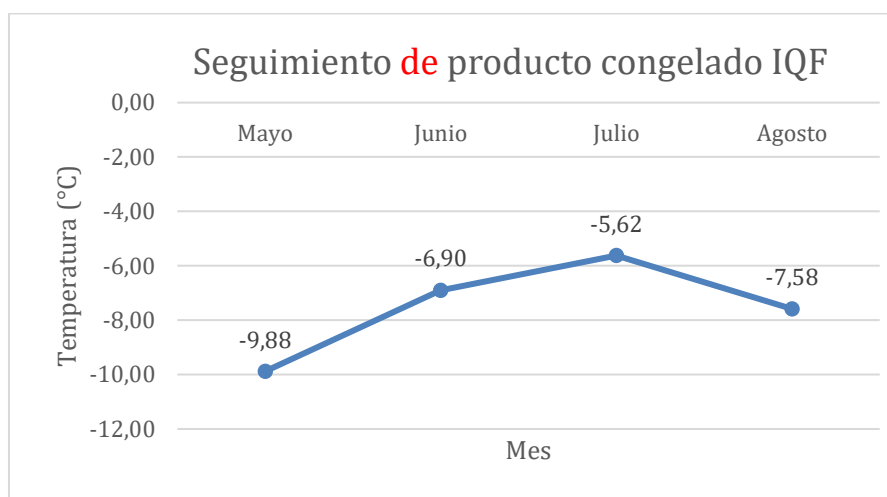


Figura 7. Temperatura del producto congelado
Fuente: Elaboración propia.

De igual forma se identificó que el porcentaje de retención de salmuera de las presas es insuficiente, ya que la meta establecida por la compañía es del 25% y en promedio la retención actual es de 12%, lo cual conlleva a pérdidas de \$19.000 USD diarios aproximadamente.

Ante tal situación surge la siguiente pregunta: ¿Cómo mejorar el rendimiento en la línea de productos marinados IQF garantizando el cumplimiento de los requisitos legales establecidos?

1.4. Justificación

Los motivos que llevan a resolver este problema son que la empresa quiere aumentar la productividad del proceso de productos marinados, ya que actualmente es un mercado con enorme potencial, capaz de beneficiar los ingresos de la compañía. Con un mejor rendimiento y cumplimiento de las especificaciones se evita el proceso de doble choque de frío, ya que al alcanzar la temperatura requerida (-18°C) el producto será almacenado directamente; esto conlleva a una reducción en los costos asociados a utilización de espacio y energía durante el proceso de congelación, permitiendo aumentar la disponibilidad del área de túneles para el almacenamiento de otros productos.

1.5. Objetivos del proyecto

1.5.1. Objetivo general

Mejorar el rendimiento de la línea de productos marinados IQF mediante la estandarización de los parámetros y métodos operacionales, para el cumplimiento del porcentaje de retención de salmuera y la conservación de temperatura establecida para los productos congelados.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar los parámetros operacionales y procedimientos empleados actualmente en el proceso de presas marinadas.
- Determinar mediante un análisis de regresión lineal los parámetros críticos durante el proceso de marinado y congelado y su relación con el cumplimiento de las especificaciones.
- Proponer estándares y métodos operacionales para la línea de presas marinadas de Pollos El Bucanero.
- Evaluar el rendimiento de las presas marinadas y la temperatura de congelación con los parámetros y métodos propuestos.

- Trazar el comportamiento de las variables temperatura, inyección y retención de salmuera durante 2 meses.

1.6. Alcance y limitaciones

1.6.1. Alcance

El proyecto se llevó a cabo en el área de IQF de la planta de beneficio ubicada en el municipio de Villagorgona, Candelaria y abarcó la estandarización documental de la operación, la cual incluye los dos equipos principales: marinadora e IQF Scanico, y de los parámetros operacionales necesarios para realizar el proceso de marinado. El proyecto se desarrolló desde el último trimestre del año 2019 hasta el primer trimestre del 2020.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1. Marco conceptual relativo a la carrera

El marinado es una técnica muy antigua que fue desarrollada para conservar las carnes y pescados, valiéndose de ingredientes de origen animal o vegetal para mejorar las propiedades de la carne (el sabor, la ternura) y, como se mencionó anteriormente, aumentar su tiempo de conservación (Ramos & Ramón, 2013).

En la actualidad, los consumidores buscan que sus alimentos tengan tres propiedades, las cuales se pueden resumir como: calidad sanitaria, calidad sensorial y calidad nutricional; de ellas, la calidad sensorial es la que más influye en la aceptación del producto.

La calidad sensorial son todos los atributos percibidos por los consumidores; se subdividen en: ternura, que corresponde a la dificultad con que la carne puede ser cortada; jugosidad, que se asocia a la cantidad de jugos que se liberan cuando la carne se mastica; y sabor, que es la impresión que causa la combinación de olores y sabores cuando se consume la carne (Xargayó et al., 2010).

En un proceso de marinado existen diferentes aspectos que afectan las propiedades anteriormente mencionadas, como: los ingredientes utilizados, la técnica elegida, las condiciones del proceso y los equipos empleados. Dependiendo del método de marinado, los ingredientes involucrados normalmente son una mezcla de agua, sal y fosfatos, más una serie de ingredientes adicionales los cuales cambian radicalmente el sabor de la carne. Esta mezcla final toma el nombre de “adobo”. En su estado básico (agua, sal y fosfatos) la mezcla se conoce como “salmuera”.



Figura 8. Componentes básicos de la salmuera
Fuente: Adaptado de Lynn, K. 2004; Alvarado & McKee, 2007.

En la industria, la retención de salmuera es un indicador de suma importancia, ya que permite controlar el rendimiento de la producción: a mayor retención, mayor rendimiento del proceso (Fabre, 2014). Existen diferentes estudios sobre ingredientes adicionales que permitan mejorar otras propiedades, como la viscosidad de la salmuera la cual se asocia a la retención; por ejemplo: la insulina puede mejorar la retención de salmuera; sin embargo, durante la cocción la pérdida de salmuera es proporcional y las otras propiedades, como el sabor y la textura, no mejoran significativamente (Muñoz et al., 2014).

Tabla 3.
Técnicas de marinación empleadas en la industria

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Inmersión	La carne se sumerge en los ingredientes y con el tiempo esta solución penetra la carne.	- No requiere de equipos costosos.	- El tiempo de marinación es largo. - No hay regularidad en la penetración de la salmuera. - La probabilidad de contaminación bacteriana es alta.
Masaje	Esta técnica utiliza un tanque giratorio para masajear la carne y permitir que la salmuera penetre fácilmente.	- Se utiliza para marinar piezas de carne pequeñas.	- Requiere de la combinación exacta de RPM (revoluciones por minuto) del tanque para evitar daños en la carne. - No hay regularidad en la penetración de la salmuera. - Causa daños en la carne y en los huesos.
Inyección	La carne es marinada con agujas que penetran e inyectan salmuera en el interior.	- Alto control en la cantidad de salmuera inyectada. - Tiempo de procesamiento corto. - Penetración de salmuera regular en toda la pieza de carne.	- Requiere de la combinación exacta de parámetros para lograr las propiedades requeridas.

Adaptado de (Xargay et al., 2010).

El método de inyección es el más utilizado en la industria debido a que se puede controlar la cantidad de solución utilizada para marinar; además, con esta técnica el tiempo de marinado es muy corto, permitiendo marinar carne en grandes cantidades. Otras técnicas comúnmente

utilizadas son el marinado por masaje y por inmersión; ambas tienen la desventaja de limitar la capacidad del proceso al requerir mayor tiempo para lograr una marinación consistente (Xargayó et al., 2010).

Respecto a las condiciones del proceso, el *rigor mortis* es el estado de rigidez de los músculos del ave después de su muerte, asociado con la pérdida de oxígeno el cual se encarga de mantener altos niveles de trifosfatos.

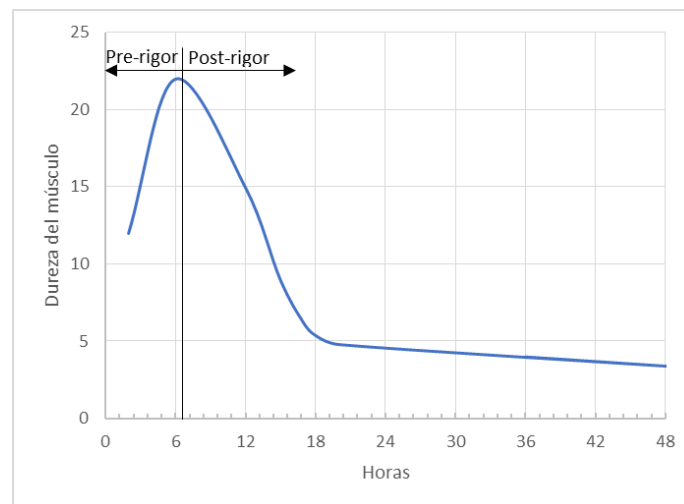


Figura 9. Comportamiento de la dureza de la carne de pollo

Fuente: Adaptado de Schreurs, 2000.

Cuando el nivel de trifosfatos baja, los músculos del ave se vuelven más rígidos a la vez que el pH del ave baja de 7,2 a 5,8; sin embargo, con el paso del tiempo el músculo vuelve a perder rigidez y las proteínas permiten más fácilmente la unión molecular con la salmuera (Xargayó et al., 2010; Fremery & Pool, 1960) permitiendo mejorar la retención de salmuera. Otros factores que influyen en el proceso son: el estado de los equipos, la higiene del proceso y los parámetros operativos.

Finalmente, la temperatura y el pH del ave antes del marinado afectan el proceso, ya que se requiere una combinación exacta de estos dos factores para conseguir una carne tierna. Si el pH del ave baja rápidamente, se reduce la capacidad de retención de agua, y con ello se afecta el color y la suavidad del ave. La temperatura, por otra parte, permite mantener el pH estable. Normalmente, lo ideal es que el ave alcance una temperatura de 10 °C mientras tiene un pH de 6.2, aunque esto depende de la rapidez con que ocurre el *rigor mortis* (Dransfield & Sosnicki, 1999).



Figura 10. *Relación entre velocidad de rigor mortis y temperatura*
 Fuente: Adaptado de Dransfield & Sosnicki, 1999.

En los procesos de pollo marinado, la temperatura recomendada del ave antes de marinar es de menos de 4°C. De igual forma la temperatura final del producto afecta la conservación. Generalmente se utiliza aire a alta velocidad para refrigerar o congelar el producto; esto depende del tiempo hasta que el producto vaya a ser consumido, y generalmente se utilizan equipos conocidos como IQF (Fabre, 2014). El tiempo de almacenamiento de un producto congelado es mayor respecto a los productos refrigerados, por lo cual es mejor congelar productos que van a ser distribuidos en otras regiones.

El rendimiento del marinado puede medirse por el porcentaje de absorción de salmuera, que corresponde al aumento de la masa cuando se le adiciona el marinado. También se puede medir el rendimiento durante la cocción, y con la terneza y el color de la carne (Yusop et al., 2012).

El cálculo del porcentaje de retención de salmuera se calcula de la siguiente forma:

$$Retención = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * (100)$$

Retención: Porcentaje de retención de salmuera.

m_1 : Masa de la pieza de carne antes de ser marinada.

m_2 : Masa de la pieza de carne después de ser marinada y congelada.

Un valor alto de retención de salmuera significa mayor rendimiento del producto marinado, lo cual beneficia económicamente a la empresa; sin embargo, surge el problema de que el exceso de salmuera puede generar rechazos por parte del cliente, ya que existe cierta preocupación a causa de enfermedades como la hipertensión, deficiencia renal, entre otras que pueden aparecer por el alto consumo de sal (Motta Artunduaga, 2015).

Como se mencionó anteriormente, el proceso de marinado de carne es influenciado por múltiples parámetros como el pH del ave, la composición de la salmuera, la velocidad de inyección, la presión, etc. Una forma de controlar este proceso es estandarizar los parámetros de operación.

2.1.1. Estandarización

La estandarización de un proceso busca que las operaciones realizadas durante la producción se realicen de la misma manera, con los mismos tiempos de ejecución. Con ello, se consigue reducir la variabilidad del proceso y que los productos tengan el mismo tamaño, peso, color, etc. (Torres García, 2014). Generalmente, las empresas con altos niveles de producción son las que presentan altos niveles de estandarización a nivel de procesos y productos; por otro lado, existen empresas con bajo nivel de estandarización, a causa de que sus procesos son artesanales, manejan costos por productos u ofrecen productos personalizados (Fernández Ávila, 2009).

Algunas de las ventajas asociadas a la estandarización son: aumento en los índices de productividad, mayor eficiencia y menos variabilidad en las características del proceso; todo esto lleva a mejorar la competitividad de las empresas en mercados con altas exigencias de calidad (Fernández Ávila, 2009).

Existen varias formas de estandarizar un proceso, entre ellas podemos destacar el rediseño: toma como base el proceso actual y lo modifica hasta lograr la estandarización; reingeniería de procesos, la cual cambia completamente el proceso sin tener en cuenta la organización actual; Seis Sigma, metodología que mide el desempeño de un proceso con herramientas estadísticas y busca reducir la cantidad de productos fuera de las especificaciones; finalmente tenemos el BPM (*Business Process Management*), que mejora procesos a partir de automatización mediante la implementación de tecnologías (Aguirre Mayorga & Córdoba Pinzón, 2019).

2.1.2. Regresión lineal multivariable

La regresión lineal es un conjunto de herramientas estadísticas que permite estimar la relación entre variables (Ramesh, 2019). Puede dividirse en simple y múltiple, donde la diferencia radica en que la regresión lineal simple calcula la similitud entre dos variables, en tanto que la regresión lineal múltiple permite ampliar el alcance de la regresión lineal y analizar más de dos variables en simultáneo (Montero, 2016).

La regresión lineal permite encontrar una línea que modele el comportamiento de las variables en estudio. Dicha línea se puede representar de la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x$$

β_1 : Representa la pendiente de la línea. Cuando el valor es muy pequeño, indica que no hay mucha relación entre las variables x y y . Si beta toma un valor negativo, significa que la relación es negativa, es decir que a mayor valor de x menor es el valor de y .

β_0 : Es la intercepción de la línea de regresión con el eje y .

x : Es la variable independiente.

y : Es la variable dependiente o a predecir.

Respecto a la regresión lineal múltiple, tenemos que existen más variables y la relación es representada por:

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \dots + \beta_n * x_n$$

En el análisis de regresión lineal existen estadísticos que permiten corroborar la precisión del modelo como el coeficiente de correlación que debe estar por encima de 0,50 para determinar que los datos son fiables.

2.2. Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

Para abordar problemas relacionados con la operación y el diseño de un proceso desde el punto de vista de la ingeniería industrial, es necesaria la aplicación de metodologías esbeltas, es decir, enfocadas en la eliminación de desperdicios de materiales e información, lo cual permite la reducción de costos, mejora de los procesos y aumento en la satisfacción del cliente.

Este proyecto ha sido realizado bajo la metodología Seis Sigma, la cual tiene como objetivo estabilizar los procesos, permitiendo una producción estable basada en parámetros, con el fin de mejorar la calidad del producto/servicio final (D'Angelo, 2015). Dicha metodología se emplea bajo la estructura DMAIC, con sus cinco fases ordenadas de manera lógica: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar; estas fases se enfocan en la mejora de la velocidad de los procesos y la eficiencia (Krishnan & Prasath, 2018).

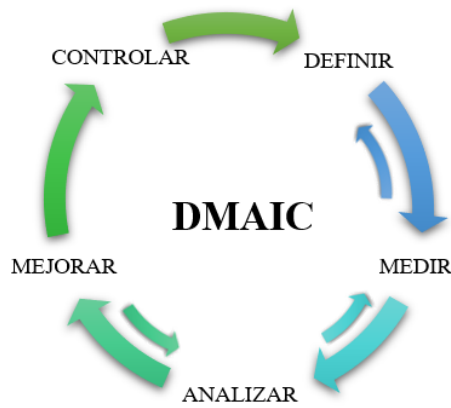


Figura 11. *Proceso iterativo DMAIC de Seis Sigma*

Fuente: Adaptado de Ocampo & Pavón, 2012.

Definir: Es la fase inicial, en esta se identifica el proyecto sobre el cual se va a trabajar, se definen objetivos y requerimientos críticos del cliente (externo/interno), se selecciona y se constituye el equipo de trabajo, y finalmente, se documenta mediante una o varias herramientas que permitan la comprensión e importancia del problema y el flujo general del sistema que lo compone (García Páez, 2009).

Medir: En esta fase, se realiza la caracterización del proceso, identificando los parámetros y variables que afectan el desempeño, con el fin de determinar qué se va a medir. A partir de estos se define y se valida un sistema de medida para determinar el desempeño actual del proceso (Ocampo & Pavón, 2012).

Analizar: En esta fase, se analizan los datos obtenidos de la medición del desempeño actual del proceso para determinar la causa raíz del problema y las oportunidades de mejora. Se plantean hipótesis como plan de mejoras y se comprueban mediante herramientas de análisis estadístico (Ocampo & Pavón, 2012).

Mejorar: Después de analizar la relación entre las variables de entrada y las de respuesta, se desarrollan, ejecutan y validan alternativas de mejora del proceso. Finalmente, se determina un rango operacional de los parámetros y/o variables clave del proceso (Pérez López & García Cerdas, 2014).

Controlar: Es la fase final, en esta se diseñan e implementan estrategias de control que aseguren que, una vez implantados los cambios, las mejoras se mantengan en el tiempo (Ocampo & Pavón, 2012).

La metodología DMAIC emplea herramientas en cada fase aplicables según el tipo de proceso. Para la estandarización de parámetros y métodos operacionales de la marinación del pollo, se emplearán las siguientes:

Tabla 4.
Herramientas Seis Sigma a implementar en el proyecto

FASE DEL PROYECTO	HERRAMIENTAS
Definir	Árbol de problema, entrevistas, diagrama de flujo de proceso, análisis de indicadores de calidad, diagrama de Gantt.
Medir	Diagramas de flujo, técnicas de muestreo.
Analizar	Lluvia de ideas, análisis estadístico, diagrama de flujo, diagrama causa-efecto.
Mejorar	Análisis de indicadores, diseño y validación de herramientas de estandarización.
Controlar	Capacitación, documentación, seguimiento de herramientas de estandarización empleadas, controles visuales.

Fuente: Adaptado de Pyzdek & Keller, n.d.

En la fase Definir, el árbol de problema es una herramienta utilizada para comprender y analizar de una manera más lógica el problema identificado y la relación entre las causas y efectos de este. El problema central es resultado de inconformidades halladas por entrevistas, peticiones o quejas recibidas acerca de los resultados del proceso, el cual se puede conocer mediante un diagrama de flujo, que es la representación gráfica en la que se visualizan las entradas, las salidas y las partes interesadas de cada actividad dentro del proceso (Pacheco, 2019). Luego, se realiza un análisis de objetivos, en el que el problema central pasa a ser el objetivo central, las causas serán los medios para cumplir el objetivo y los efectos serán los fines de este (Barreto Dillon, 2018).

Después de definir el objetivo del proyecto e identificar el proceso afectado, en este caso, la línea de producto marinado, se efectuó una programación para su desarrollo, por medio de un diagrama de Gantt.

En la fase Medir, se tienen en cuenta los parámetros y variables identificados en el flujo del proceso para determinar qué se va a medir; se realizaron pruebas de rendimiento de salmuera haciendo una combinación entre los parámetros y variables del equipo, para lo cual fue necesario usar técnicas de muestreo que garanticen la validez de los resultados de la muestra y sean representativos frente al total de la población, asumiendo un margen de error calculable y determinado (Otzen & Manterola, 2017).

En la fase Analizar, se estudiaron los datos resultantes de las pruebas de marinado y retención de salmuera por medio de análisis estadístico de datos, con el fin de identificar tendencias en los mismos y determinar una receta estándar de marinación por tipo de producto.

En la fase Mejorar, se aplicaron las recetas estándar de marinación determinadas y se analizaron los indicadores resultantes de la operación durante un periodo de tiempo establecido. También se diseñaron y validaron estándares operacionales como manuales operativos, listas de chequeo de arranque y POSS.

En la fase Controlar, se documentaron todas las herramientas de estandarización generadas y se comunicaron a todas las partes interesadas por medio de capacitaciones. Finalmente, se hizo un seguimiento periódico y auditorías, para asegurar que el proceso se mantenga y, una vez resueltos los problemas, no se generen nuevamente.

Finalmente, la metodología empleada para desarrollar los impactos del proyecto es el cuadro de mando integral (CMI). Es utilizado por empresas para orientar sus esfuerzos hacia el cumplimiento de las estrategias; además, brinda una visión del desarrollo de los objetivos de la organización a corto y mediano plazo (Nogueira, López, Medina & Hernández, 2014).



Figura 12. Ejemplo perspectivas del CMI
Fuente: Cuadro de mando integral - CMI Gestión, n.d.

Para poder desarrollar el CMI del proyecto, se requiere seguir los siguientes pasos:

1. **Diseñar las estrategias:** Se definen los objetivos a corto y a largo plazo del proyecto por cada perspectiva.
2. **Analizar los procesos involucrados:** Se identifican los procesos de proveedores y clientes y cómo es la gestión entre áreas.
3. **Formulación de indicadores:** Se definen los indicadores claves para realizar el seguimiento del proyecto.
4. **Elaboración del CMI:** Se ordenan los objetivos a largo y corto plazo con sus respectivos indicadores y se fijan metas (Muñoz, 2019).

Respecto a las perspectivas, cada organización debe adoptar aquellas que estén relacionadas con sus procesos o que afectarán el proyecto. Generalmente, las perspectivas más utilizadas en los CMI son:

Financiera: Tiene en cuenta los impactos generados por la toma de decisiones durante el desarrollo del proyecto;

Cliente: Considera la satisfacción del cliente y la retención de clientes, entre otros;

Procesos internos: Considera los procesos internos que afectan el desempeño del proyecto; y

Aprendizaje y crecimiento, la cual examina el nivel de satisfacción de las personas de la organización (Amendola, González & Prieto, 2004).

2.3. Marco conceptual referente al impacto del proyecto

Debido a que el proyecto impactará principalmente el ámbito productivo y económico, se medirán los indicadores identificados en el CMI con herramientas estadísticas para el control de procesos.

2.3.1. Cartas de control del proceso

Las cartas de control son una herramienta gráfica utilizada para observar y analizar el comportamiento de un proceso mediante mediciones periódicas de un parámetro específico. Permiten tomar acciones correctivas cuando un proceso se vuelve inestable o se sale de control; además, identifican si las causas de que un proceso se salga de control son comunes o especiales. Las causas comunes son también conocidas como causas naturales, las cuales

ocurren con normalidad en un proceso; por otro lado, las causas especiales se pueden atribuir a sucesos repentinos que no ocurren en el desarrollo normal de un proceso (Salazar, 2013).

Existen dos tipos de cartas utilizadas en el control de procesos: las cartas para variables, las cuales evalúan el comportamiento de una variable continua (como por ejemplo el peso de un producto, el tamaño, el pH, etc.), y las cartas para atributos, las cuales miden características cualitativas en términos de producto conforme o no conforme. A continuación, se presenta un ejemplo de una carta de control de variables con sus respectivos límites de control. La línea VE (color naranja) representa la media (μ) del proceso, el LCS corresponde al límite superior, el cual se calcula $LCS = \mu + 3 * \sigma$, y el límite inferior $LCI = \mu - 3 * \sigma$, donde σ es la desviación estándar del proceso y los puntos azules corresponden a los valores obtenidos del promedio de mediciones de muestras obtenidas periódicamente del proceso (Salazar, 2013).

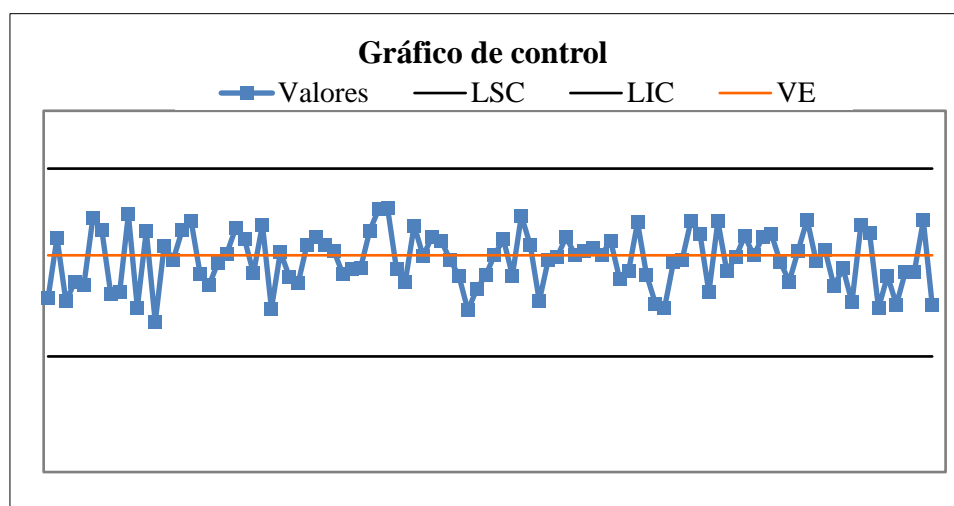


Figura 13. *Ejemplo de carta de control*
Fuente: Elaboración propia.

Para implementar las cartas de control, generalmente se realiza en dos pasos. En el primero, se realiza una toma de mediciones de los parámetros actuales del proceso, esto con el fin de calcular los límites superior e inferior y la línea central; asimismo, se calculan los tercios (límites imaginarios que permiten identificar patrones en el proceso). En este paso se evalúa cuáles de los puntos en el gráfico corresponderían a causas asignables o especiales.

En el segundo paso, se realiza la toma de información en tamaños de muestras que se pueden determinar con técnicas de muestreo. Con esta información, se calcula un promedio por muestra y se representa en la carta de control verificando que los puntos estén dentro de los límites de control; adicional a esto, las cartas se realizan en pares donde el primer gráfico representa la media de las muestras y el segundo representa la desviación de las muestras o, en

ocasiones, representa el rango de las muestras. En caso de que el proceso esté fuera de control, se pueden tomar acciones correctivas o se verifica si hay cambios en el proceso que expliquen la situación (Orlandoni Merli, 2012).

2.4. Antecedentes del proyectos o experiencias semejantes

Desde hace algunos años, los hábitos de los consumidores han sufrido un cambio debido al ritmo de vida acelerado que manejan; por ende, las necesidades alimenticias se han visto afectadas. Ahora el consumidor demanda un producto semielaborado o preparado, que disminuya los tiempos y la complejidad de su preparación, sin afectar su calidad y nivel de nutrición (Santos & Ramos, 2017).

En respuesta a las necesidades del consumidor, se ha empleado la técnica de marinado, la cual se ha destacado en la comercialización de alimentos semielaborados.

El proceso de marinado de pollo, que tradicionalmente era utilizado en la cocina casera con el fin de dar un mejor sabor a la carne y aumentar su terneza (Santos & Ramos, 2017), ha evolucionado a través del tiempo, impulsado por la creciente competitividad en la industria, dado que año tras año, el consumo per cápita de la carne de pollo en Colombia crece en un 4,5% anual (FENAVI, 2019).

A nivel industrial, el marinado consiste en incorporar a la carne sustancias y aditivos (agua, sal, fosfatos, aromas, especias, etc.) con el fin de mejorar la textura y el sabor y reducir la variabilidad en su calidad sensorial (Dhanda, Pegg & Shand, 2003).

En el año 2002, se estableció la Resolución 00402 como una forma de controlar y de dar claridad sobre el proceso de marinado a las personas y empresas, en la cual se consideran tres ítems principales de dicho proceso: el establecimiento, porque el marinado debe efectuarse en lugares que estén cobijados por el Decreto 2278 de 1982 (y su modificación 1031 de 1991), y regulados por el decreto marco (el 3075 del 23 de diciembre del 97), de forma que cumplan con las buenas prácticas de manufactura (BPM); la técnica, porque esta debe obedecer a unos parámetros técnicos y físicos consignados en la legislación colombiana (Ley 9 de 1979 y sus decretos, y el Decreto 3075); y la comercialización, porque es importante que el consumidor sepa en qué consiste la técnica de marinado ("Marinado de pollo", *Revista de Veterinaria*, n.d.).

Luego de oficializar la práctica de marinado, han surgido diversos estudios para estandarizar el proceso y establecer los parámetros óptimos necesarios para alcanzar las metas de inyección establecidas por cada compañía.

Bonilla Barreda, en 2008, realizó un estudio para determinar una combinación de variables (presión de inyección y concentración de ingrediente activo) que permitan un rendimiento óptimo en cuanto a porcentaje de retención, apariencia y sabor en el proceso de marinado de pollo. Se desarrollaron pruebas que consistían en realizar combinaciones e inyectar salmuera en pollo, variando el tipo de inyección, la presión de inyección y la concentración del ingrediente activo (carragenina).

Las variables utilizadas en el proceso de tenderizado fueron:

Tabla 5.
Variables de prueba para medición de rendimiento

VARIABLE	VALORES DE PRUEBA
Presión de inyección	1,5 – 2,5 – 3,5 (bares)
Tipo de inyección	Inyección 1: La salmuera sale de las agujas cuando van hacia abajo. Inyección 2: La salmuera sale de las agujas cuando van hacia abajo y hacia arriba.
Concentración de carragenina	0,3% - 0,4% - 0,5%

Fuente: Adaptado de Bonilla Barreda, 2008.

Finalmente, se determinó que la mayor ganancia en dólares por cada 1000 libras de pollo marinado es de \$106,22 y se obtuvo con la siguiente combinación:

Tabla 6.
Valores establecidos en prueba para mayor rendimiento

VARIABLE	VALOR ESTABLECIDO
Presión de inyección	2,5 bar
Tipo de inyección	Inyección 2
Concentración de carragenina	0,4%

Fuente: Adaptado de Bonilla Barreda, 2008.

Adicionalmente, se detectaron parámetros adicionales que afectan el porcentaje de retención del pollo, los cuales son: la posición del pollo en la banda de alimentación de la máquina marinadora, la temperatura de almacenamiento del pollo marinado y la forma de la aguja de inyección. En cuanto a las variables estudiadas, se detectó que la presión de inyección no tiene proporcionalidad directa con el porcentaje de retención, ya que, a presiones muy altas, la aguja ocasiona rompimiento en las fibras, y esto genera un aumento en el drenaje de humedad. Contrario a esto, Llorenç Freixanet (n.d.) realiza pruebas con una marinadora de inyección por aspersión. Las pruebas consisten en inyectar un corte de carne de res con diferentes presiones de inyección de salmuera. La inyección por aspersión a diferencia de las inyectoras tradicionales tiene muchas perforaciones muy pequeñas en las agujas de tal forma que cuando la salmuera es inyectada, esta sale en micropartículas que se dispersan por toda la carne. Freixanet (n.d.) obtiene información del porcentaje de inyección de los cortes, la desviación estándar de las inyecciones y el tipo de inyección utilizada.

Tabla 7.
Resultados ensayos a diferente presión de salmuera

TIPO DE EQUIPO	PRESIÓN DE SALMUERA	% INYECCIÓN	DESVIACIÓN
Inyectora por spray	2	20.21	1.21
Inyectora por spray	4	20.40	0.93
Inyectora por spray	6	20.18	0.61
Inyectora por spray	8	20.13	0.62
Inyectora A	2	20.13	1.42
Inyectora B	1,5	20.37	1.63
Inyectora C	1,5	20.90	2.74

Fuente: Tomado de Freixanet (n.d).

Los investigadores concluyen que la presión ideal para inyección por aspersión es de 6 kg/cm², ya que presenta baja desviación estándar y el porcentaje de inyección no cambia mucho si se compara con otras presiones; además, este tipo de inyección no causa daños en la carne y permite que la salmuera se adhiera mejor, reduciendo la pérdida de salmuera por escurrido.

Otra manera de mejorar el rendimiento del marinado, es por medio de la inyección con efecto “spray”, la cual se realiza por medio de inyectoras que contienen agujas con varios agujeros de diámetro menor a 0,6 mm, a diferencia de la aguja tradicional de un solo agujero.

Xargayó, Lagares, Fernández, Borrell y Juncà (2008) realizan un análisis sensorial del marinado con una inyectora de efecto spray. A partir de un marinado en diferentes concentraciones (15% y 25%), obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8.
Análisis sensorial de marinado

EFFECTO DEL MARINADO EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES A DISTINTAS CONCENTRACIONES						
PRODUCTO	Sabor	Olor	Jugosidad	Terneza	Fuerza del corte	Trabajo del corte
Pollo control	5,5	5,3	6,0	6,0	1,52 – 0,48	3,52 – 0,16
Pollo 15%	6,2	5,5	6,6	6,5	0,96 – 0,37	2,48 – 0,56
Pollo 25%	5,6	5,4	7,0	6,7	0,44 – 0,23	2,21 – 0,49

Fuente: Tomado de Xargayó, Lagares, Fernández, Borrell & Juncà, 2008.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se evidencia que las características sensoriales como la jugosidad y la terneza se acrecientan con un porcentaje de concentración mayor (25%). Además, encontraron relación indirecta entre el porcentaje de inyección y la fuerza de corte de la carne, pues a mayor concentración, la fuerza de corte es menor.

Además del porcentaje de concentración de inyección de salmuera, es importante considerar otros parámetros. Jácome y Morillo (2011) plantean un estudio considerando parámetros como el pH de la carne, ya que afirman que, al incrementar el pH con la presencia de sal, la capacidad de retención de agua será mayor. Su objetivo era definir los parámetros de marinado bajo la hipótesis de que la calidad, el rendimiento y la aceptabilidad de la carne de pollo se verían afectados por la concentración de polifosfatos a 3%, 3,5% y 4%; el tamaño de la canal de 3 lb, 4 lb y 6lb; y el tiempo de refrigeración de 6 y 12 horas. Se analizaron 18 tratamientos (Tn) resultantes de la combinación de variables o factores de observación con 3 repeticiones cada uno.

Finalmente, se realizaron interacciones entre los factores; y los mejores resultados de rendimiento se obtuvieron de los tratamientos T9 y T10 (Tabla 9), concluyendo que cuando se excede el peso del pollo, el rendimiento disminuye ya que el escurrido es mayor.

Tabla 9.
Parámetros de los tratamientos T9 y T10 por factor

TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C
	% concentración de polifosfatos	Tamaño de canal (lb)	Tiempo de refrigeración (horas)
T9	3,5	4	6
T10	3,5	4	12

Fuente: Adaptado de Jácome Aguirre & Morillo Martínez, 2011.

Mediante los resultados obtenidos (Tabla 10) para los distintos parámetros de estudio, con los tratamientos anteriormente mencionados, se puede concluir que el tratamiento que cumple con los valores establecidos por la norma en contenido acuoso es el T10, en proteína el T9 y en grasa ambos tratamientos se encuentran dentro del rango establecido, al igual que en la capacidad de retención de agua.

Tabla 10.
Resultados obtenidos para los tratamientos T9 y T10

PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO ANÁLISIS LABORATORIO		STD NORMA / VALORES MÉTODO	* VALORES
		T9	T10		
Contenido acuoso	%	72,7	74,5	Tabla Nutrimed	73,2
Proteína	%	20,6	18,4	Tabla Nutrimed	19,2
Grasa	%	5,62	4,80	Tabla Nutrimed	2,8 – 9,7
Capacidad retención de agua	ml./g	0,90	0,94	Grau y Hamm	0,9

Fuente: Tomado de Jácome Aguirre & Morillo Martínez, 2011 y Giraldo, 2002.

Capítulo 3. Metodología

La metodología *Lean manufacturing* permite la mejora de los procesos y su estandarización; para el desarrollo del presente proyecto se aplicó la metodología DMAIC, la cual hace parte de las llamadas metodologías *lean* o esbeltas, es decir, enfocadas en la eliminación de desperdicios de materiales e información. Su principal interés es identificar la causa de la variabilidad de los procesos y la forma estructurada de crear mejoras a bajo costo.

Para abordar problemas relacionados con la operación y el diseño de un proceso desde el punto de vista de la ingeniería industrial, es necesaria la aplicación de metodologías esbeltas, pues permiten la reducción de costos, mejora de los procesos y aumento en la satisfacción del cliente.

Como se explicó anteriormente, este proyecto se llevó a cabo bajo la metodología Seis Sigma, específicamente con la estructura de cinco fases DMAIC (D'Angelo, 2015; Krishnan & Prasath, 2018).

3.1. Metodología para la definición del problema

Para desarrollar la definición del problema, se diseñó la tabla 11 con las actividades, herramientas y responsables, con la finalidad de tener una trazabilidad del desarrollo del proyecto.

Tabla 11.
Metodología para definición del problema

ETAPA: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA			
ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	PLAZO	RESPONSABLES
	Observación		
Mapeo del proceso	Diagrama de proceso	15 días	
	Diagrama de flujo		
Definición del problema	Entrevistas con personal del área		Kemberly Umaña
	Árbol del problema	1 mes y 15 días	
	Revisión de indicadores de calidad		
Identificación causa-efecto del problema	Entrevistas con personal del área		
	Diagrama Ishikawa	10 días	

Fuente: Elaboración propia

El problema de rendimiento del área IQF fue identificado inicialmente por los supervisores del área, quienes notaron cómo la producción les afectaba los indicadores de rendimiento. De igual forma, la falta de cumplimiento de la temperatura del producto final es un problema que no solo afecta el área de estudio (IQF) sino que afecta los indicadores del área Túneles, donde han expresado que los procesos de doble choque de frío limitan la capacidad para congelar otros productos, generando colas de producto en el área.

De acuerdo con el capítulo II, la primera fase de la metodología DMAIC consiste en definir el problema. Para esto se realizaron entrevistas al personal del área IQF, procesos proveedores como el Desprese y clientes como Túneles, para definir el problema central e identificar sus posibles causas y efectos. Con base en esta información, se realizó un análisis del problema utilizando la metodología “árbol de problema”.

3.2. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto

Tabla 12.

Metodología medición y respaldo cualitativo

ETAPA: MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO			
ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	PLAZO	RESPONSABLES
Recolección de información cualitativa de variables del proceso	Registro de indicadores de calidad	1 mes	Área de Calidad
	Diagrama de flujo del proceso		Kemberly Umaña
	Pruebas de marinado		
	Investigación		

Fuente: Elaboración propia.

Una vez identificado el problema, se procede a establecer la metodología para la recolección de información.

Inicialmente se realizaron pruebas de marinado, con el fin de conocer el comportamiento de la inyección de salmuera y su temperatura bajo la variación de los parámetros de operación de marinado como la presión y velocidad de la banda; para ello fue necesario conocer antes todas las etapas del proceso, por lo cual se realizó un diagrama de flujo.

Posteriormente, se realizó la selección de muestra que representaba el total de la población, en este caso, la producción por hora, y se especificó el periodo de toma de datos de pH del ave, el peso antes y después de marinar, y finalmente los parámetros establecidos.

En cuanto a la temperatura, se analizaron los datos recogidos por el área de Calidad, que se refieren a las temperaturas de entrada y salida del producto, y la temperatura de la salmuera empleada para marinar. Esta información se obtiene de forma periódica y se digita en una base de datos del área.

3.3. Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

Tabla 13.

Metodología mejora y construcción

ETAPA: PROPUESTA DE MEJORA Y DE CONSTRUCCIÓN			
ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	PLAZO	RESPONSABLES
Identificación de oportunidades de mejora	Observación		
Propuesta de mejora	Manuales operativos	2 meses	Kemberly Umaña
	Listas de chequeo		
	POSS (Parámetros operacionales)		

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta de mejora se desarrolló a partir de la observación de los procesos y con la construcción del manual operativo para los equipos marinadora e IQF Scanico; además se realizó una lista de chequeo de arranque con los aspectos críticos para tener en cuenta antes de iniciar el proceso. Finalmente, con los resultados obtenidos de las pruebas de marinado se determinaron los parámetros de operación que logran el porcentaje de retención objetivo y se plasmaron aquellas recetas en el documento llamado POSS, que hace referencia a los parámetros operacionales de un equipo.

3.4. Metodología para la implementación del proyecto

Tabla 14.
Metodología implementación

ETAPA: IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO			
ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	PLAZO	RESPONSABLES
Implementación de las mejoras	Documentación del proceso Capacitación de personal del área	1 mes	Kemberly Umaña

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar la implementación del proyecto, se documentaron las propuestas (manuales, listas de chequeo y POSS) luego de ser aprobadas por las áreas: Calidad, EHS, Mantenimiento y Operaciones. Finalmente, fue necesario capacitar al personal del área para socializar los cambios propuestos al proceso.

3.5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

Tabla 15.
Metodología verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

ETAPA: VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS			
ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	PLAZO	RESPONSABLES
Verificación y aseguramiento	Observación	1 mes	Kemberly Umaña
	Listas de chequeo		
Control y seguimiento de resultados	Pruebas de marinado	1 mes	Kemberly Umaña
	Formatos de control		
	Registro de indicadores de calidad		

Fuente: Elaboración propia.

Una vez implementada la propuesta de mejora, se realizó el seguimiento de los resultados por medio de un formato en el cual el maquinista del área registró información sobre el porcentaje de inyección, porcentaje de retención, temperatura de entrada y de salida del producto, con los respectivos parámetros de operación de los equipos.

Capítulo 4. Línea base y análisis de causas

En este capítulo se abarcan las etapas de medición y análisis de la metodología DMAIC, mediante una descripción detallada de los procesos que se ejecutan en el área IQF, las partes interesadas y los recursos utilizados, con el fin de identificar los factores que generan el problema del bajo rendimiento en la línea de producto marinado de Pollos Bucanero S.A., definido en la sección 1.3 de este documento. Asimismo, se busca definir y priorizar mediante el uso de herramientas ingenieriles aquellas causas que proporcionan el mayor impacto.

4.1. Descripción del proceso productivo

El área IQF tiene la función de marinar y congelar las presas de pollo provenientes del área de Desprese, que es donde llegan las canales (ave sin vísceras, patas ni cabeza) y se separan las presas por medio de una despresadora automática para obtener perniles, alas, muslos, contramuslos y pechugas. Generalmente, las presas de pollo que ingresan en el IQF llegan a una temperatura de 2°C, dos horas y media después de haber sacrificado al ave. En la Figura 14 se presenta el diagrama de proceso del área en estudio, del cual se puede concluir que requiere de tareas de precisión, ya que debe cumplir un proceso de formulación de salmuera para garantizar el buen marinado de las presas.

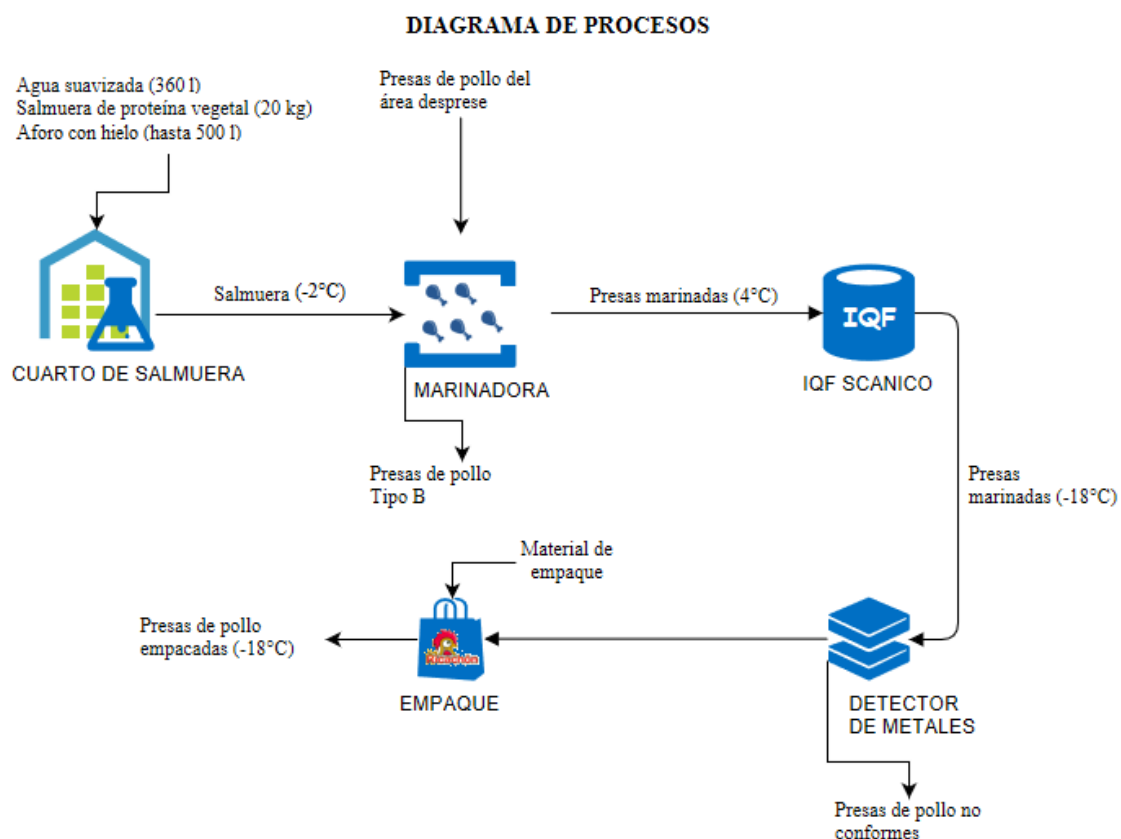


Figura 14. Diagrama de proceso del área IQF
Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, un esquema más detallado del proceso es el diagrama de flujo. Como se puede observar en la Figura 15, este diagrama divide el área de IQF en 5 subáreas y describe cada actividad llevada a cabo durante el proceso productivo. Es importante llevar a cabo los procesos de inspección y toma de decisión, ya que de estos depende la calidad del producto terminado y el cumplimiento de las especificaciones.

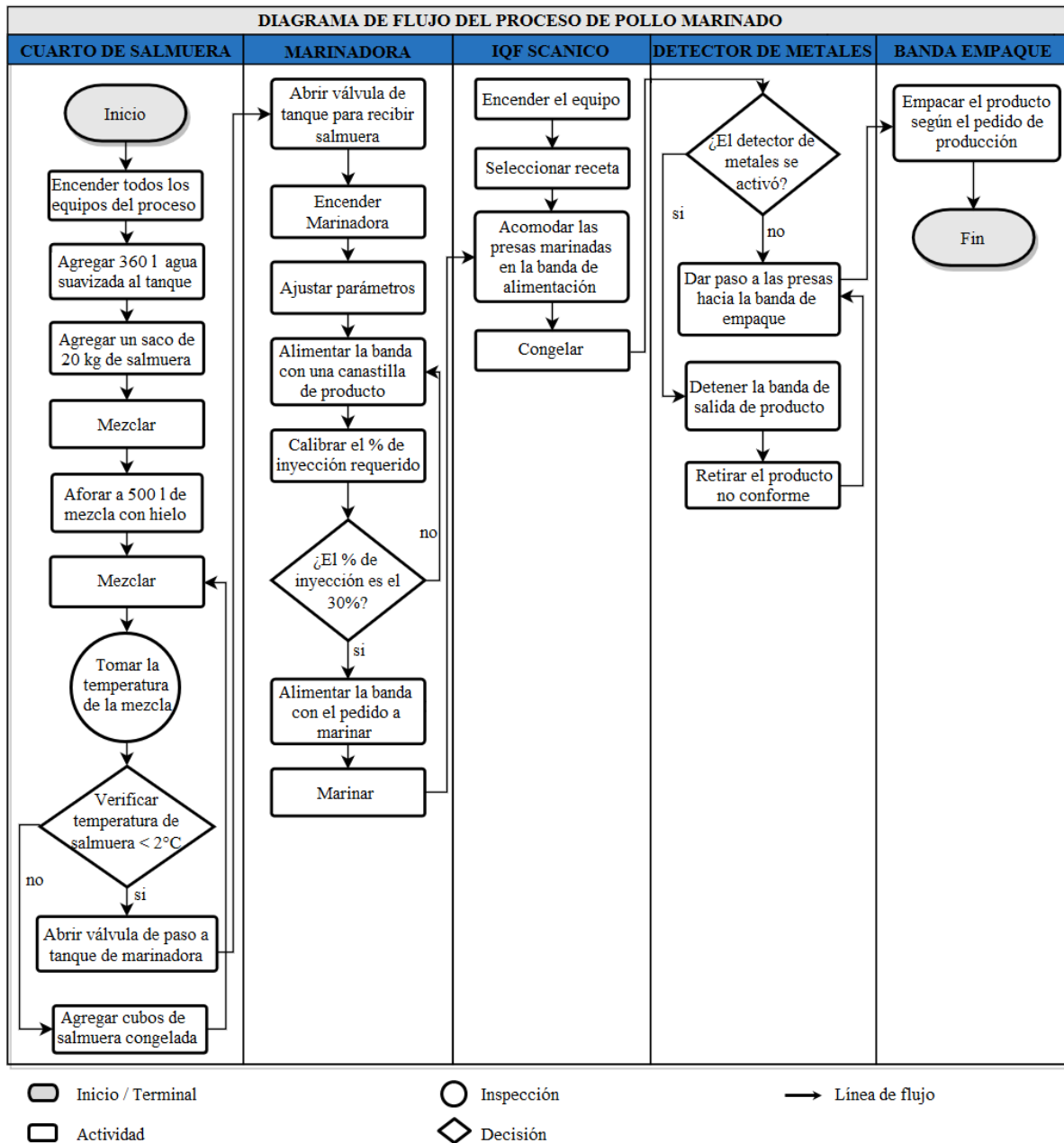


Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de pollo marinado

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. Equipos principales

El área IQF cuenta con tres equipos principales: marinadora Titan, cuarto de salmuera, y congelador IQF Scanico. Estos equipos permiten la ejecución de los procesos de realización de salmuera, marinado y congelado o refrigerado de las presas a procesar; también cuentan con

parámetros específicos de operación, los cuales son de suma importancia ya que de estos depende el buen funcionamiento de los equipos y la precisión en la producción. Los equipos cuentan con las siguientes características:

- Marinadora Titan

La marinadora marca Titan tiene 215 agujas en acero inoxidable, que inyectan la salmuera a una presión de 0 a 4 bares, y la capacidad de almacenamiento de salmuera es de 40 galones contenidos en un tanque conectado al equipo. Este equipo tiene una matriz de teflón (Figura 16) que ordena las agujas en forma vertical con la punta en dirección a la banda (hacia abajo). En funcionamiento, la matriz de teflón baja todas las agujas e inyecta las presas que están en el momento debajo de la matriz. Una vez inyectada las presas, la matriz sube las agujas hasta la posición inicial y la banda transportadora se mueve hasta posicionar un nuevo grupo de presas bajo la matriz con agujas.

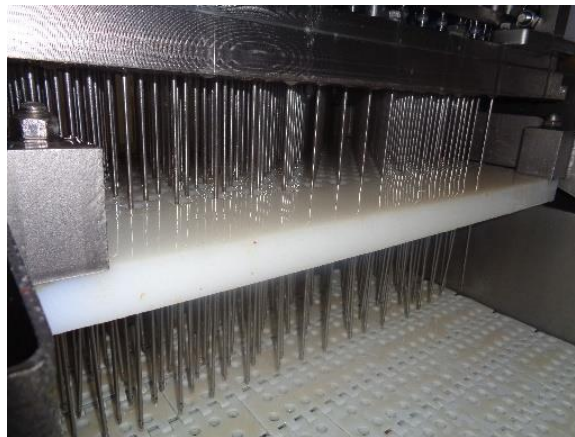


Figura 16. *Cabezal de inyección (matriz de teflón y agujas)*

Fuente: Elaboración propia.

El equipo cuenta con un sistema de enfriamiento que controla la temperatura de la salmuera en el tanque y la enfría con la ayuda de un radiador. Además, la marinadora tiene la capacidad de reutilizar la salmuera que no logra inyectar en el pollo; esto mediante un sistema de recirculación que utiliza tres filtros para eliminar los residuos de la salmuera no inyectada. El primer filtro está diseñado en forma de tambor, para que al girar elimine los residuos de gran tamaño; el segundo filtro consta de dos placas paralelas ubicadas en el interior del tanque de salmuera las cuales en conjunto eliminan los residuos de tamaño mediano; y finalmente, el tercer filtro es parecido al primero, ya que tiene forma de tambor con la diferencia de que elimina residuos más pequeños. Estos filtros permiten que la salmuera recirculada no cause taponamiento de las agujas, lo cual produciría un daño en el equipo.

Durante el funcionamiento, el maquinista puede variar la presión de inyección, que está asociada a la presión con que la bomba del equipo hace circular la salmuera; la velocidad de la banda tiene tres rangos: 2, 4 y 8 (2 es la más lenta y 8 la más rápida); y la velocidad de inyección, que se asocia al número de veces o golpes que la matriz de las agujas baja y sube en un minuto.

La marinadora también cuenta con dos tipos de inyección: simple y doble. La inyección simple libera salmuera únicamente cuando las agujas están completamente abajo, mientras que la inyección doble libera salmuera cuando las agujas están abajo y cuando están volviendo a su posición original.

En la banda transportadora previa a la marinadora, se ubican dos personas que retiran las presas tipo B o presas con hematomas para evitar que sean marinadas, y las presas en buenas condiciones son separadas entre ellas antes de que ingresen en el equipo. Además, cuando el área de Desprese no puede suministrar presas de pollo, dos personas pertenecientes al área IQF se ubican en el inicio de la banda y la alimentan con materia prima almacenada en canastillas en el cuarto de trabajo en proceso (WIP) del área de Desprese.

- Cuarto de salmuera

Respecto al suministro de salmuera, el área IQF cuenta con un cuarto asignado para la preparación de salmuera, provisto de dos tanques de 500 l cada uno (Figura 17); el izquierdo pertenece al área IQF y el derecho al área de Desprese; esta última también cuenta con una marinadora con las mismas especificaciones.



Figura 17. *Tanques de salmuera*

Fuente: Elaboración propia.

En el cuarto de salmuera el maquinista encargado de la operación de la marinadora prepara la solución de salmuera, mediante el siguiente procedimiento:

- Agrega 360 l de agua suavizada a temperatura ambiente en el tanque.
- Agrega un saco de 20 kg de salmuera de proteína vegetal en polvo.
- Mezcla por medio de aspas que contiene el tanque.
- Afora a 500 l de mezcla con hielo.
- Mezcla el tanque nuevamente.

Finalmente, se obtienen 500 l de solución de salmuera a una temperatura $< 2^{\circ}\text{C}$.

- IQF Scanico

El IQF Scanico permite congelar las presas de pollo de forma individual. El congelador cuenta con una banda helicoidal (**Figura 18**), es decir, una banda flexible que en el interior del IQF Scanico toma forma circular y asciende 23 niveles.



Figura 18. Banda helicoidal (interior del IQF)
Fuente: Elaboración propia.

El equipo cuenta con un panel de control (**Figura 19**) donde el maquinista puede especificar la receta para el producto a procesar. Cada receta tiene un tiempo de residencia diferente para un total de 20 recetas diferentes, donde la receta 1 tiene un tiempo de residencia reducido, ideal para presas de pollo pequeñas; por otro lado, la receta 20 tiene el mayor tiempo de residencia (65 minutos) y se utiliza para congelar presas de mayor carga másica.

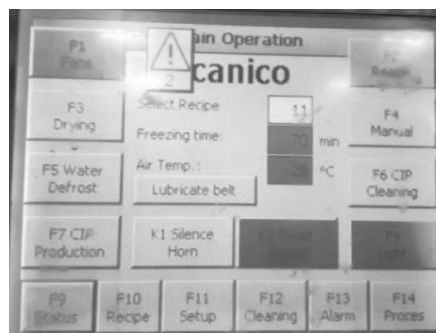


Figura 19. Interfaz maquinista - IQF
Fuente: Propia.

El IQF Scanico tiene 3 modos funcionales: el modo limpieza, retira los residuos de hielo; modo de secado y modo descongelado; sin embargo, durante la producción solo es posible modificar la receta y la frecuencia con que se lubrica la banda helicoidal. Respecto a la temperatura interna del equipo, esta es operada por personal externo al área IQF.

El maquinista del IQF Scanico, además de controlar los parámetros operativos, debe asegurar el continuo funcionamiento del equipo; para esto, constantemente revisa factores como la lubricación del equipo, el estado de los sensores y la tensión de la banda helicoidal mediante una lista de verificación diligenciada al inicio de cada turno.

4.2. Definición del problema

Con base en la información recolectada en las entrevistas a operarios del proceso, supervisores de producción y coordinadores, se realizó el árbol de problema presentado en la **Figura 20**.

Dichas entrevistas consistieron en indagar con el personal acerca de la opinión basada en la experiencia laboral en el área de cuáles eran las causas que generaban el problema central ya identificado anteriormente en la sección 1.3, y luego cuáles eran los posibles efectos de dicho problema.

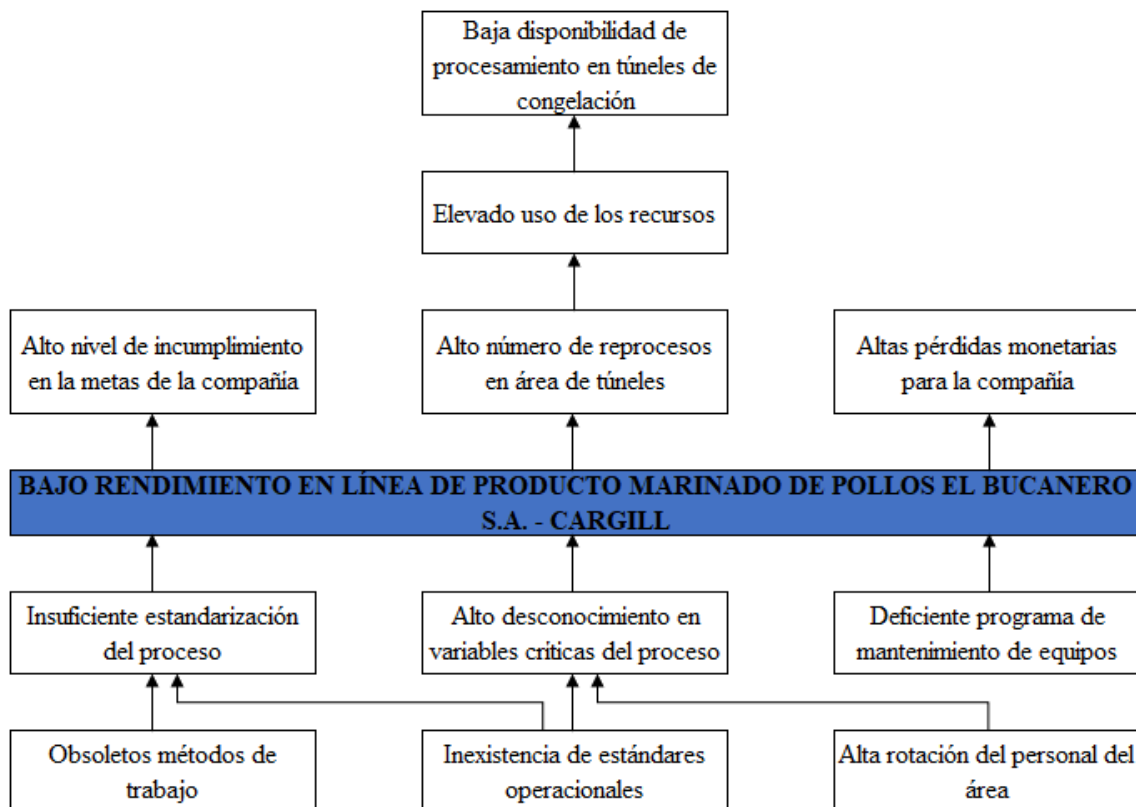


Figura 20. *Árbol de problema*
Elaboración: Elaboración propia.

Se definió como tallo o problema principal el “bajo rendimiento en la línea de producto marinado de Pollos Bucanero-Cargill”. Con los resultados de las entrevistas realizadas se evidenció que la falta de estandarización de los procesos, el desconocimiento de las variables críticas y el deficiente programa de mantenimiento son causas directas del problema, ya que en la construcción del árbol son las que están más cerca del problema principal; por lo tanto, lo afectan directamente. Además, la falta de estandarización es causada por los obsoletos métodos de trabajo y la inexistencia de estándares operacionales, así como el alto desconocimiento en las variables críticas del proceso es causado por la alta rotación del personal en el área.

Finalmente, como efectos directos encontramos las altas pérdidas monetarias, el alto nivel de incumplimiento en las metas de la compañía y el alto número de reprocesos en el área Túneles, asociados al proceso de doble choque, lo cual genera un efecto indirecto relacionado con el elevado uso de los recursos y la baja disponibilidad de dicha área.

4.3. Diagnóstico inicial

Durante la producción existen distintos factores que influyen en la efectividad del proceso; estos factores afectan la capacidad de producción y algunas características del producto final (peso, temperatura, tamaño, etc.), lo cual conlleva al incumplimiento de las medidas establecidas por la compañía y por el ente regulador: el Ministerio de Salud y Protección Social. Por tal razón, los factores que afectan los resultados de la producción deben tratarse en su mayoría de manera inmediata.

Para identificar las causas que afectan el proceso de marinado y congelado de presas de pollo, en la **Figura 21** se muestra el diagrama de Ishikawa elaborado con la información recolectada a través de entrevistas realizadas con el personal del área, observaciones durante recorridos del proceso y reportes de indicadores e información suministrada por las áreas de Calidad e Ingeniería de Procesos, para posteriormente clasificar y priorizar aquellas que sean más relevantes.

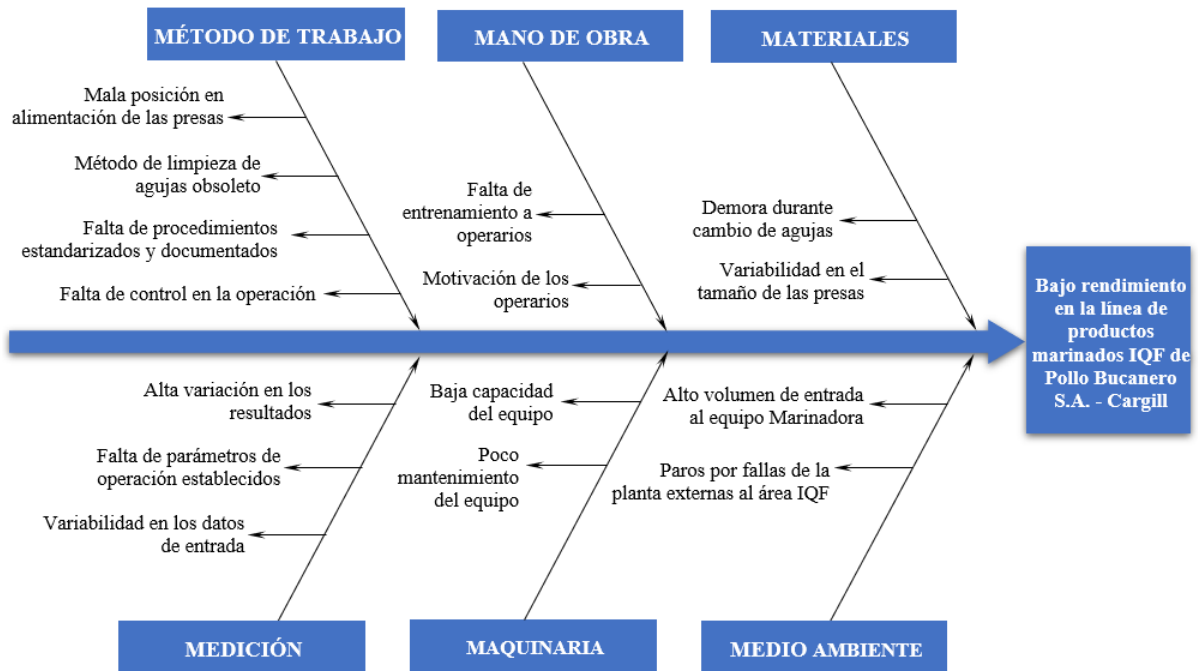


Figura 21. Diagrama Ishikawa
Fuente: Elaboración propia.

Después de identificar las posibles causas que afectan el rendimiento del producto marinado, se busca priorizar aquellas causas más significativas, ya que no es posible atenderlas todas al mismo tiempo. Se planteó una encuesta dirigida al personal del área afectada (operarios, supervisores) y al personal de otras áreas como Investigación y Desarrollo e Ingeniería de Procesos, las cuales tienen alto conocimiento de la situación; la encuesta se basó en las causas ya identificadas por el mismo personal del área en la sección 4.2, en la cual debían calificar cada causa con ayuda de cinco niveles de calificación (de 1 a 5), valorando con 1 la causa que no tiene una relación probable con el problema, y con 5 la causa más relacionada al problema. Los resultados obtenidos se presentan a continuación en la Tabla 16 con su respectiva distribución de frecuencias.

Tabla 16.

Distribución de frecuencias con resultados de encuesta realizada

Problema: Bajo rendimiento en la línea de productos marinados IQF de Pollo Bucanero S.A. - Cargill			
CAUSAS	Frecuencia	Frecuente relativa	Frecuencia relativa acumulada
Falta de procedimientos estandarizados y documentados	160	9,6%	9,6%
Falta de parámetros de operación establecidos	157	9,4%	18,9%
Mala posición en alimentación de las presas	152	9,1%	28,0%
Falta de control en la operación	152	9,1%	37,1%
Falta de entrenamiento a operarios	150	9,0%	46,1%
Alto volumen de entrada al equipo Marinadora	142	8,5%	54,6%
Baja capacidad del equipo	130	7,8%	62,3%
Variabilidad en el tamaño de las presas	122	7,3%	69,6%
Poco mantenimiento del equipo	95	5,7%	75,3%
Alta variación en los resultados	92	5,5%	80,8%
Variabilidad en los datos de entrada	80	4,8%	85,6%
Método de limpieza de agujas obsoleto	75	4,5%	90,1%
Motivación de los operarios	57	3,4%	93,5%
Paros por fallas de la planta externas al área IQF	57	3,4%	96,9%
Demora durante cambio de agujas	52	3,1%	100,0%
Total	1673	100,0%	

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos de la encuesta y la tabla de distribución de frecuencias realizada en la Tabla 16, se realizó un diagrama de Pareto presentado en la **Figura 22**, y se priorizaron las causas que se deben resolver primero y tendrán mayor efecto en el problema.

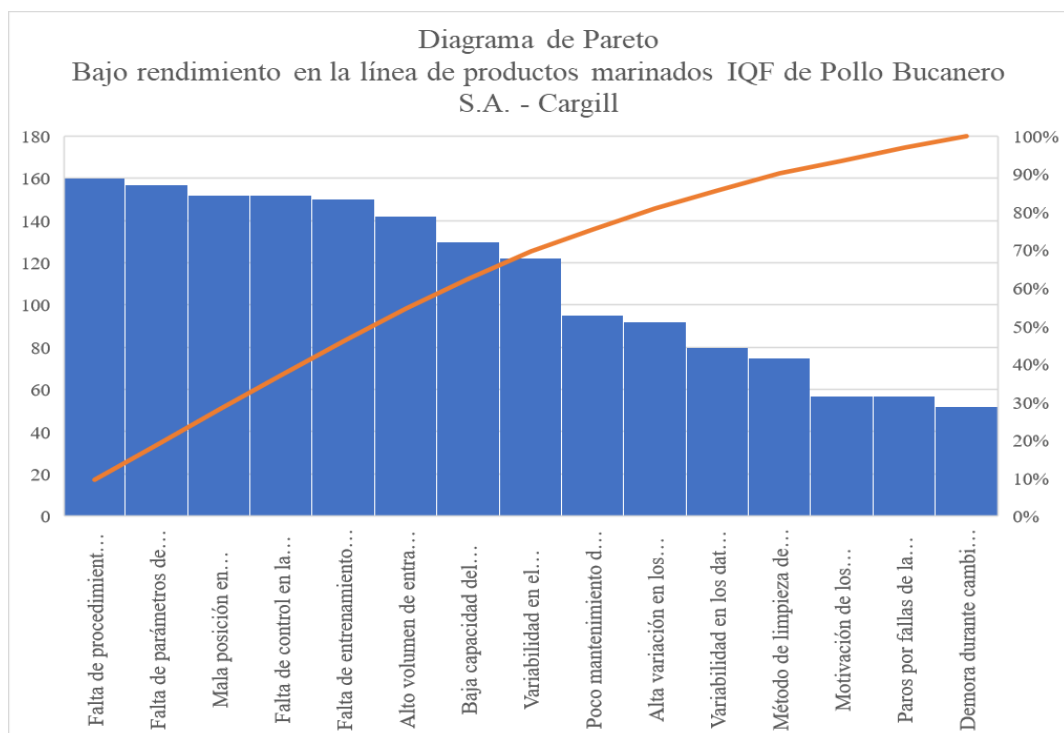


Figura 22. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 22** se presenta el diagrama de Pareto mediante el cual se determinó el 20% de causas que generan el 80% de los problemas de rendimiento en los productos marinados. Dichas causas se presentan en la Tabla 17, y son aquellas con prioridad de ser resueltas. Se puede observar que la falta de parámetros de operación, la mala posición de las presas, la falta de entrenamiento y la falta de control pueden ser resueltas mediante la implementación de procedimientos como manuales de operación y listas de chequeo. Además de la implementación, es necesario capacitar al personal para su conocimiento de la operación y de las tareas y puntos críticos del proceso.

Cabe resaltar que los diversos tamaños de las presas y la alta variación en los resultados son variables que no es posible modificar, ya que el área no cuenta con una clasificadora de presas que garantice un tamaño “ideal”. Es por ello que se recurre a generar un formato con información de los parámetros programables de la marinadora y el IQF Scanico clasificados por tipo de presa.

Para atender la falta de mantenimiento del equipo se realizó un plan de mantenimiento preventivo para los equipos; los responsables de garantizar el cumplimiento de dicho plan son el supervisor del área y el área de Mantenimiento.

También podemos identificar causas como la baja capacidad del equipo y el alto volumen de entrada, que no pueden ser atendidas rápidamente, ya que requieren de la compra de un nuevo equipo o de la modificación e intervención en áreas externas.

Tabla 17.
Diagrama de Pareto del área Adobados

CAUSAS
Falta de procedimientos estandarizados y documentados.
Falta de parámetros de operación establecidos.
Mala posición en alimentación de las presas.
Falta de control en la operación.
Falta de entrenamiento a operarios.
Alto volumen de entrada a la marinadora.

Baja capacidad del equipo.

Variabilidad en el tamaño de las presas.

Poco mantenimiento del equipo.

Alta variación en los resultados.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se hará una breve descripción de las causas detectadas por cada M en el diagrama de Ishikawa de la **Figura 21**, con el fin de ampliar la información obtenida de cada una.

4.3.1. Método de trabajo

En cuanto al método de trabajo, a través de la información suministrada por el área Ingeniería de Procesos se evidenció que la operación no cuenta con estándares operativos y no hay procedimientos que indiquen a los operarios el deber ser de la operación, ni los puntos críticos de esta. Además de la falta de documentación de los procedimientos, se encontró que muchos de ellos son obsoletos o poco productivos, como la limpieza de las agujas, la cual es manual y requiere de aproximadamente 90 minutos, ya que se hace con ayuda de un punzón.

También se observó que las personas encargadas de separar las presas de pollo antes de que ingresen en la marinadora no tienen claro en qué posición deben ubicar la materia prima; esto debido a la falta de capacitación del personal sobre el procedimiento de la tarea, a pesar de que es una actividad crítica, puesto que si las presas se ubican incorrectamente con la parte del hueso hacia arriba, podría causar que las agujas se doblen o partan, y la salmuera no se inyectaría correctamente dentro de la presa.

Por otro lado, la falta de procedimientos estandarizados conlleva a que el personal del área no tenga total claridad de la operación. Se observó que, debido a que el parámetro de la presión de inyección de salmuera no está definido para cada presa de pollo, cuando el maquinista cree que la inyección del equipo es baja, aumenta la presión a criterio personal, algo que según la teoría es una práctica peligrosa por los daños que puede causar en el tejido, provocando una alta pérdida de salmuera. De igual manera, el congelador IQF presenta problemas parecidos, ya que los operarios que organizan las presas marinadas en la banda de alimentación del

congelador no tienen claridad de la posición de las presas y la distancia mínima que debe haber entre ellas.

Para respaldar la falta de estándares, se realizaron mediciones de las variables del proceso, habida cuenta de que, según la teoría expuesta en el Capítulo 2. , la falta de estándares genera alta variabilidad en los procesos. Se realizaron 25 muestras para la prueba de inyección y retención, en las que se tomó el peso inicial, peso del producto marinado y peso del producto en la salida del IQF Scanico.

Los parámetros empleados en el proceso fueron: 3 bares de presión, velocidad de banda 4 y 30 golpes por minuto, que corresponden a los parámetros que actualmente utiliza el proceso.

Para calcular los porcentajes de inyección y retención, se empleó la fórmula presentada a continuación:

$$\text{Retención/Inyección} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * (100)$$

Donde:

Inyección:

m_1 = Peso inicial del producto

m_2 = Peso del producto en la salida de la marinadora

Retención:

m_1 = Peso inicial del producto

m_2 = Peso del producto en la salida del IQF Scanico

Finalmente, en la Tabla 18 se presentan los resultados obtenidos acerca del porcentaje de inyección y retención de las 25 muestras tomadas.

Tabla 18.
Prueba de inyección y retención

Muestra	% inyección	% retención
1	24,75%	20,96%
3	30,56%	23,15%
4	15,24%	11,75%
5	27,95%	21,43%
6	24,58%	19,19%
7	16,61%	13,72%
8	10,38%	8,18%
9	18,21%	14,13%
10	27,27%	23,64%
12	26,99%	22,39%
13	16,07%	13,52%
15	29,56%	22,01%
16	33,51%	26,70%
17	15,67%	13,39%
18	30,13%	25,64%
19	24,13%	19,19%
20	17,13%	13,81%
21	11,80%	7,08%
22	14,21%	12,81%
23	21,41%	16,62%
24	18,53%	15,48%
25	14,61%	11,52%

Fuente: Elaboración propia.

Luego, con los datos de la anterior tabla se realizó un gráfico de líneas presentado en la **Figura 23**, con el fin de visualizar el estado actual del proceso.

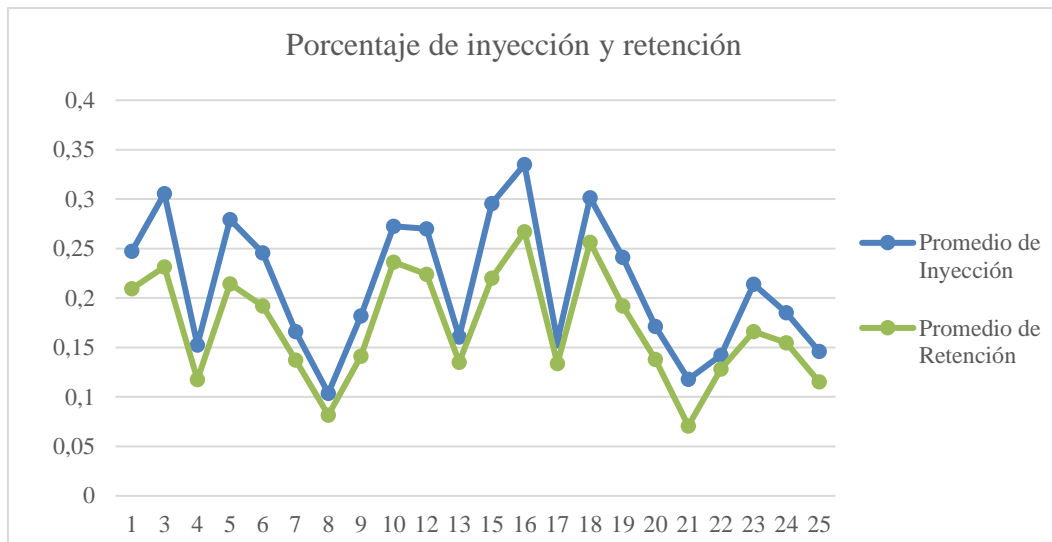


Figura 23. Diagrama de líneas promedio del porcentaje de inyección y retención
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que la retención (línea verde) es menor que la inyección de salmuera (línea azul) en todas las muestras. Esto se debe a que una vez que se inyectan las presas de pollo, durante el recorrido desde la marinadora hasta la salida del IQF Scanico, las presas pierden aproximadamente el 4,2% de la salmuera. Cabe destacar que, en la mayoría de los puntos donde la inyección sobrepasaba el 25%, la pérdida de salmuera fue mayor, lo que se puede asociar al exceso de presión en el marinado.

A continuación, se presenta un gráfico de cajas y alambres (**Figura 24**), también conocidas como “cajas y bigotes”, para evidenciar la variabilidad actual del proceso.

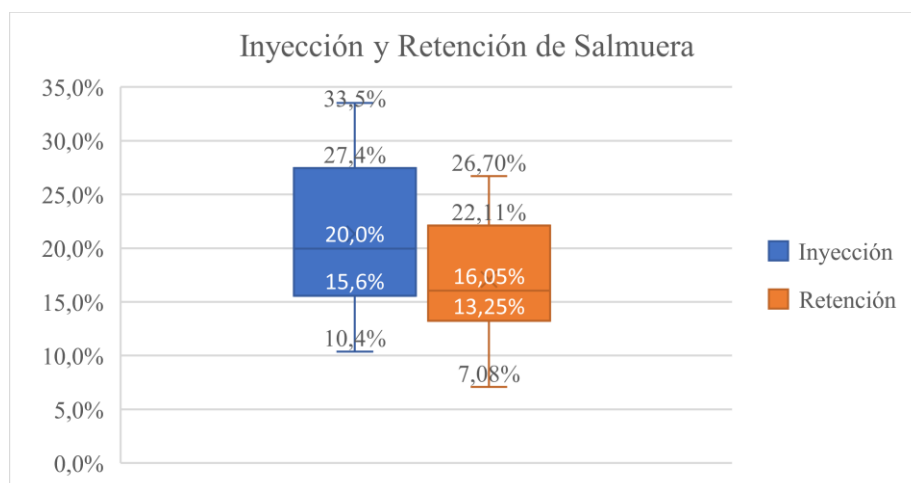


Figura 24. Diagrama de cajas y bigotes de inyección y retención de salmuera
Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir que, tanto en inyección como en retención, el 50% de las muestras cuyo porcentaje de marinado es superior a la mediana presentan mayor dispersión si se comparan con el 50% de las muestras por debajo de la mediana, ya que va desde 20% a 27,4%. En ambos casos es notable que el porcentaje de inyección (color azul) presenta mayor variabilidad que la retención (color naranja), ya que el tamaño de las cajas (cuartiles) y de los bigotes (máximos y mínimos) es mayor. Para la inyección se obtuvo una desviación estándar de 5,5% y para la retención de 6,8%.

Para analizar el comportamiento de la temperatura de producto congelado en el área IQF, se utilizó la base de datos del área de Calidad de la empresa, debido a que ellos tenían un control riguroso de la temperatura del producto. Para realizar el diagrama de cajas y bigotes (**Figura 25**), se filtraron los meses de julio y agosto y solo se graficó la temperatura para productos congelados con especificación de -18°C .

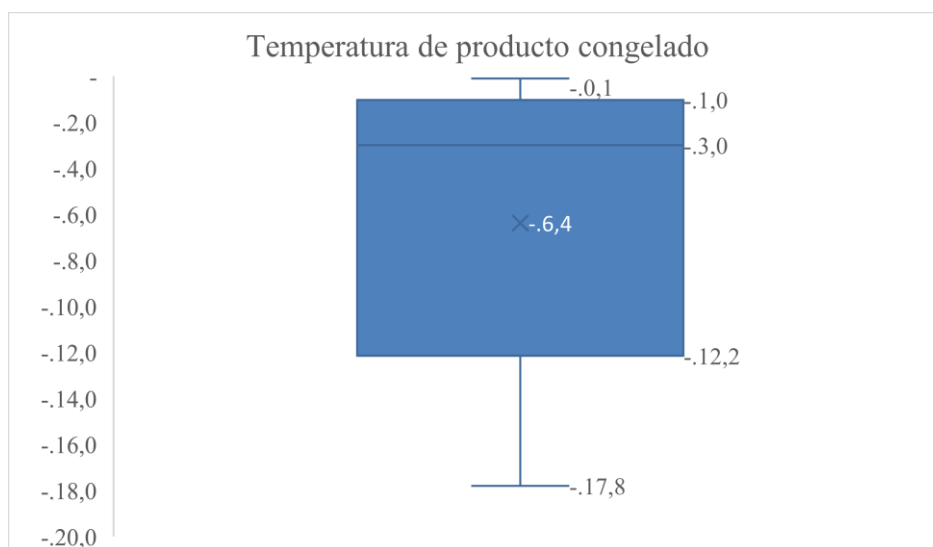


Figura 25. *Diagrama de cajas y bigotes de temperatura de productos congelados*
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la temperatura promedio del producto es de $-6,4$ y que el 50% de los datos por debajo de la mediana están entre -3°C y $-17,8^{\circ}\text{C}$ y presentan mayor dispersión que el 50% de datos restante. Es importante destacar que durante el periodo analizado (julio y agosto) ningún valor de temperatura estuvo por debajo de $-17,8^{\circ}\text{C}$, es decir, no se cumplió con las especificaciones de temperatura de producto.

4.3.2. Materiales

En cuanto a los materiales o materia prima, se encontró que un problema representativo es la limpieza y el cambio de agujas. Se complica por la cantidad de agujas que contiene el cabezal de la marinadora y el método actual de limpieza; además que la persona encargada de dicha actividad tiene otras actividades asignadas.

Otro factor encontrado es la variabilidad en el tamaño y peso de las presas a marinar, puesto que la diferencia promedio del tamaño entre un tipo de presa y otra, según el estimado de la talla del pollo que se procesa en la planta, puede ser hasta del 47,9%, lo cual representa aproximadamente 308,26 g.

Tabla 19.
Peso promedio por presa individual

Tipo de presa	Peso promedio (g)
Pernil	335,79
Pechuga	644,05

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Maquinaria

Debido a que la cantidad y la velocidad del producto que sale de las despresadoras automáticas del área de Desprese y cae a la banda de alimentación de la marinadora son muy altas, ocasionan una limitación en la entrada a la marinadora, pues su capacidad es menor, lo cual genera acumulamiento y rebose de presas. Esto impide que el personal encargado de separar y acomodar las presas realice su actividad correctamente, y da paso a presas en una posición incorrecta, incluso una sobre la otra.

El mantenimiento preventivo de los equipos no tiene una periodicidad definida, además no cuenta con una lista de chequeo que garantice el cumplimiento de la revisión a detalle de cada componente.

4.3.4. Medio ambiente

Un factor encontrado en el diagrama Ishikawa de la **Figura 21**, que afecta el proceso de marinación, es la cantidad excesiva de producto que sale de las despresadoras automáticas, dificultando la correcta alimentación de la marinadora.

También, durante la jornada laboral se presentan algunos paros de producción que se categorizan de dos formas: programados y no programados. Los primeros son necesarios y, por lo tanto, contemplados en el tiempo real de la producción, y los segundos afectan directamente el tiempo real de la producción, disminuyendo la eficiencia de este.

4.3.5. Mano de obra

El poco nivel de capacitación a los operarios junto con la alta rotación de estos genera que cada actividad se realice de una manera distinta, pues cada persona tiene su propio método para trabajar, en vez de ajustarse a una guía estandarizada y documentada que permita que cada actividad de la operación de marinado y congelado de presas se haga de manera estable.

4.3.6. Medición

Durante las pruebas de inyección y retención realizadas para el desarrollo de este proyecto, se observaron distintos factores que afectaban el rendimiento de la línea. Entre estos sobresale la alta variabilidad de los resultados obtenidos, ya sea por la diferencia de tamaño de la materia prima, por la falta de estandarización, por las paradas no planeadas del equipo o por el desconocimiento de las actividades críticas por parte del operario, lo cual genera inexactitud en las mediciones realizadas.

4.4. Análisis de regresión lineal

Como base para desarrollar el segundo objetivo propuesto, “determinar mediante un análisis de regresión lineal los parámetros críticos durante el proceso de marinado y congelado y su relación con el cumplimiento de las especificaciones”, en el mes de noviembre se realizaron pruebas de marinado de inyección y retención de salmuera para el pernil y pechuga blancos, debido a que son las entradas de materia prima con mayor recurrencia en el área, para las cuales fue necesario determinar el tamaño de la muestra que garantice la confiabilidad de los resultados y que los mismos sean representativos del tamaño de la población.

Inicialmente, se realizó una prueba piloto que consistió en extraer una muestra de 22 unidades de un lote de 100 pernils y pechugas blancos para determinar el tipo de distribución al que se asocian los datos por medio de los softwares estadísticos Minitab® 18 e IBM SPSS®. Se consideró un nivel de confianza del 95% y error del 5%. Se decidió tomar un lote de 100 unidades de pernil y pechuga en condiciones completamente normalizadas para no alterar la

prueba; sin embargo, la cantidad de muestras extraídas es arbitraria, ya que al ser una prueba piloto puede estar entre 15 y 30 muestras (Acertiva, 2017).

4.4.1. Prueba de marinado y retención de salmuera I: Pernil blanco

Para la prueba de normalidad de los datos obtenidos de la prueba piloto de pernil blanco, se utilizó el software SPSS® y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 20.

Resultado de normalidad de prueba I: Pernil blanco

Prueba de normalidad: Pernil blanco

Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
0,159	22	0,154	0,942	22	0,220

Elaboración: Propia.

Debido a que el tamaño de muestra de la prueba piloto I de pernil blanco es menor a 30, los datos se analizaron con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, la cual muestra que $\text{Sig.} > \alpha$, siendo $\alpha = 0,05$; esto es, que los datos se comportan de manera normal.

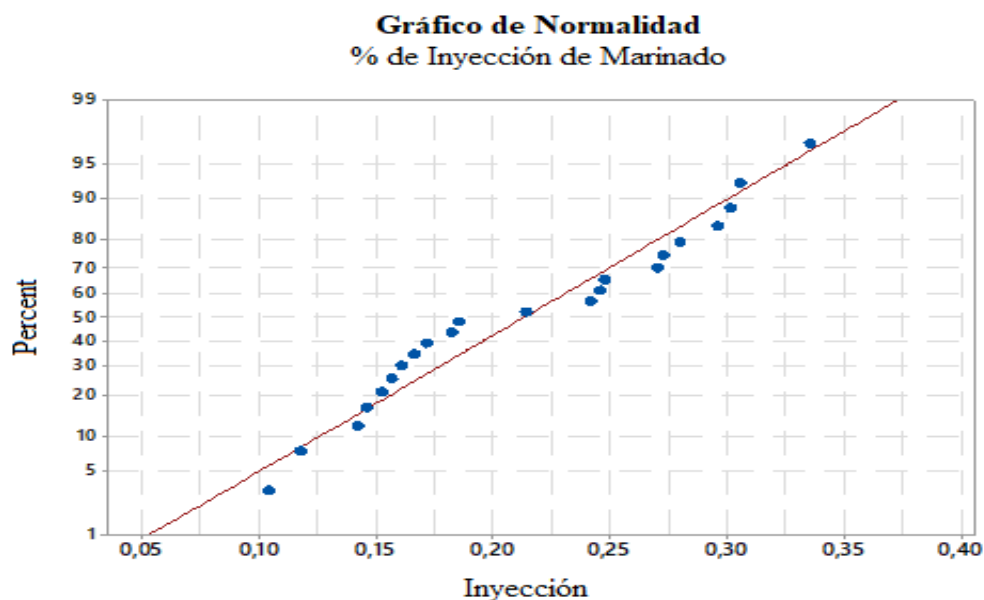


Figura 26. *Ajuste distribución normal de prueba piloto: Pernil blanco*

Elaboración: Propia.

También se estimaron estadísticos de centralización y de dispersión como la media, la desviación estándar y la varianza.

Tabla 21.
Estadísticos de centralización y dispersión I

Estadístico	Valor
Media (\bar{X})	0,2133
Desviación (S)	0,0683
Varianza (S^2)	0,0047

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que los datos se comportan con una distribución normal, se procede a hallar el número de muestras necesarias para la prueba I, por medio de las ecuaciones dadas:

$$n = \frac{NZ^2S^2}{NE^2 + Z^2S^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza o valor de Z crítico (calculado en tablas del área de la curva normal)

S^2 = Varianza de la población en estudio o cuadrado de la desviación estándar

E = Producto de la media y el porcentaje de error

Tabla 22.
Datos muestra normal I

Estadístico	Valor
Error	0,05
N	64.197
Z	1,9600
S^2	0,0047
E	0,0107

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se obtuvo que el número de muestras que mejor representa el total de la población es de $n = 157$ unidades.

4.4.2. Prueba de marinado y retención de salmuera II: Pechuga blanca

Para la prueba de normalidad de los datos obtenidos de la prueba piloto de pechuga blanco, se utilizó el software SPSS® y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 23.
Resultado de normalidad de prueba II: Pechuga blanca

Prueba de normalidad: Pechuga blanca					
Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
0,131	22	0,200	0,956	22	0,418

Elaboración: Propia

Los datos se analizaron con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, la cual muestra que $\text{Sig.} > \alpha$, siendo $\alpha = 0,05$; lo cual indica que los datos se comportan de manera normal.

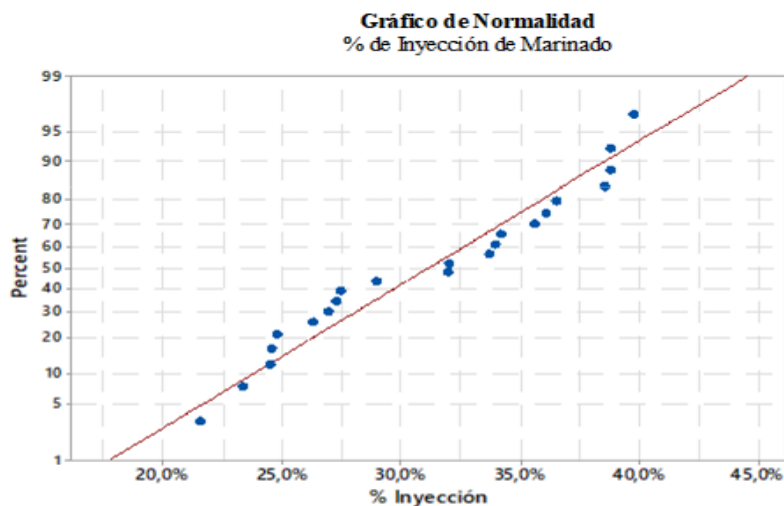


Figura 27. Gráfico de normalidad porcentaje de inyección
Fuente: Elaboración propia.

También se estimaron estadísticos de centralización y de dispersión como la media, la desviación estándar y la varianza.

Tabla 24.
Estadísticos de centralización y dispersión II

Estadístico	Valor
Media (\bar{X})	0,3114

Desviación (S)	0,0577
Varianza (S ²)	0,0033

Fuente: Elaboración propia.

Para hallar el tamaño de la muestra, al igual que con la prueba de pernil blanco, se utilizó la fórmula de distribución normal.

Tabla 25.
Datos muestra normal II

Estadístico	Valor
Error	0,05
N	17.839
Z	1,9600
S ²	0,0033
E	0,0156

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se obtuvo que el número de muestras que mejor representa el total de la población es de $n = 53$ unidades.

- Situación actual

La situación actual del área IQF de Pollos Bucanero S.A. presenta oportunidades de mejora en la estandarización de sus procesos, debido a que dicha área no cuenta con procedimientos, ni instructivos que permitan la correcta identificación de las actividades necesarias para llevarlos a cabo. Además, se observó que las personas no tienen conocimiento claro de la manera en que deben ejecutar sus actividades; por ejemplo, cuando se alimenta el equipo marinador con las presas, estas deben de tener una posición establecida para garantizar el correcto marinado, y como las personas normalmente lo hacen de manera incorrecta, el porcentaje de inyección y de retención de salmuera se encuentra por debajo del nivel requerido.

- Conclusiones de la situación actual

Para concluir, a partir de los datos suministrados en el Anexo 1 y el Anexo 2, correspondientes a las pruebas piloto de pernil y pechuga respectivamente, se puede observar que la situación

actual respecto al porcentaje de inyección de salmuera es de aproximadamente 21%, lo cual está un 9% por debajo de lo establecido por la compañía.

Capítulo 5. Diseño e implementación de la solución

Con base en lo expuesto en el Capítulo 4. y bajo el análisis por medio del diagrama de Pareto para identificar las principales causas, se propone como método de solución lo siguiente:

Tabla 26.
Causas y métodos de solución propuestos

CAUSAS	MÉTODO DE SOLUCIÓN
Falta de procedimientos estandarizados y documentados.	1. Implementación de procedimientos operacionales estandarizados
Falta de parámetros de operación establecidos.	
Mala posición en alimentación de las presas.	
Falta de entrenamiento a operarios.	2. Capacitación al personal para dar conocimiento de los procedimientos y métodos establecidos.
Falta de control en la operación.	
Escaso mantenimiento del equipo.	
Variabilidad en el tamaño de las presas.	3. Parámetros operativos (POSS): Recetas de parámetros establecidos para la operación según el tipo o tamaño de presa.
Alta variación en los resultados.	

Fuente: Elaboración propia.

Para abordar este problema, entonces, se propone como solución el diseño de estándares operativos como manuales de operación del proceso, parámetros operacionales y listas de chequeo. La documentación de los procesos constituye un método de estandarización de bajo costo y el primer paso para mejorar procesos; además de la creación de dichos estándares, se propone capacitar al personal del área.

5.1. Diseño de solución

5.1.1. Manuales operativos

La mayoría de los problemas encontrados en el proceso se asocian al desconocimiento de cómo se realizan las actividades o la variabilidad en la forma como se realizan. Es por esto que, como primera medida para mejorar la situación actual y tomando como referencia el análisis de parámetros realizado en el Capítulo 4. , se propone el diseño de manuales operativos que

contemplan factores como seguridad y salud, procedimientos de manejo de equipos, métodos de trabajo, manejo de contingencias, así como variables y parámetros críticos del proceso.

Se diseñaron dos manuales operativos: uno para la marinadora TIPS y otro para el IQF Scanico, ya que estos dos equipos son los principalmente involucrados en el proceso.

Cada manual estará dividido en 12 secciones que se presentan a continuación:

1. Objetivo: Propósito del manual.
2. Alcance: Permite identificar el personal al cual va dirigido el manual.
3. Definiciones: Significado de palabras técnicas utilizadas en el manual.
4. Generalidades: Imagen del equipo con sus partes identificadas.
5. Descripción: Se compone de varias subsecciones. En la primera parte se aclaran factores de higiene, medio ambiente y seguridad. La segunda parte especifica el concepto de operación, donde se resume brevemente cómo funciona el equipo y a continuación se presentan procedimientos de arranque y parada del equipo, y actividades durante la operación.
6. Anexos: Se especifican otros documentos relacionados en el manual.
7. Frecuencia: Es la frecuencia de uso del equipo.
8. Responsables: Permite identificar los responsables de que los procedimientos descritos en el manual se cumplan y que este mantenga actualizado.
9. Equipo y/o recurso: Se especifican qué equipos y recursos se necesitan para llevar a cabo los procedimientos descritos.
10. Monitoreo: Se especifica la frecuencia como se deben realizar los monitoreos en el equipo y las variables a monitorear.
11. Documentos y/o registros: Permite saber qué registros se manejan durante la operación del equipo.
12. Contingencia: Listado de posibles fallos o problemas que se presenten durante la operación del equipo y procedimientos para solucionar estos problemas.

Los procedimientos de operación de cada equipo fueron realizados con base en la información suministrada por los fabricantes, ya que existen operaciones críticas que, si no se realizan en determinado orden, pueden causar daños en el equipo.

5.1.2. Parámetros operativos y listas de chequeo

Como complemento a los manuales operativos, se diseñaron los parámetros operativos (POSS) y listas de chequeo. Los parámetros operativos son recetas que muestran los parámetros establecidos para realizar determinado producto. El valor de cada parámetro afecta las especificaciones del producto; por ejemplo, para determinada presa de pollo se requieren X bares de presión y Y velocidad de banda.

Generalmente, el POSS se compone de: una tabla de seguridad con los peligros de la tarea y EPP (elementos de protección personal) relacionados a la operación, una tabla con variables críticas del proceso como: temperatura de entrada y salida de materia prima, y una tabla con la receta para cada referencia o SKU.

Respecto a las listas de chequeo, estas son una herramienta para detectar posibles fallos y evitar accidentes o daños graves en el equipo y el personal. Se deben realizar antes de iniciar la operación, para asegurar que el arranque del equipo se dé en las condiciones necesarias, y durante la operación para verificar la marcha de la operación y evitar desviaciones que generen accidentes o daños a la propiedad, al producto o al personal encargado. Adicionalmente, estas listas de chequeo se generan una por cada turno y se registran de forma diaria.

5.2. Regresión lineal

Para generar los parámetros operativos mencionados en la sección 5.1.2. , y determinar las recetas con los parámetros operativos establecidos, es necesario realizar un análisis de regresión lineal que permita identificar la relación entre dichos parámetros y sus resultados. A partir de las muestras tomadas para la prueba de marinado en pernil y en pechuga, con la herramienta de regresión lineal, se identificaron los parámetros que presentan relación directa con el porcentaje de inyección y de retención.

Se debe hacer una variación entre los parámetros ajustables tales como: presión de salmuera, tipo de inyección, velocidad de la banda y golpes por minuto del cabezal de agujas, haciendo distintas combinaciones para posteriormente analizar los resultados de cada una de ellas. Los parámetros ajustables se definieron así:

Tabla 27.
Valor de parámetros ajustables del equipo

PARÁMETRO	VARIACIÓN	
Tipo de inyección	1 (simple) - 2 (doble)	
	1,0	2,6
Presión de salmuera (bar)	1,4	3,0
	1,8	3,2
	2,2	3,5
Velocidad de la banda	2	
	4	
	8	
Golpes por minuto	28	
	30	
	32	

Fuente: Elaboración propia.

La información se recolectó en formatos de seguimiento generados por el proceso. Tenían una columna por cada parámetro y cada dato se tomaba en periodos de una (1) hora. Para tomar el porcentaje de inyección obtenido por cada presa, estas se marcaban con una cinta y un número que permitiera identificarlas a lo largo del proceso, desde el marinado hasta el congelado.

5.2.1. Análisis de regresión lineal: Pernil

Luego de obtener las 157 muestras de pernil necesarias según el tamaño de muestra establecido en la sección 4.4. y consignadas en el Anexo 3, se organizó la información y se analizó con la herramienta “análisis de datos” de Microsoft Excel con la función “regresión”. Como se aprecia en la **Figura 28**, se utilizó un nivel de confianza del 95% y se definió como variable dependiente *Y* de entrada el porcentaje de inyección obtenido de cada muestra, y como variables independientes *X* de entrada: la presión, tipo de inyección, velocidad, golpes por minuto y el peso inicial.

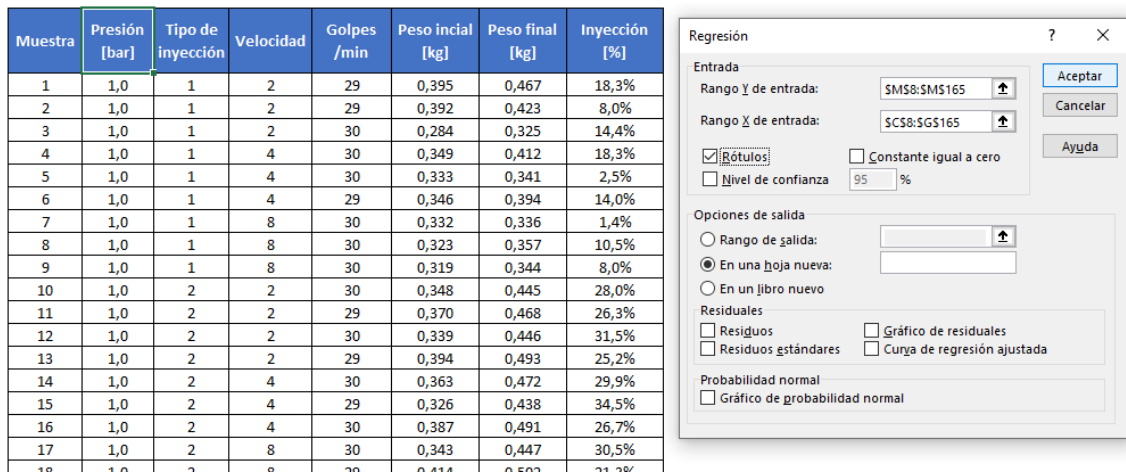


Figura 28. Herramienta análisis de datos: regresión lineal para pernil
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la **Figura 29** se muestra el análisis obtenido con la herramienta regresión lineal.

Resumen

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple	0,836723091
Coefficiente de determinación R ²	0,700105531
R ² ajustado	0,69017525
Error típico	0,051422084
Observaciones	157

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	5	0,932118987	0,186423797	70,5020905	9,69353E-38
Residuos	151	0,399278847	0,002644231		
Total	156	1,331397834			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad inferior	95% Superior	95% Inferior	95,0% Superior	95,0% Inferior
Intercepción	0,057327432	0,227417105	0,252080565	0,801321575	-0,392003038	0,506657903	-0,392003038	0,506657903
Presión (Bar)	0,013594779	0,00502848	2,703556297	0,00764706	0,003659513	0,023530044	0,003659513	0,023530044
Tipo de inyección	0,148860653	0,008341807	17,84513325	5,04104E-39	0,13237892	0,165342386	0,13237892	0,165342386
Velocidad	-8,9682E-05	0,001634314	-0,054874398	0,956311066	-0,003318758	0,003139394	-0,003318758	0,003139394
Golpes/min	0,002216503	0,00744921	0,297548725	0,766456583	-0,012501638	0,016934644	-0,012501638	0,016934644
Peso inicial kg	-0,497300035	0,10187193	-4,88161985	2,65004E-06	-0,698578485	-0,296021586	-0,698578485	-0,296021586

Figura 29. Resumen análisis de regresión lineal I: inyección de pernil
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la **Figura 29**, el coeficiente de determinación R² tiene un valor de 0,70; lo cual indica que hay un alto grado de relación entre la variable dependiente (porcentaje de inyección) y las variables independientes (presión, tipo de inyección, velocidad, golpes por minuto y peso inicial), ya que el valor de R² oscila entre 0 y 1.

En cuanto a las probabilidades obtenidas, se observa que las variables independientes más estrechamente asociadas con la variable dependiente (porcentaje de inyección), dado que la probabilidad es menor a 0,05, son: tipo de inyección con probabilidad de 5,04104 x10⁻³⁹ y peso

inicial con probabilidad de $2,65004 \times 10^{-6}$. Se realizó nuevamente el análisis de regresión lineal, sin incluir las variables independientes con menor relación al porcentaje de inyección.

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0,827901423							
Coefficiente de determinación R ²	0,685420766							
R ² ajustado	0,681335322							
Error típico	0,052150513							
Observaciones	157							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	2	0,912567723	0,456283862	167,7714017	2,11453E-39			
Residuos	154	0,41883011	0,002719676					
Total	156	1,331397834						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	0,169978762	0,036478728	4,659668044	6,80617E-06	0,097915471	0,242042054	0,097915471	0,242042054
Tipo de inyección	0,147609196	0,008330402	17,71933595	5,30572E-39	0,131152586	0,164065806	0,131152586	0,164065806
Peso inicial[kg]	-0,539572124	0,101442542	-5,318992564	3,61449E-07	-0,739970654	-0,339173595	-0,739970654	-0,339173595

Figura 30. Resumen análisis de regresión lineal II: inyección de pernil

Fuente: Elaboración propia.

Con el análisis de regresión lineal II, según los datos de la **Figura 30**, se puede determinar que la variable con mayor influencia en el porcentaje de inyección es el tipo de inyección utilizada. Luego de determinar la variable con mayor influencia, se procede a analizar la variación de la misma; en este caso, el tipo de inyección.

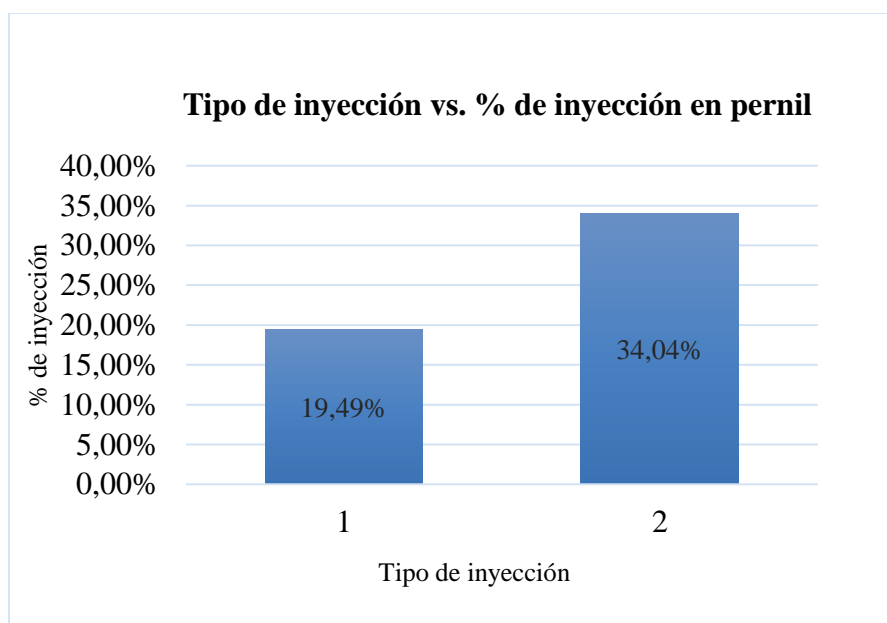


Figura 31. Diagrama de barras de tipo de inyección vs. porcentaje de inyección en pernil

Fuente: Elaboración propia.

Según la **Figura 31**, el tipo de inyección “2” o “doble” genera una inyección promedio de 34,04% para la prueba realizada con muestras de pernil de pollo, y el tipo de inyección “1” o “simple” genera una inyección promedio de 19,49%; por lo cual se puede definir que uno de

los parámetros que aporta al cumplimiento de las especificaciones de los productos marinados es el tipo de inyección doble, ya que el cambio porcentual entre los dos tipos de inyección es de 42,74%.

Luego de analizar la inyección obtenida de las muestras de pernil, se procede a analizar igualmente con regresión lineal la retención.

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0,840723419							
Coefficiente de determinación R ²	0,706815867							
R ² ajustado	0,697107783							
Error típico	0,046612589							
Observaciones	157							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	5	0,790950359	0,158190072	72,80693858	1,7806E-38			
Residuos	151	0,328082753	0,002172733					
Total	156	1,119033112						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,198658749	0,212340095	0,935568715	0,350989092	-0,220882581	0,61820008	-0,220882581	0,61820008
Presión (Bar)	-0,016164733	0,00455942	-3,545348397	0,000522381	-0,025173231	-0,007156236	-0,025173231	-0,007156236
Tipo de inyección	0,137252898	0,007492598	18,31846611	3,34726E-40	0,122449031	0,152056765	0,122449031	0,152056765
Velocidad	-0,000365474	0,001498106	-0,243957676	0,807594748	-0,00332543	0,002594482	-0,00332543	0,002594482
Golpes/min	-0,004254	0,007050485	-0,603362702	0,54717267	-0,01818434	0,009676341	-0,01818434	0,009676341
Peso inicial kg	-0,331513522	0,092175376	-3,596551884	0,000436255	-0,513633531	-0,149393513	-0,513633531	-0,149393513

Figura 32. Resumen análisis de regresión lineal I: retención de pernil

Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 32** se muestran los resultados del análisis de la retención, en el cual se observan tres variables que aportan significativamente al cambio de la misma: la presión, el tipo de inyección y el peso inicial en kilos, ya que la probabilidad se encuentra por debajo de 0,05. Se procede a analizar las tres variables anteriormente nombradas y se obtienen los resultados de la **Figura 33**, en los cuales se observa que, en orden de significancia, el tipo de inyección aporta en mayor proporción al porcentaje de retención, seguido de peso inicial en kilos y por último la presión.

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,840167175
Coefficiente de determinación R ²	0,705880882
R ² ajustado	0,70011384
Error típico	0,046380709
Observaciones	157

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	0,78990408	0,26330136	122,3991327	1,83638E-40
Residuos	153	0,329129032	0,00215117		
Total	156	1,119033112			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	0,069224786	0,035968639	1,924587313	0,056136793	-0,001834509	0,140284081	-0,001834509	0,140284081
Presión (Bar)	-0,016001784	0,004529265	-3,532975843	0,000543554	-0,024949756	-0,007053812	-0,024949756	-0,007053812
Tipo de inyección	0,137422983	0,007414084	18,53539483	5,95154E-41	0,122775789	0,152070176	0,122775789	0,152070176
Peso inicial kg	-0,327127087	0,091237349	-3,585451451	0,000452025	-0,50737471	-0,146879463	-0,50737471	-0,146879463

Figura 33. Resumen análisis de regresión lineal II: retención de pernil

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, teniendo en cuenta las tres variables identificadas, se procede a analizar la variación de cada una para garantizar el mayor porcentaje de retención. Inicialmente, se analiza el comportamiento del tipo de inyección con sus dos respectivas variaciones: tipo 1 o simple y tipo 2 o doble. En la **Figura 34** se observa que el tipo de inyección 2 o doble genera mejores resultados en el proceso de marinado del producto, debido a que el porcentaje de retención de salmuera es mayor.

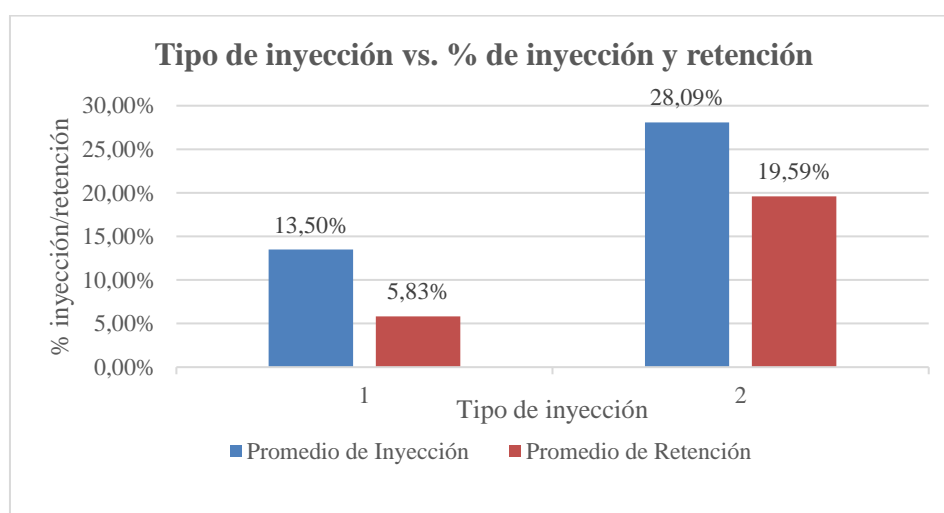


Figura 34. Análisis de variables: Tipo de inyección vs. porcentaje de inyección y retención

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se realiza el análisis de la variable peso inicial (kg), en la cual se tabulan los datos organizados y se genera un gráfico de líneas presentado en la **Figura 35**, debido a que la prueba se realizó con 157 muestras. Se descartaron datos atípicos de inyección y retención que estaban alrededor de 0% a 10%, ya que son datos que no aportan al análisis, y además las pruebas se

realizaron con una calibración del equipo del 30% de inyección. De los resultados del análisis se desprende que el peso inicial es inversamente proporcional al porcentaje de retención; sin embargo, cuando el peso inicial oscila entre 0,300 kg y 0,350 kg, el porcentaje de retención obtenido está por encima del 25%, cumpliendo con la meta establecida por la compañía.

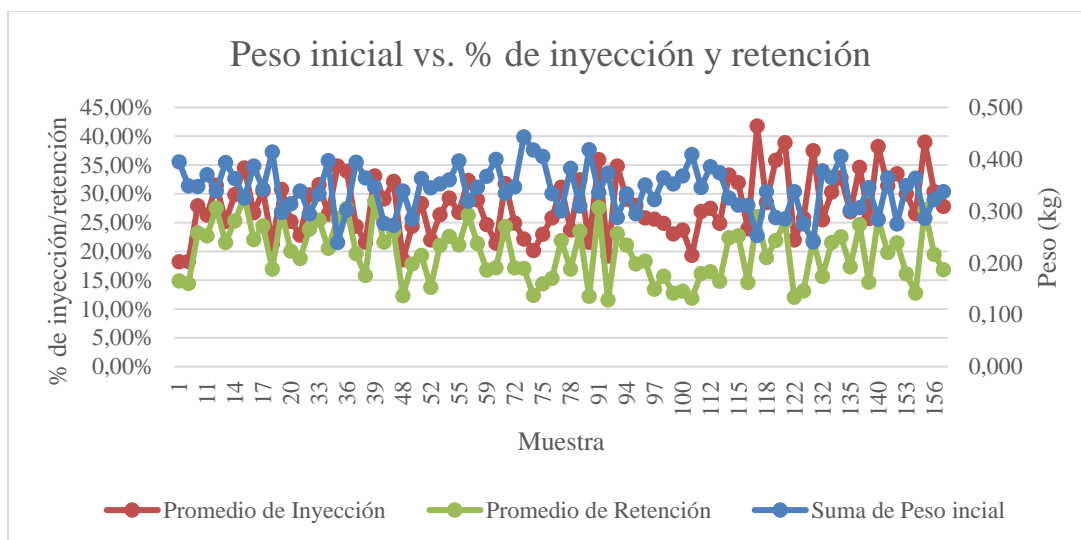


Figura 35. *Análisis de variables: Peso inicial vs. porcentajes de inyección y retención*
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se analiza el comportamiento de la presión y los porcentajes de inyección y retención obtenidos. En la **Figura 36** se observa que, cuando la presión es mayor de 3 bares, la retención disminuye lentamente, y cuando la presión alcanza los 3,5 bares, la retención comienza a exhibir una tendencia hacia la baja y disminuye rápidamente. A partir de este análisis se puede confirmar la teoría de marinación de productos cárnicos, la cual indica que, al tener una presión mayor a 3 bares, los tejidos del producto se rompen y el drenaje de salmuera es mayor, impidiendo que el porcentaje de retención aumente; por tal razón, no es recomendado marinar a una presión mayor de 3,5 bares.

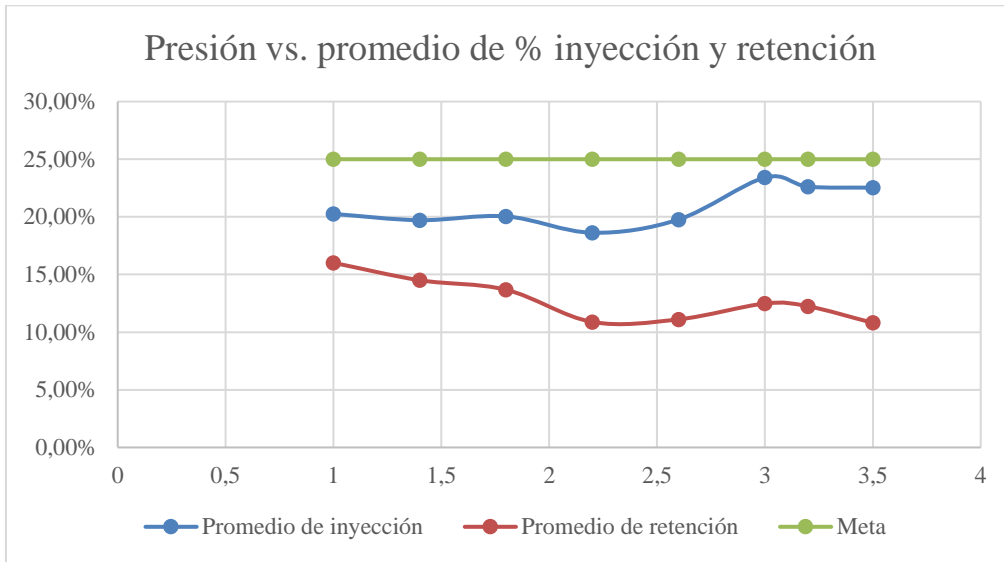


Figura 36. Análisis de variables: Presión vs. porcentajes de inyección y retención
Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. Análisis de regresión lineal: Pechuga

Luego de obtener las 53 muestras de pechuga necesarias para la prueba de marinación según el tamaño de muestra establecido en la sección 4.4. y consignadas en el Anexo 4, al igual que con el perril, se organizó la información y se analizó con la herramienta “análisis de datos” de Microsoft Excel con la función “regresión”. Se utilizó un nivel de confianza del 95% y se definió como variable dependiente *Y* de entrada el porcentaje de inyección obtenido de cada muestra, y como variables independientes *X* de entrada: la presión, tipo de inyección, velocidad, golpes por minuto y peso inicial.

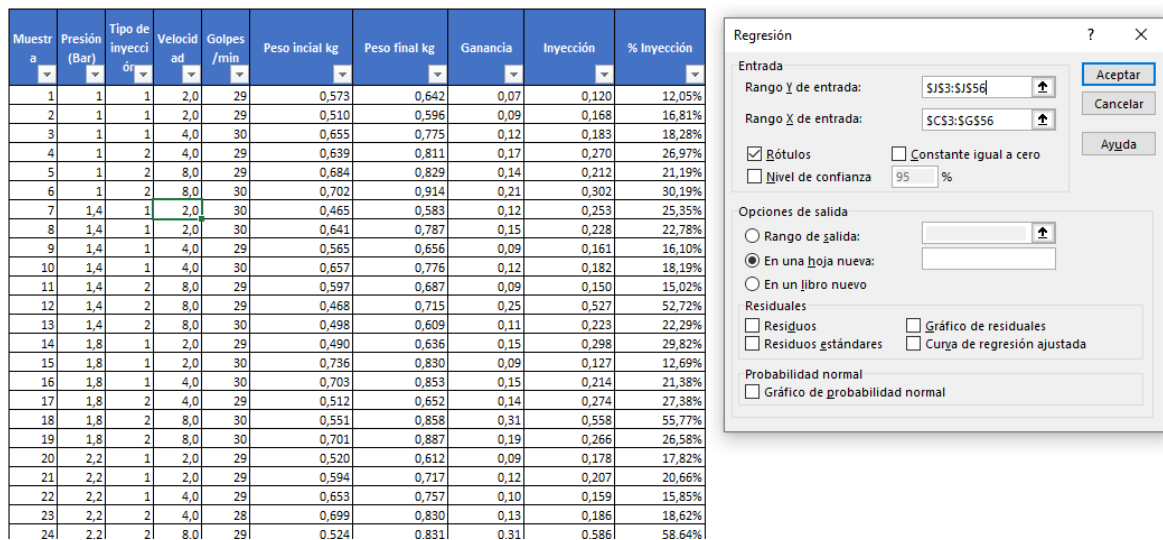


Figura 37. Herramienta análisis de datos: regresión lineal para pechuga
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la **Figura 38** se muestra el análisis obtenido con la herramienta de Excel.

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,7414
Coefficiente de determinación R ²	0,5497
R ² ajustado	0,5018
Error típico	0,0832
Observaciones	53

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	5	0,3973	0,0795	11,4746	2,86E-07
Residuos	47	0,3255	0,0069		
Total	52	0,7228			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-1,3220	0,6200	-2,1323	0,0382	-2,5693	-0,0747	-2,5693	-0,0747
Presión (Bar)	0,0645	0,0141	4,5775	3,45E-05	0,0362	0,0928	0,0362	0,0928
Tipo de inyección	0,1013	0,0401	2,5280	0,0149	0,0207	0,1819	0,0207	0,1819
Velocidad	0,0037	0,0080	0,4679	0,6420	-0,0123	0,0198	-0,0123	0,0198
Golpes/min	0,0559	0,0207	2,7006	0,0096	0,0143	0,0975	0,0143	0,0975
Peso inicial kg	-0,5719	0,1388	-4,1213	0,0002	-0,8511	-0,2927	-0,8511	-0,2927

Figura 38. Resumen análisis de regresión lineal I: inyección de pechuga
Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 38** se puede observar que el coeficiente de determinación R² tiene un valor de 0,5497; dicho valor indica el grado de relación entre la variable dependiente (porcentaje de inyección) y las variables independientes (presión, tipo de inyección, velocidad, golpes por minuto y peso inicial). Se considera aceptable ya que es mayor a 0,50.

En cuanto a las probabilidades obtenidas, se observa que las variables independientes más estrechamente asociadas con la variable dependiente (porcentaje de inyección), dado que la probabilidad es menor a 0,05, son: presión, tipo de inyección, golpes/minuto y peso inicial en kilos. En la tabla Tabla 28 se muestra la probabilidad obtenida por cada una.

Tabla 28.
Resumen probabilidad de variables en regresión lineal

VARIABLE	PROBABILIDAD
Tipo de inyección	3,454x10 ⁻⁵
Presión (Bar)	0,0149
Golpes/min	0,0096
Peso inicial (kg)	0,0002

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó nuevamente el análisis de regresión lineal, con las cuatro variables anteriormente mencionadas.

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,7400
Coefficiente de determinación R ²	0,5476
R ² ajustado	0,5099
Error típico	0,0825
Observaciones	53,0000

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	4	0,3958	0,0990	14,5249	7,64E-08
Residuos	48	0,3270	0,0068		
Total	52	0,7228			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	-1,3584	0,6101	-2,2267	0,0307	-2,5850	-0,1318	-2,5850	-0,1318
Presión (Bar)	0,0636	0,0138	4,5935	3,17E-05	0,0358	0,0915	0,0358	0,0915
Tipo de inyección	0,1166	0,0229	5,1021	5,69E-06	0,0707	0,1626	0,0707	0,1626
Golpes/min	0,0569	0,0204	2,7856	0,0076	0,0158	0,0979	0,0158	0,0979
Peso inicial kg	-0,5651	0,1369	-4,1286	0,0001	-0,8404	-0,2899	-0,8404	-0,2899

Figura 39. Resumen análisis de regresión lineal II: inyección de pechuga

Fuente: Elaboración propia.

Con el análisis de regresión lineal II, según los datos de la **Figura 39**, se puede determinar que la variable con mayor influencia en el porcentaje de inyección es el tipo de inyección, seguido de la presión, peso inicial en kilos y por último los golpes/minuto.

Ahora bien, se analizará cada una de estas variables con su respectiva variación mencionada en la Tabla 27.

- Tipo de inyección

A partir de los datos de la Tabla 29, se realizó el diagrama de barras presentado en la **Figura 40**, en el cual se puede observar que, al comparar las variaciones de la variable tipo de inyección con el porcentaje promedio de inyección, el tipo de inyección 2 o doble genera un porcentaje de inyección mayor que el tipo de inyección 1 o simple, pues presenta un cambio porcentual de 70,51%.

Tabla 29. Datos comparativos tipo de inyección vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga

Tipo de inyección	% promedio de inyección
1	24,39%
2	34,59%

Fuente: Elaboración propia.

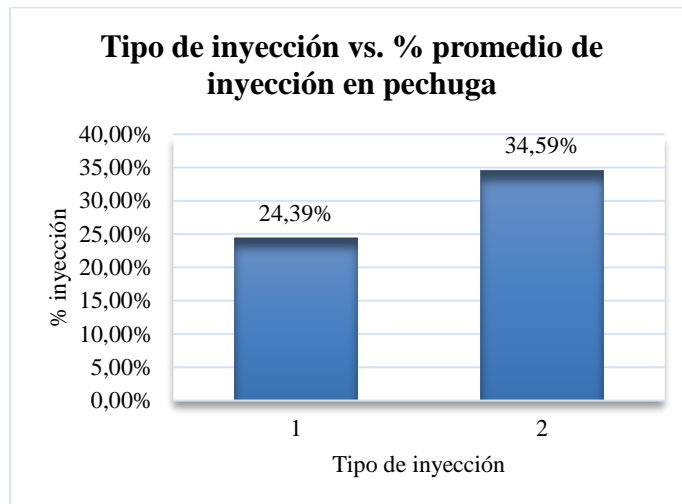


Figura 40. Diagrama de barras de tipo de inyección vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga

Fuente: Elaboración propia.

- Presión

En la Tabla 30 se presentan los datos agrupados de la presión y el porcentaje promedio de inyección obtenido en pechuga, y a partir de dichos datos se realizó el diagrama de líneas presentado en la **Figura 41**. Se observa que el mayor porcentaje de inyección se alcanza cuando la presión supera los 2,6 bares.

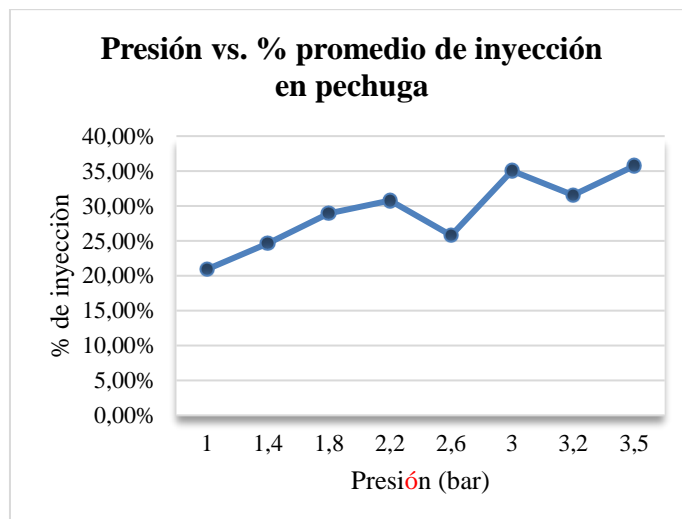


Figura 41. Diagrama de líneas de presión vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30.

Datos comparativos presión vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga

Presión (bar)	% promedio de inyección
1,0	20,91%
1,4	24,64%
1,8	28,94%
2,2	30,76%
2,6	25,80%
3,0	35,04%
3,2	31,53%
3,5	35,72%

Fuente: Elaboración propia.

- Peso inicial (kg)

En la **Figura 42** se observa el diagrama de líneas acerca del comportamiento del porcentaje de inyección de salmuera en pechuga con respecto al peso inicial en kg por unidad de pechuga. El comportamiento del porcentaje de inyección es variable y no tiene una tendencia definida, ya que es afectada por las demás variables.

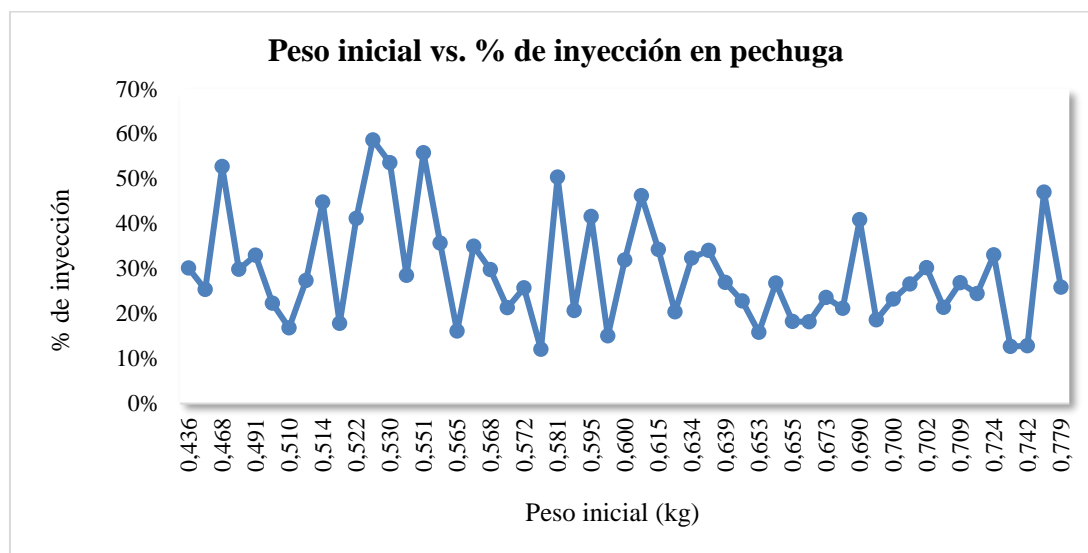


Figura 42. Diagrama de líneas de peso inicial vs. porcentaje de inyección en pechuga

Fuente: Elaboración propia.

- Golpes por minuto

A partir de los datos de la Tabla 31 se genera un diagrama de barras para evaluar el comportamiento de los golpes/minuto frente al porcentaje promedio de inyección en pechuga. La **Figura 43** hace constar que existe una relación directamente proporcional entre dichas variables, puesto que cuantos más golpes/minuto genere el cabezal del equipo, mayor será el

porcentaje de inyección alcanzado. También se puede concluir que a 30 golpes/minuto se alcanza una inyección aproximada de 30%.

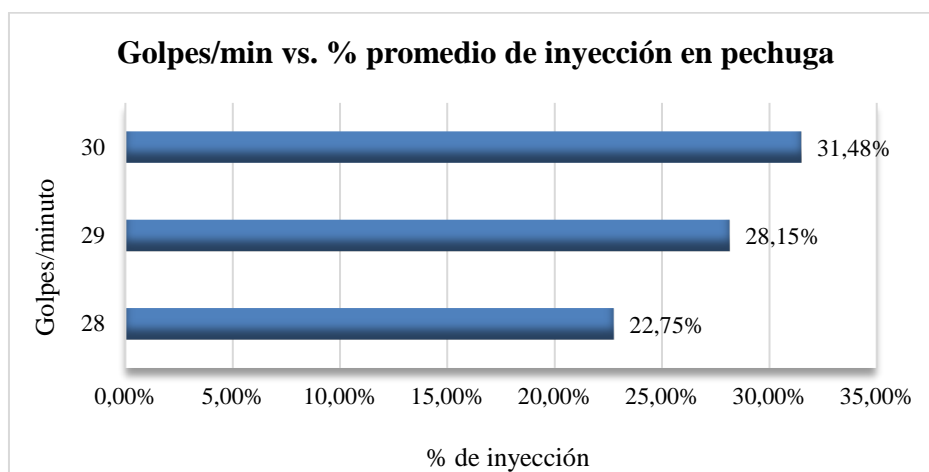


Figura 43. Diagrama de barras de golpes/minuto vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31.

Datos comparativos golpes/minuto vs. porcentaje promedio de inyección en pechuga

Golpes/min	% promedio de inyección
28	22,75%
29	28,15%
30	31,48%

Fuente: Elaboración propia.

Luego de analizar la inyección obtenida de las muestras de pechuga, se procede a analizar igualmente con regresión lineal la retención de las mismas.

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,7435
Coefficiente de determinación R ²	0,5528
R ² ajustado	0,5052
Error típico	0,0798
Observaciones	53

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	5	0,3704	0,0741	11,6205	2,44E-07
Residuos	47	0,2996	0,0064		
Total	52	0,6700			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-1,3332	0,5948	-2,2413	0,0298	-2,5298	-0,1366	-2,5298	-0,1366
Presión (Bar)	0,0619	0,0135	4,5827	3,40E-05	0,0348	0,0891	0,0348	0,0891
Tipo de inyección	0,1018	0,0384	2,6477	0,0110	0,0244	0,1791	0,0244	0,1791
Velocidad	0,0027	0,0077	0,3491	0,7286	-0,0128	0,0181	-0,0128	0,0181
Golpes/minuto	0,0544	0,0198	2,7398	0,0087	0,0145	0,0943	0,0145	0,0943
Peso inicial kg	-0,5517	0,1331	-4,1437	0,0001	-0,8195	-0,2838	-0,8195	-0,2838

Figura 44. Resumen análisis de regresión lineal I: retención de pechuga

Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 44** se muestran los resultados del análisis de la retención, en el cual se observan cuatro variables que aportan significativamente al cambio de la misma: la presión, tipo de inyección, velocidad y peso inicial en kilos, ya que la probabilidad se encuentra por debajo de 0,05. Se procede a analizar las cuatro variables anteriormente nombradas y se obtienen los resultados de la **Figura 45**, en los cuales se observa que, en orden de significancia, el tipo de inyección aporta en mayor proporción al porcentaje de retención, seguido de la presión, el peso inicial y por último los golpes/minuto.

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,7427
Coefficiente de determinación R ²	0,5517
R ² ajustado	0,5143
Error típico	0,0791
Observaciones	53

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	4	0,3696	0,0924	14,7653	6,20E-08
Residuos	48	0,3004	0,0063		
Total	52	0,6700			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	-1,3593	0,5847	-2,3248	0,0244	-2,5349	-0,1837	-2,5349	-0,1837
Presión (Bar)	0,0613	0,0133	4,6198	2,90E-05	0,0346	0,0880	0,0346	0,0880
Tipo de inyección	0,1128	0,0219	5,1469	4,88E-06	0,0687	0,1568	0,0687	0,1568
Golpes/minuto	0,0551	0,0196	2,8159	0,0070	0,0158	0,0944	0,0158	0,0944
Peso inicial kg	-0,5468	0,1312	-4,1681	0,0001	-0,8106	-0,2830	-0,8106	-0,2830

Figura 45. Resumen análisis de regresión lineal II: retención de pechuga

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, teniendo en cuenta las variables anteriormente identificadas, se realiza un análisis por la variación de cada una buscando obtener el mayor porcentaje de retención posible. En la Tabla 32, se calcula el porcentaje promedio de retención obtenido por cada tipo de inyección y se grafica, para realizar el análisis del comportamiento del tipo de inyección con sus dos respectivas variaciones: tipo 1 o simple y tipo 2 o doble.

Tabla 32.

Datos comparativos tipo de inyección vs. porcentaje promedio de retención en pechuga

Tipo de inyección	% promedio de retención
1	19,3%
2	29,1%

Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 46**, se observa que el tipo de inyección 2 o doble genera mejores resultados en el proceso de marinado del producto, debido a que el porcentaje de retención de salmuera es mayor en un 66,32%.

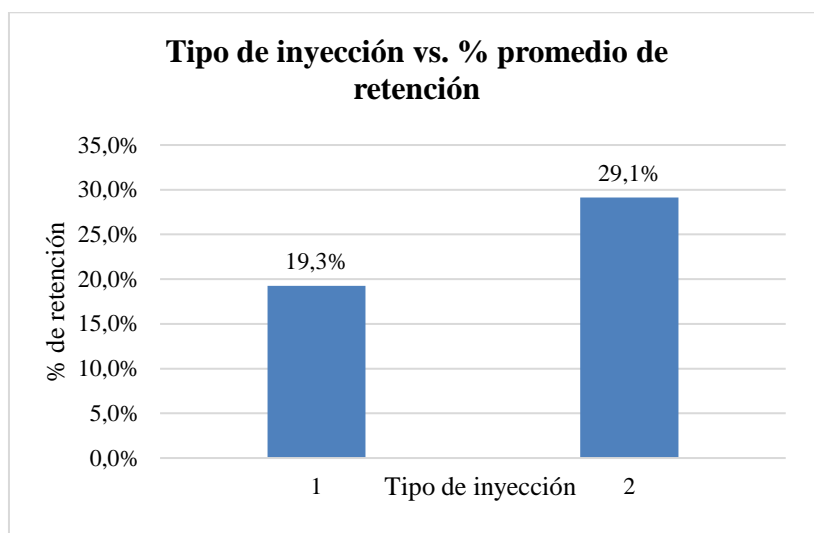


Figura 46. Diagrama de barras tipo de inyección vs. porcentaje promedio de retención en pechuga

Fuente: Elaboración propia.

- Presión

Para evaluar el comportamiento del porcentaje promedio de retención en pechuga frente a la presión, se tomó el promedio por cada variación de la presión y se tabuló en la Tabla 33.

Tabla 33.

Datos comparativos presión vs. porcentaje promedio de retención en pechuga

Presión	% promedio de retención
1,0	15,8
1,4	19,5
1,8	23,6
2,2	25,4
2,6	21,0
3,0	29,9
3,2	25,9
3,5	24,9

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos de la Tabla 33, se realizó un diagrama de barras presentado en la **Figura 47**, en el cual se observa que cuando la presión aumenta, el porcentaje de retención también aumenta; sin embargo, cuando la presión es mayor a 3,0 bares, el porcentaje de retención presenta una disminución. Esto valida la información de los autores, los cuales afirman que cuando la presión es mayor a 3-3,5 bares, la retención presenta un comportamiento inverso y comienza a disminuir.

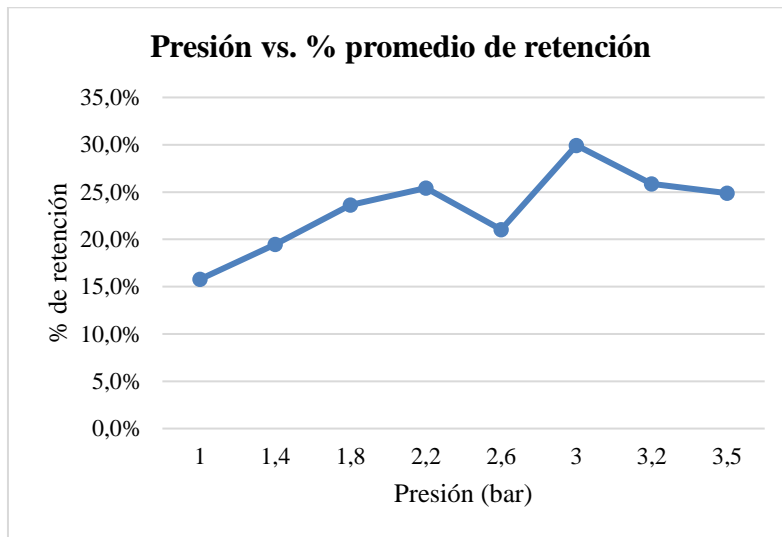


Figura 47. Diagrama de barras de presión vs. porcentaje promedio de retención en pechuga
Fuente: Elaboración propia.

- Peso inicial kg

En la **Figura 48**, se observa el diagrama de líneas acerca del comportamiento del porcentaje de retención de salmuera en pechuga con respecto al peso inicial en kg por unidad de pechuga. Al igual que con el porcentaje de inyección, el comportamiento del porcentaje de retención es variable y no exhibe una tendencia definida, sino que es afectada por las demás variables. Además, es necesario analizar las demás variables dado que el peso inicial del producto a marinar no puede ser controlado dentro del proceso.

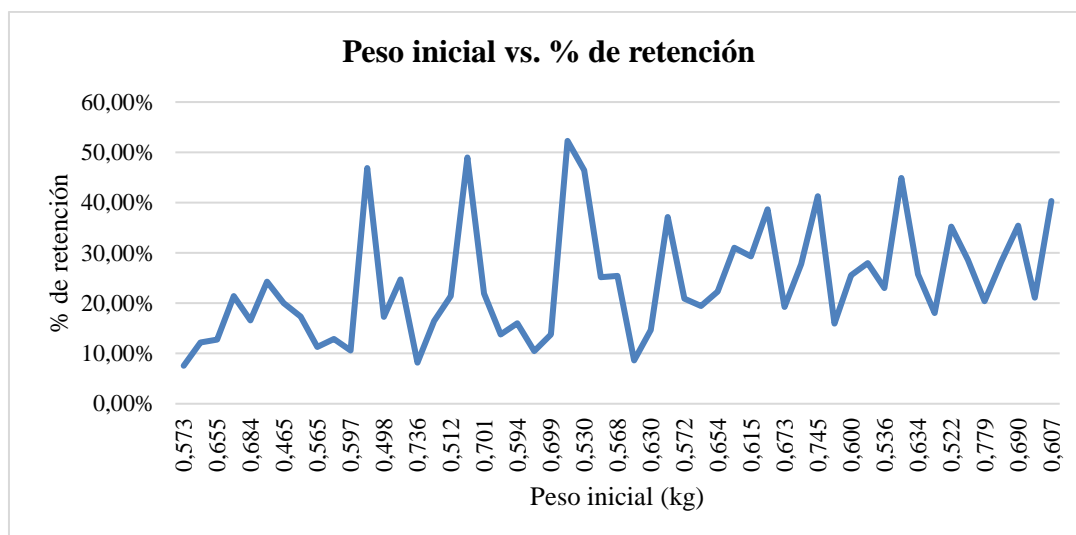


Figura 48. Diagrama de líneas de peso inicial vs. porcentaje de retención en pechuga
Fuente: Elaboración propia.

- Golpes por minuto

Para evaluar el comportamiento del porcentaje de retención de salmuera en pechuga con respecto a los golpes/minuto del cabezal del equipo, se generó la Tabla 34, en la cual se presentan las tres posibles variaciones de la variable “golpes/minuto” y el porcentaje promedio de retención obtenido.

Tabla 34.

Datos comparativos golpes/minuto vs. porcentaje promedio de retención en pechuga

Golpes/min	% promedio de retención
28	17,42%
29	22,92%
30	26,10%

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 34, se genera un diagrama de barras presentado en la **Figura 49**, en la cual se observa que a mayor cantidad de golpes/minuto se obtiene mayor porcentaje de retención de salmuera.

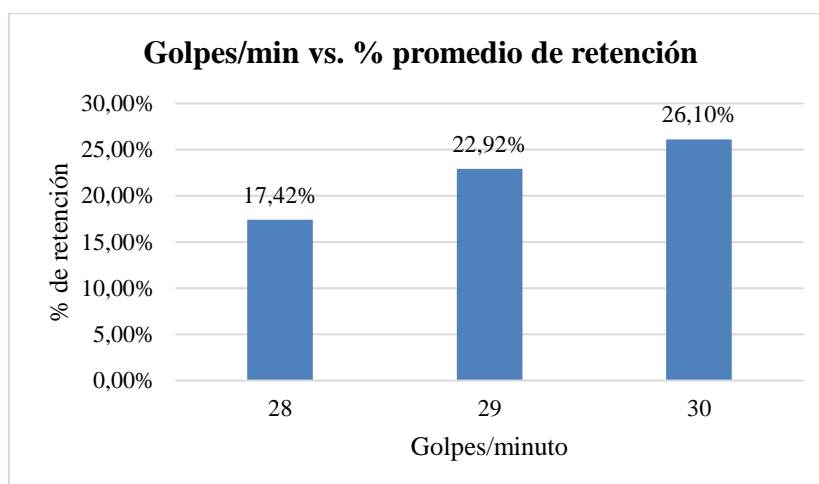


Figura 49. *Diagrama de barras de golpes/minuto vs. porcentaje de retención en pechuga*

Fuente: Elaboración propia.

- Velocidad

En la

Tabla 35, se presentan los datos comparativos entre la velocidad y el porcentaje promedio de retención, para llevar estos datos a un gráfica y analizar la información.

Tabla 35.

Datos comparativos velocidad vs. porcentaje promedio de retención en pechuga

Velocidad	% promedio de retención
2	20,04%
4	23,00%
8	29,17%

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 50**, se presenta el diagrama de barras realizado con la información de la anterior tabla. Se observa cómo las dos variables gráficas presentan un comportamiento directo entre sí: cuando la velocidad de la banda es mayor, es decir, que va más rápido, el porcentaje de retención es mayor. Esto puede pasar debido a que el producto tendrá menos cantidad de merma luego de ser inyectado; por lo tanto, la salmuera del producto se mantendrá en mayor proporción.

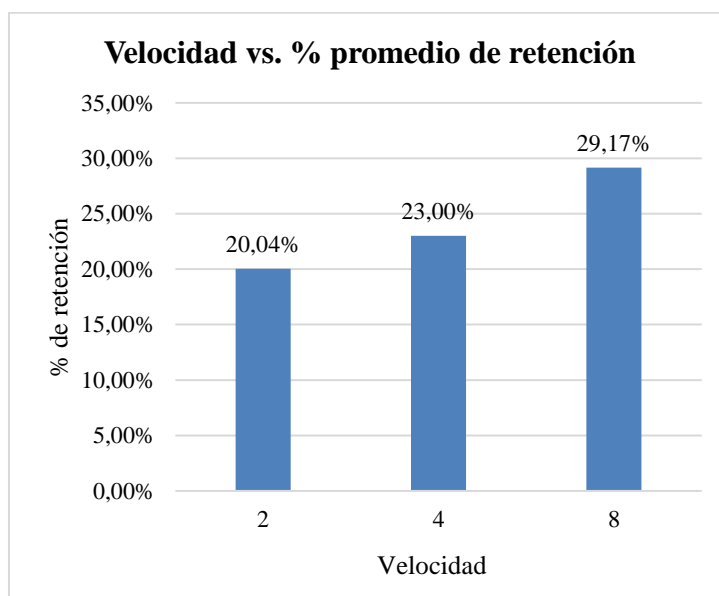


Figura 50. *Diagrama de barras de velocidad vs. porcentaje de retención en pechuga*

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, luego de analizar el comportamiento de las variables más significativas respecto a los porcentajes de inyección y retención de salmuera, se procede a construir una herramienta que permita visualizar de una manera más sencilla y comprensible los datos obtenidos anteriormente, ya que de esta forma se informará a los encargados de la operación.

5.3. Desarrollo de estándares operativos

Teniendo en cuenta el contenido del documento POSS, descrito en la sección 5.1.2. y con los resultados del análisis de regresión lineal realizado para la generación de los parámetros de la receta incluida en el POSS, se procede a desarrollar dicho documento, tal como se presenta en la figura 51.

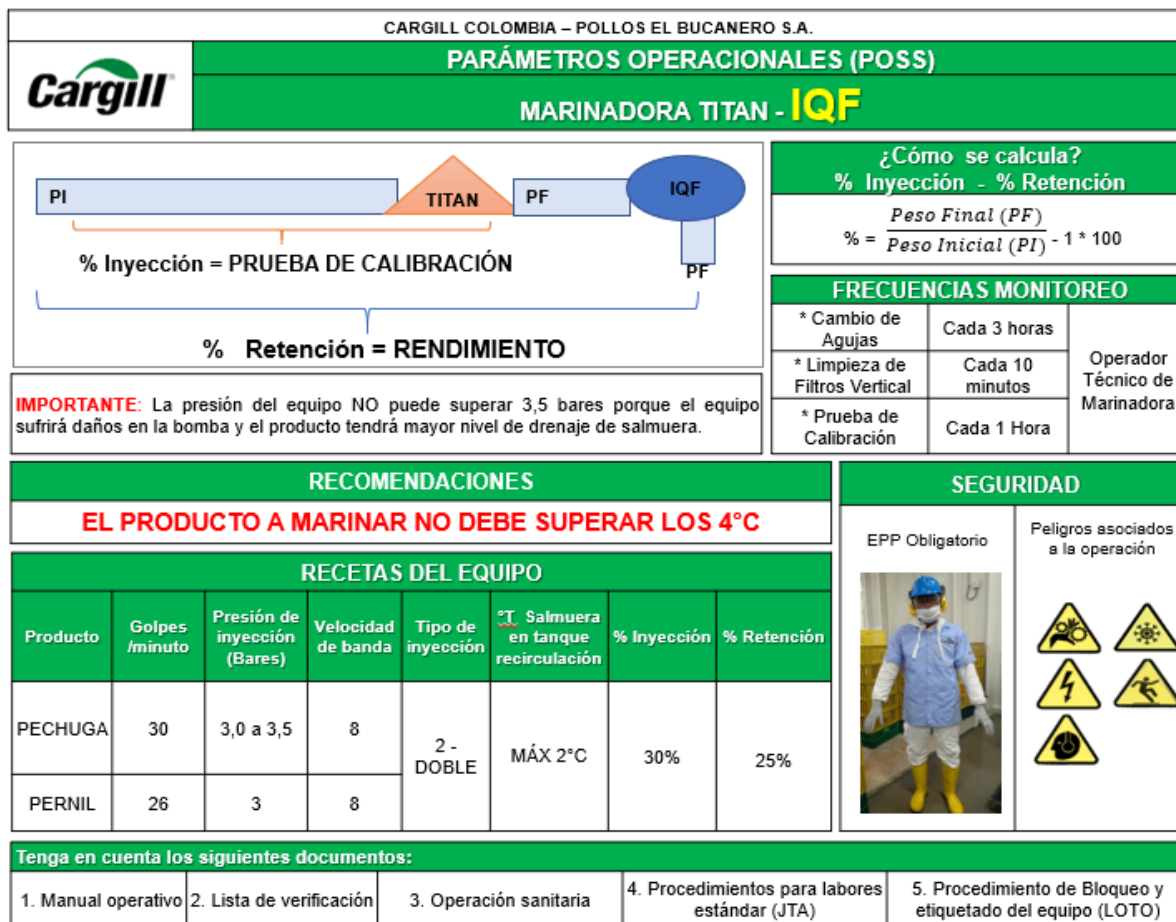


Figura 51. Herramienta POSS de parámetros operacionales establecidos

Fuente: Elaboración propia.

Además de la herramienta de parámetros operacionales, se realiza un esquema que indique cómo se deben posicionar las presas en la alimentación de la banda, uno de los factores más importantes en la operación, pues es el inicio de la operación y de él depende que las presas se inyecten de la manera correcta y, por lo tanto, generen el porcentaje de retención esperado. En la **Figura 52** se muestra el segundo paso al que tendrán acceso las personas que alimentan el equipo, pues se socializará y se colocará sobre el equipo de forma que sea visible durante la operación.

CARGILL COLOMBIA – POLLOS EL BUCANERO S.A.		
	POSICIÓN DE LAS PRESAS	
	MARINADORA TITAN - IQF	
POSICIÓN CORRECTA	POSICIÓN INCORRECTA	
		
SIEMPRE EN POSICIÓN HACIA ARRIBA PARA GARANTIZAR INYECCIÓN	EVITE POSICIONAR LAS PRESAS CON EL HUESO HACIA ARRIBA	
PELIGROS ASOCIADOS A LA OPERACIÓN	TENGA EN CUENTA LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS:	EPP OBLIGATORIO
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manual operativo 2. Lista de verificación 3. Operación sanitaria 4. Procedimientos para labores estándar (JTA) 5. Procedimiento de Bloqueo y etiquetado del equipo (LOTO) 	

Figura 52. Esquema indicativo de alimentación de la marinadora
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, como anexo a este proyecto, se encontrarán los manuales operativos de los equipos marinadora e IQF Scanico realizados con la información identificada en la sección 5.1.1. y las Listas de chequeo de arranque pertinente al proceso.

Adicionalmente, se llevará acabo el seguimiento del porcentaje de inyección y de retención de las presas, los operarios técnicos se encargarán de diligenciar un formato de seguimiento cada hora, dicho seguimiento consiste en marcar una canasta de presas individualmente, diligenciar el peso inicial de cada una, marinarla y tomar el peso después de ser marinadas para obtener el porcentaje de inyección, luego, dejar pasar las mismas presas hacia el IQF Scanico y tomar el peso a la salida de este para obtener el porcentaje de retención; en cada prueba es necesario tomar los datos de las variables programadas durante la prueba para lograr hacer ajustes según la necesidad de los resultados.

En la Tabla 36, se observan las especificaciones de la implementación de las propuestas con su respectivo plan de acción a corto, mediano y largo plazo.

Tabla 36.
Planes de acción

Nº	PLAN DE ACCIÓN	PLAZO	RESPONSABLE	IMPLEMENTACIÓN
1	Capacitar al personal y socializar el manual operativo, listas de chequeo y POSS	Corto y mediano plazo	Área Ingeniería de Procesos y supervisor del área	Actualmente implementado
2	Diligenciar las listas de chequeo	Corto plazo	Maquinista de los equipos	Actualmente implementado
3	Realizar pruebas de marinado	Corto plazo	Maquinista de marinadora	Actualmente implementado
4	Evaluar la compra de un equipo marinador con mayor capacidad para reducir la variabilidad según el volumen de entrada	Largo plazo	Áreas de Proyectos y Operaciones	No implementado

Fuente: Elaboración propia.

- Desarrollo de planes de acción:

1. Capacitación de estándares al personal del área: Las áreas de Ingeniería de Procesos, Investigación y Desarrollo y el proveedor de salmuera realizaron las capacitaciones al personal directamente involucrado con base en la información suministrada en los manuales operativos, listas de chequeo y POSS. Se han logrado mitigar errores referentes a las tareas ejecutadas por los operarios del proceso.
2. Diligenciar listas de chequeo: El operador técnico de la marinadora se encarga de diligenciar la lista de chequeo propuesta de manera diaria y por cada turno, con el fin de llevar un registro diario del estado del equipo y la operación. El impacto de este plan de acción es lograr alertar a áreas como Mantenimiento cada vez que se detecte un tipo de falla en el equipo, y al supervisor del área en una falla de operación.

3. Pruebas de marinado: El área cuenta con una persona encargada de la preparación de salmuera por turno, la cual se designó para hacer pruebas de marinado cada hora durante el proceso, con el fin de llevar un control del porcentaje de inyección y de retención obtenida.
4. Evaluar compra de marinadora de mayor capacidad: Las áreas de Proyectos, Ingeniería de Procesos, Investigación y Desarrollo y Operaciones participan en la evaluación de la compra de una nueva marinadora. Se tendrá en cuenta capacidad del equipo, rendimiento, instalación y productividad de la operación, con el fin de reducir la variabilidad de los resultados debida al volumen de entrada de producto.

5.4. Evaluación de los planes de acción

Los costos asociados al diseño y la implementación de los estándares operativos en la compañía se describen en la Tabla 37. Las copias de los manuales operativos fueron distribuidos a las siguientes áreas: Operaciones, Mantenimiento, EHS, Calidad e Ingeniería de Procesos.

Tabla 37.

Costos de implementación de estándares operativos

CONCEPTO	Tiempo invertido (días)	Costo/día (SMDLV)	Costo total (\$)
Estándares operativos			\$ 965.583
Diseño de manuales operativos: Marinadora e IQF Scanico	18	\$ 29.260	\$ 526.682
Desarrollo de listas de chequeo y POSS: Marinadora e IQF Scanico	4	\$ 29.260	\$ 117.040
Capacitación y socialización al personal de estándares operativos realizados.	5	\$ 29.260	\$ 146.301
Realización de pruebas de marinado.	3	\$ 58.520	\$ 175.561
CONCEPTO	Cantidad de unidades (und.)	Costo/unidad (\$/und.)	Costo total (\$)
Materiales			\$ 35.650
Papelería y útiles	155	\$ 30	\$ 4.650
Impresión	155	\$ 200	\$ 31.000
Mantenimiento			\$ 702.242
Actualización de manuales y realización de modificaciones anuales	24	\$ 29.260	\$ 702.242
TOTAL			\$ 1.703.476

Se cuenta con un valor fijo inicial de \$1.001.233 y con \$702.242 de valores anuales por concepto de mantenimiento y modificación de los estándares operativos.

Para determinar si el proyecto agrega valor, se analiza por medio del VAN o valor actual neto. Con una tasa mínima aceptable de rendimiento de 8,72% se aplica la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Tasa de inflación = 3,72%

Riesgo de la inversión = 5,00%

TMAR = 8,72%

t = 2 años

Total costos iniciales = \$ 1.001.233

Total costos anuales = \$ 702.242

$$VAN = \$766.759,39$$

Finalmente, al obtener un VAN positivo en una proyección de 2 años, se puede concluir que la estandarización de la línea de productos marinados es un proyecto aceptable, ya que el costo de la inversión no genera ningún tipo de riesgo.

xii. Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo de estándares operativos es de suma importancia en una compañía, ya que es la línea base para la realización de sus procesos y permite llevar un control de la operación de manera estructurada y organizada.

Cargill Proteína Latinoamérica-Pollos Bucanero S.A. es una compañía que, además de estar en continuo crecimiento y de atender un mercado global como es el consumo de proteína animal, en este caso del pollo, se caracteriza por llevar a cabo procesos en línea, los cuales permiten la atención rápida al cliente y su satisfacción a nivel de cantidad y calidad.

La línea de productos marinados, en la que se enfocó el proyecto, requiere de una gran precisión en la programación de las variables involucradas en el proceso, para que exista una salida de producto de calidad y en las condiciones que la compañía establece como meta y que se le ofertan al cliente. Se lograron identificar los parámetros y variables de operación que afectan el proceso: el peso inicial de las presas a marinar, la presión de la salmuera de marinación, el tipo de inyección del equipo, la velocidad de la banda y los golpes por minuto del cabezal.

La aplicación de la herramienta de análisis de regresión lineal permitió establecer, a partir de muestras y de la experimentación, la precisión en aquellas variables fundamentales del proceso de marinado de pollo, logrando establecer la relación entre las mismas para generar recetas plasmadas en los POSS, que son formatos de parámetros operacionales e información relevante al alcance del operario encargado del equipo y disponible en el área.

Con este proyecto se logró la estandarización a nivel documental de la línea de productos marinados, teniendo en cuenta factores no solo operativos, sino de seguridad en las personas y equipos; se logró establecer el parámetro para cada una de las variables fundamentales del proceso y comunicar a todos los involucrados (operarios, coordinadores, supervisores) por medio de capacitaciones la aplicabilidad de las mismas. Como resultado del proyecto se generan los manuales operativos de los dos equipos involucrados en el proceso (marinadora e IQF Scanico), listas de chequeo del arranque de operación y POSS de recetas de ambos equipos.

Del estudio aplicado se puede concluir que existe una estrecha relación entre las variables de marinación tipo de inyección, presión y peso inicial con respecto al porcentaje de retención de salmuera del marinado de pernil; adicional a esto, el porcentaje de retención de salmuera del marinado de pechuga se relaciona con las variables tipo de inyección, presión, peso inicial y

golpes por minuto. Es por tal razón que son las variables críticas del proceso, de las cuales es necesario llevar un control y seguimiento.

- Recomendaciones

En vista de que Pollos Bucanero S.A. y su línea de productos marinados se encuentran en continuo crecimiento, y que en las causas analizadas sobre el rendimiento de los productos marinados se identificó que el alto volumen de producción es una causa directa al problema que no puede ser controlada desde el área Desprese –ya que requiere de una disminución en la velocidad de la línea–, se recomienda hacer una evaluación económica a largo plazo sobre la adquisición de una máquina marinadora con mayor capacidad, contemplando factores como: capacidad del equipo, rendimiento, instalación, productividad de la operación, inversión y tiempo para recuperar la inversión.

Asimismo, se contempla realizar mediciones al inicio del proceso para estabilizar las variables de entrada por medio de una báscula en línea, para así determinar recetas por cada talla de pollo que entra al proceso para ser marinado.

Se recomienda estudiar a fondo el proceso de glaseado después de la congelación del producto, ya que este permite el aumento de la retención de salmuera entre un 1% y 2%; por tanto, se requiere de la modificación de la línea de salida del IQF.

xiii. Bibliografía

Acertiva (2017). Uso de pruebas piloto. Recuperado de <https://www.acertiva.com/blog/?p=1390>

Aguirre Mayorga, S. & Córdoba Pinzón, N. (2019). Assessing Business Process Maturity in Medium-Sized Colombian Companies. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-21262008000200004&lang=es

Alvarado, C. & McKee, S. (2007). Marination to Improve Functional Properties and Safety of Poultry Meat. *The Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 113-120. doi: 10.1093/japr/16.1.113

Amendola, L., González, M. & Prieto, R. (2004). Aplicación del *balanced scorecard* en el *Project Management*. Presentation, Bilbao.

Barreto Dillon, Leonellha (2018). Análisis con el Árbol de Problemas | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and water management! Recuperado de <https://sswm.info/es/taxonomy/term/2647/problem-tree-analysis>

Bonilla Barreda, A. (2008). *Determinación de las variables idóneas en un proceso de tenderizado (presión de inyección y concentración del ingrediente activo), para la obtención del óptimo rendimiento en el pollo entero fresco, en una industria procesadora*. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Cañón, Meyer; Pasculli, Laura & Orozco, Santiago (n.d.). Luces sobre el marinado. *Revista FENAVI*. Bogotá. Recuperado de <https://encolombia.com/veterinaria/publi/fenavi/f86/fenavicultores8602-actualidad/>

CMI Gestión (n.d.). Cuadro de Mando Integral. Recuperado de <https://cmigestion.es/cuadro-de-mando-integral/>

Dhanda, J., Pegg, R. & Shand, P. (2003). Tenderness and Chemical Composition of Elk (*Cervus elaphus*) Meat: Effects of Muscle Type, Marinade Composition, and Cooking Method. *Journal of Food Science*, 68(5), 1882 - 1888. doi: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb12347.x

Dransfield, E. & Sosnicki, A. (1999). Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science*, 78(5), 743-746. doi: 10.1093/ps/78.5.743

D'Angelo M., G. (2015). Principios de manufactura esbelta o ajustada. Recuperado de <https://magentaig.com/la-manufactura-esbelta-o-ajustada/>

Dinero (2015). Pollos El Bucanero, una empresa de alto vuelo. Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/caratula/articulo/que-debe-crecimiento-ultimos-anos-pollos-bucanero/209376>

El País (2016). Bucanero: 30 años, pp. 12-13. Recuperado de https://www.pollosbucanero.com/sites/default/files/flipbook_3d_files/pages/pdf/bucanero-21062016.pdf

Fabre, Romina María (2014). *Efecto de la maduración, estimulación eléctrica, marinado y congelación sobre la calidad de carne de pechuga de ave* (Doctorado). Universidad Politécnica de Valencia.

Fernández Ávila, M. (2009). *Estandarización de los procesos de la producción y su incidencia en la eficiencia de la gestión en la industria del calzado en el Perú* (Doctorado en contabilidad y finanzas). Universidad de San Martín de Porres, Lima.

Freixanet, Llorenç (n.d). Inyección de la carne con efecto atomizador. Influencia de la presión de inyección en la calidad de los productos inyectados.

Fremery, D. & Pool, M. (1960). Biochemistry of chicken muscle as related to rigor mortis and tenderization. *Journal of Food Science*, 25(1), 73-87. doi: 10.1111/j.1365-2621.1960.tb17938.x

García Páez, E. (2009). *Establecimiento del manual de procedimientos para las funciones de las áreas que integran el Archivo Histórico, utilizando reingeniería de procesos*. Universidad De Sonora. División de Ingeniería, 20189. Recuperado de <http://www.bidi.uson.mx/tesisDet.aspx?crit1=IDUT&texto1=20189&crit2=TITULO&texto2=>
=

Giraldo, Sergio (2002). Tabla de composición química de alimentos. Recuperado de <http://www.nutrimedperu.com/composicion.htm>

Gutiérrez Pulido, H. & De la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (3ª ed.). [S.l.]: McGraw-Hill.

Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI) (2019). Información estadística. Recuperado de <https://fenavi.org/estadisticas/informacion-estadistica-publica/>

Jácome Aguirre, Rubén Alejandro & Morillo Martínez, Emerson Fabricio (2011). *Determinación de los parámetros óptimos en el proceso de marinado de la canal de pollo*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Lynn, K. (2004). Use of Phosphates in Meat Products. Lecture, The Ohio State University.

Ministerio de Salud de Colombia (2002). Resolución número 00402 de 2002. Recuperado de https://paginaweb.invima.gov.co/images/stories/resoluciones/resolucion_00402_2002.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2013). Resolución número 2674 de 2013. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>

Motta Artunduaga, Sorany (2015). *Estudio de factibilidad de no marinar pollo en planta procesadora* (Maestría de administración). Universidad EAFIT, Medellín.

Muñoz, Edith Carmen (2019). Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) para la gestión bibliotecaria: pautas para una aplicación. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2009000200005

Muñoz Ohmen, Segundo Álvaro; Restrepo Molina, Diego Alonso & López Vargas, Jairo Humberto (2014). Efecto de la inclusión de inulina en salmueras de marinado sobre mermas y calidad sensorial de pechugas de pollo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Medellín. ISSN: 0304-2847. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1799/179930032009>

Nogueira, D., López, D., Medina, A. & Hernández, A. (2014). Cuadro de mando integral en una empresa constructora de obras de ingeniería. *Revista Ingeniería De Construcción*, 29(2), 201-214. doi: 10.4067/s0718-50732014000200006. Universidad de Matanzas, Cuba.

Ocampo, Jared & Pavón, Aldo (2012). Integrando la metodología DMAIC de Seis Sigma con la simulación de eventos discretos en Flexsim. Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2012) "Megaprojects: Building Infrastructure by Fostering Engineering Collaboration, Efficient and Effective Integration and Innovative Planning", 23-27 de julio de 2012. Ciudad de Panamá.

Orlandoni Merli, G. (2012). Gestión de la calidad: Control estadístico y Seis Sigma. *Revista De Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 14(1317-0570), 270. Universidad de Los Andes, Venezuela.

Otzen, Tamara & Manterola, Carlos (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. doi: 10.4067/s0717-95022017000100037. Sociedad Chilena de Anatomía, Temuco, Chile.

Pacheco, J. (2019). ¿Qué es un diagrama de flujo y cómo se hace? *Web y Empresas*. Recuperado de <https://www.webyempresas.com/diagrama-de-flujo/>

Pérez López, E. & García Cerdas, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en FANAL. *Tecnología En Marcha*, 27(3), 88-106. doi: 10.18845/tm.v27i3.2070. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago.

Pyzdek, T. & Keller, P. *The Six Sigma Handbook* (3ª ed., p. 163). McGraw-Hill.

Krishnan, B. R. & Prasath, K. A. (2018). Six Sigma Concept and DMAIC Implementation. *International Journal Of Business Management & Research (IJBMR)*, 3 (2 Jun 2013), 111-114.

Ramos, Magdalena; Santos, Ramón; Romay, Odalys; Rodríguez, Frank; Núñez de Villavicencio, Margarita; Vergara, Norma; Carrillo, Cecilia & Casañas, Carmen (2013). Caracterización de carne marinada de cerdo. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. 23. 18-22. La Habana.

Santos, R. & Ramos, M. (2017). Reseña sobre productos cárnicos marinados. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 27(3), 65-74. 10p. La Habana. Recuperado de <http://search.ebscohost.com.bd.univalle.edu.co/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=128527596&lang=es&site=eds-live>

Torres García, M. (2014). *Estado del arte de los sistemas de calidad y diseño de un plan de acción de calidad para los departamentos de almacenaje* (Grado de Ingeniería Industrial). Universidad de Valladolid.

Schreurs, F. (2000). Post-Mortem Changes in Chicken Muscle. *World's Poultry Science Journal*, 56(4), 319-346. doi: 10.1079/wps20000023

Xargayó, Marta; Lagares, Josep; Fernández, Eva; Borrell, Daniel & Juncà, Gemma (2010). Spray marinating: a definitive solution for improving meat texture. *Metalquimia*. Girona, España. Disponible en <http://en.metalquimia.com/upload/document/article-en-5.pdf>

Xargayó, Marta; Lagares, Josep; Fernández, Eva; Borrell, Daniel & Juncà, Gemma (2008). Marinado por efecto “spray”: una solución definitiva para mejorar la textura de la carne. Disponible en <http://ca.metalquimia.com/upload/document/article-es-5.pdf>

Yusop, Salma M.; O’Sullivan, Maurice G.; Kerry, John F. & Kerry, Joseph P. (2012). Influence of processing method and holding time on the physical and sensory qualities of cooked marinated chicken breast fillets. *LWT - Food Science and Technology*. 46. 363–370. 10.1016/j.lwt.2011.08.007.

www.pollosbucanero.com

Anexo 1. Datos de prueba piloto de marinación I: Pernil blanco

N° Muestra	Tipo de pollo	Temperatura producto		Peso del producto		% de Inyección
		Inicial	Final	Inicial	Final	
1	Blanco	5,6	5,6	0,40	0,49	24,7%
2	Blanco	7,1	-6,7	0,32	0,42	30,6%
3	Blanco	6,8	6,8	0,32	0,36	15,2%
4	Blanco	5,9	5,9	0,32	0,41	28,0%
5	Blanco	6,8	6,8	0,30	0,37	24,6%
6	Blanco	7,3	7,3	0,28	0,32	16,6%
7	Blanco	6,9	6,9	0,32	0,35	10,4%
8	Blanco	5,7	5,7	0,37	0,44	18,2%
9	Blanco	5,9	5,9	0,33	0,42	27,3%
10	Blanco	7	7	0,33	0,41	27,0%
11	Blanco	6,6	6,6	0,39	0,46	16,1%
12	Blanco	6,6	6,6	0,32	0,41	29,6%
13	Blanco	7,2	7,2	0,38	0,51	33,5%
14	Blanco	6,6	6,6	0,35	0,41	15,7%
15	Blanco	6,5	6,5	0,31	0,41	30,1%
16	Blanco	6,5	6,5	0,34	0,43	24,1%
17	Blanco	7,3	7,3	0,36	0,42	17,1%
18	Blanco	6,9	6,9	0,34	0,38	11,8%
19	Blanco	5,8	5,8	0,36	0,41	14,2%
20	Blanco	5,5	5,5	0,36	0,43	21,4%
21	Blanco	6,6	6,6	0,39	0,47	18,5%
22	Blanco	5,9	5,9	0,36	0,41	14,6%

Anexo 2. Datos de prueba piloto de marinación II: Pechuga blanca

Nº Muestra	Tipo de pollo	Peso del producto		% de Inyección
		Inicial	Final	
1	Blanco	0,68	0,90	32,0%
2	Blanco	0,58	0,73	24,5%
3	Blanco	0,50	0,69	38,8%
4	Blanco	0,55	0,69	26,3%
5	Blanco	0,77	1,02	33,7%
6	Blanco	0,71	0,95	34,2%
7	Blanco	0,84	1,07	26,9%
8	Blanco	0,44	0,61	38,8%
9	Blanco	0,59	0,81	38,5%
10	Blanco	0,51	0,69	35,6%
11	Blanco	0,68	0,87	27,4%
12	Blanco	0,55	0,77	39,7%
13	Blanco	0,67	0,88	32,0%
14	Blanco	0,65	0,82	27,2%
15	Blanco	0,59	0,73	24,8%
16	Blanco	0,85	1,03	21,6%
17	Blanco	0,74	0,91	23,3%
18	Blanco	0,74	0,92	24,5%
19	Blanco	0,50	0,67	33,9%
20	Blanco	0,53	0,72	36,5%
21	Blanco	0,60	0,82	36,1%
22	Blanco	0,62	0,79	28,9%

Anexo 3. Prueba de inyección y retención en pernil


Muestra	Presión [bar]	Tipo de inyección	Velocidad	Golpes /min	Peso inicial [kg]	Peso final de inyección	Peso final [kg]	Retención (%)	Inyección (%)
1	1	1	2	29	0,395	0,467	0,454	14,87%	18,25%
2	1	1	2	28	0,392	0,423	0,402	2,65%	7,97%
3	1	1	2	29	0,284	0,325	0,309	8,61%	14,42%
4	1	1	4	30	0,349	0,412	0,399	14,45%	18,27%
6	1	1	4	30	0,346	0,394	0,378	9,26%	13,99%
8	1	1	8	30	0,323	0,357	0,340	5,35%	10,50%
9	1	1	8	29	0,319	0,344	0,333	4,49%	7,96%
10	1	2	2	29	0,348	0,445	0,428	23,22%	27,96%
11	1	2	2	30	0,370	0,468	0,455	22,72%	26,31%
12	1	2	2	30	0,339	0,446	0,433	27,54%	31,52%
13	1	2	2	30	0,394	0,493	0,479	21,58%	25,20%
14	1	2	4	30	0,363	0,472	0,455	25,31%	29,90%
15	1	2	4	29	0,326	0,438	0,421	29,42%	34,49%
16	1	2	4	29	0,387	0,491	0,473	22,05%	26,71%
17	1	2	8	30	0,343	0,447	0,427	24,47%	30,49%
18	1	2	8	29	0,414	0,502	0,484	16,93%	21,28%
19	1	2	8	30	0,298	0,389	0,378	26,90%	30,77%
20	1	2	8	29	0,314	0,394	0,378	20,04%	25,25%
21	1,4	1	2	30	0,317	0,328	0,324	2,21%	3,31%
22	1,4	1	2	30	0,368	0,412	0,394	7,09%	11,92%
23	1,4	1	2	30	0,295	0,323	0,308	4,42%	9,21%
26	1,4	1	4	29	0,348	0,404	0,383	10,09%	16,29%
27	1,4	1	8	30	0,299	0,348	0,335	11,96%	16,30%
28	1,4	1	8	30	0,391	0,439	0,422	8,02%	12,25%
29	1,4	1	8	30	0,332	0,374	0,353	6,38%	12,53%
30	1,4	1	2	29	0,303	0,359	0,337	11,24%	18,25%
31	1,4	2	2	29	0,339	0,416	0,403	18,78%	22,84%
32	1,4	2	2	29	0,295	0,382	0,365	23,90%	29,83%
33	1,4	2	2	30	0,334	0,439	0,418	25,44%	31,59%
34	1,4	2	4	30	0,397	0,503	0,479	20,55%	26,51%
35	1,4	2	4	29	0,240	0,323	0,301	25,75%	34,82%
36	1,4	2	4	30	0,303	0,405	0,386	27,51%	33,92%
37	1,4	2	8	30	0,394	0,491	0,472	19,59%	24,37%
38	1,4	2	8	30	0,365	0,443	0,422	15,86%	21,64%
39	1,4	2	8	29	0,347	0,462	0,447	28,72%	33,09%
40	1,4	2	8	31	0,276	0,357	0,336	21,60%	29,10%
42	1,8	1	2	30	0,294	0,326	0,301	2,28%	10,74%
44	1,8	1	4	29	0,400	0,465	0,442	10,58%	16,38%
45	1,8	1	4	30	0,273	0,361	0,337	23,53%	32,20%
47	1,8	1	8	29	0,306	0,359	0,331	8,27%	17,41%
48	1,8	1	8	30	0,339	0,402	0,381	12,34%	18,55%
49	1,8	1	8	29	0,348	0,393	0,375	7,91%	13,12%
50	1,8	1	2	29	0,285	0,355	0,336	17,86%	24,40%
51	1,8	2	2	30	0,363	0,466	0,433	19,31%	28,35%
52	1,8	2	2	30	0,345	0,421	0,393	13,79%	21,98%
53	1,8	2	2	30	0,353	0,446	0,427	21,04%	26,37%
54	1,8	2	4	29	0,361	0,466	0,442	22,63%	29,30%
55	1,8	2	4	30	0,397	0,503	0,481	21,16%	26,80%
56	1,8	2	4	30	0,385	0,449	0,422	9,57%	16,45%
57	1,8	2	8	29	0,319	0,423	0,403	26,32%	32,34%
58	1,8	2	8	29	0,347	0,447	0,421	21,39%	28,94%
59	1,8	2	8	30	0,367	0,458	0,429	16,80%	24,68%
60	1,8	2	8	29	0,400	0,486	0,469	17,15%	21,46%
62	2,2	1	2	29	0,381	0,436	0,405	6,42%	14,57%
63	2,2	1	2	30	0,291	0,327	0,300	3,13%	12,32%
64	2,2	1	4	30	0,322	0,359	0,333	3,26%	11,41%
65	2,2	1	4	29	0,416	0,480	0,461	11,02%	15,47%
66	2,2	1	4	29	0,314	0,349	0,321	2,08%	11,00%
67	2,2	1	8	30	0,326	0,360	0,336	3,00%	10,26%
68	2,2	1	8	29	0,390	0,407	0,397	1,71%	4,39%
69	2,2	1	8	30	0,331	0,384	0,354	7,04%	15,88%
70	2,2	1	2	29	0,358	0,402	0,382	6,67%	12,15%

71	2,2	2	2	29	0,334	0,441	0,416	24,31%	31,79%
72	2,2	2	2	30	0,347	0,434	0,407	17,17%	24,93%
73	2,2	2	2	30	0,444	0,542	0,519	17,07%	22,15%
74	2,2	2	4	30	0,418	0,503	0,470	12,41%	20,15%
75	2,2	2	4	29	0,406	0,499	0,464	14,41%	23,01%
76	2,2	2	4	29	0,334	0,420	0,385	15,33%	25,84%
77	2,2	2	8	30	0,301	0,394	0,367	21,90%	31,14%
78	2,2	2	8	30	0,383	0,473	0,447	16,95%	23,74%
79	2,2	2	8	29	0,276	0,329	0,302	9,36%	19,01%
80	2,2	2	8	30	0,310	0,410	0,383	23,50%	32,45%
81	2,6	1	2	29	0,385	0,434	0,409	6,11%	12,56%
82	2,6	1	2	30	0,328	0,353	0,341	3,98%	7,70%
83	2,6	1	2	30	0,337	0,389	0,355	5,29%	15,18%
84	2,6	1	4	30	0,348	0,394	0,361	3,82%	13,13%
85	2,6	1	4	29	0,335	0,342	0,339	1,11%	2,20%
86	2,6	1	4	30	0,324	0,375	0,339	4,89%	15,82%
87	2,6	1	8	29	0,332	0,370	0,336	1,12%	11,41%
88	2,6	1	8	30	0,329	0,376	0,350	6,28%	14,34%
89	2,6	1	8	30	0,396	0,441	0,407	2,62%	11,25%
90	2,6	2	2	30	0,418	0,509	0,470	12,25%	21,62%
91	2,6	2	2	29	0,336	0,457	0,429	27,64%	35,96%
92	2,6	2	2	30	0,374	0,445	0,417	11,61%	19,20%
93	2,6	2	2	29	0,287	0,387	0,354	23,11%	34,81%
94	2,6	2	4	29	0,334	0,431	0,404	21,13%	29,10%
95	2,6	2	4	29	0,295	0,377	0,347	17,84%	27,99%
96	2,6	2	4	29	0,350	0,441	0,415	18,34%	25,83%
97	2,6	2	8	29	0,323	0,405	0,366	13,42%	25,59%
98	2,6	2	8	30	0,364	0,455	0,421	15,74%	24,91%
99	2,6	2	8	30	0,352	0,434	0,397	12,80%	23,08%
100	2,6	2	8	30	0,368	0,455	0,416	13,11%	23,74%
101	3	1	2	30	0,325	0,365	0,329	1,13%	12,25%
102	3	1	2	29	0,383	0,448	0,406	5,90%	16,81%
103	3	1	2	29	0,344	0,415	0,371	7,96%	20,69%
105	3	1	4	30	0,342	0,382	0,349	2,31%	11,96%
106	3	1	4	30	0,301	0,338	0,306	1,63%	12,39%
107	3	1	8	29	0,347	0,419	0,383	10,21%	20,56%
108	3	1	8	30	0,360	0,422	0,392	8,77%	17,13%
110	3	1	2	29	0,410	0,489	0,458	11,92%	19,35%
111	3	2	2	30	0,346	0,439	0,402	16,19%	26,94%
112	3	2	2	29	0,366	0,492	0,449	16,50%	27,52%
113	3	2	2	29	0,374	0,467	0,430	14,86%	24,89%
114	3	2	4	29	0,325	0,434	0,398	22,39%	33,31%
115	3	2	4	29	0,312	0,411	0,382	22,70%	31,93%
116	3	2	4	29	0,311	0,386	0,357	14,60%	23,92%
117	3	2	8	29	0,253	0,359	0,319	26,05%	41,77%
118	3	2	8	30	0,338	0,434	0,402	18,96%	28,52%
119	3	2	8	29	0,287	0,390	0,350	21,88%	35,82%
120	3	2	8	30	0,285	0,396	0,357	25,21%	38,89%
121	3,2	1	2	30	0,359	0,418	0,386	7,50%	16,33%
122	3,2	1	2	29	0,338	0,412	0,378	12,04%	22,01%
123	3,2	1	2	30	0,250	0,280	0,259	3,61%	12,03%
124	3,2	1	4	30	0,335	0,379	0,343	2,42%	13,07%
125	3,2	1	4	29	0,313	0,360	0,322	2,78%	14,94%
126	3,2	1	4	30	0,411	0,486	0,446	8,50%	18,19%
127	3,2	1	8	29	0,333	0,361	0,343	2,83%	8,41%
128	3,2	1	8	30	0,275	0,346	0,312	13,18%	25,77%
129	3,2	1	8	30	0,412	0,493	0,449	9,06%	19,61%
130	3,2	1	2	30	0,340	0,392	0,357	5,26%	15,55%
131	3,2	2	2	30	0,241	0,331	0,294	22,00%	37,51%
132	3,2	2	2	29	0,378	0,475	0,437	15,69%	25,51%
133	3,2	2	2	29	0,365	0,476	0,443	21,54%	30,36%
134	3,2	2	4	29	0,406	0,539	0,497	22,58%	32,85%
135	3,2	2	4	29	0,302	0,383	0,354	17,34%	26,89%
136	3,2	2	4	29	0,330	0,371	0,341	3,41%	12,49%
137	3,2	2	8	30	0,307	0,413	0,383	24,64%	34,62%
138	3,2	2	8	30	0,346	0,435	0,397	14,67%	25,75%
139	3,2	2	8	29	0,333	0,407	0,366	10,08%	22,31%
140	3,2	2	8	29	0,284	0,393	0,357	25,70%	38,24%
141	3,5	1	2	30	0,267	0,310	0,276	3,31%	15,98%
142	3,5	1	2	29	0,373	0,426	0,386	3,68%	14,21%
143	3,5	1	2	30	0,326	0,375	0,340	4,30%	14,91%
144	3,5	1	4	29	0,302	0,356	0,322	6,44%	17,89%
146	3,5	1	4	30	0,277	0,342	0,301	9,03%	23,56%
147	3,5	1	8	30	0,280	0,312	0,300	7,03%	11,39%
148	3,5	1	8	30	0,312	0,385	0,336	7,82%	23,56%
149	3,5	1	8	30	0,306	0,355	0,315	2,90%	15,82%
150	3,5	1	2	29	0,305	0,352	0,319	4,65%	15,30%
151	3,5	2	2	29	0,364	0,479	0,437	19,85%	31,40%
152	3,5	2	2	29	0,275	0,368	0,335	21,53%	33,52%
153	3,5	2	2	28	0,349	0,454	0,406	16,09%	29,99%
154	3,5	2	4	30	0,363	0,460	0,410	12,76%	26,53%
155	3,5	2	4	30	0,286	0,398	0,364	27,26%	39,03%
156	3,5	2	4	30	0,322	0,420	0,385	19,51%	30,37%
157	3,5	2	8	30	0,338	0,432	0,395	16,83%	27,85%

Anexo 4. Prueba de inyección y retención en pechuga


Muestra	Presión (Bar)	Tipo de inyección	Velocidad	Golpes/minuto	Peso inicial kg	Peso final de inyección kg	Peso final kg	% Inyección	% Retención
1	1	1	2,0	29	0,573	0,642	0,617	12,05%	7,56%
2	1	1	2,0	29	0,510	0,596	0,572	16,81%	12,20%
3	1	1	4,0	30	0,655	0,775	0,738	18,28%	12,73%
4	1	2	4,0	29	0,639	0,811	0,776	26,97%	21,39%
5	1	2	8,0	29	0,684	0,829	0,798	21,19%	16,57%
6	1	2	8,0	30	0,702	0,914	0,873	30,19%	24,26%
7	1,4	1	2,0	30	0,465	0,583	0,558	25,35%	20,00%
8	1,4	1	2,0	30	0,641	0,787	0,752	22,78%	17,37%
9	1,4	1	4,0	29	0,565	0,656	0,629	16,10%	11,32%
10	1,4	1	4,0	30	0,657	0,776	0,741	18,19%	12,87%
11	1,4	2	8,0	29	0,597	0,687	0,660	15,02%	10,61%
12	1,4	2	8,0	29	0,468	0,715	0,688	52,72%	46,89%
13	1,4	2	8,0	30	0,498	0,609	0,584	22,29%	17,30%
14	1,8	1	2,0	29	0,490	0,636	0,611	29,82%	24,70%
15	1,8	1	2,0	30	0,736	0,830	0,797	12,69%	8,20%
16	1,8	1	4,0	30	0,703	0,853	0,819	21,38%	16,48%
17	1,8	2	4,0	29	0,512	0,652	0,622	27,38%	21,41%
18	1,8	2	8,0	30	0,551	0,858	0,820	55,77%	49,00%
19	1,8	2	8,0	30	0,701	0,887	0,855	26,58%	21,94%
20	2,2	1	2,0	29	0,520	0,612	0,591	17,82%	13,77%
21	2,2	1	2,0	29	0,594	0,717	0,689	20,66%	15,99%
22	2,2	1	4,0	29	0,653	0,757	0,722	15,85%	10,48%
23	2,2	2	4,0	28	0,699	0,830	0,796	18,62%	13,76%
24	2,2	2	8,0	29	0,524	0,831	0,798	58,64%	52,28%
25	2,2	2	8,0	30	0,530	0,814	0,776	53,58%	46,43%
26	2,2	2	8,0	29	0,436	0,567	0,545	30,14%	25,15%
27	2,6	1	2,0	30	0,568	0,737	0,713	29,80%	25,45%
28	2,6	1	2,0	29	0,742	0,837	0,805	12,82%	8,59%
29	2,6	1	4,0	29	0,630	0,759	0,723	20,40%	14,67%
30	2,6	2	4,0	30	0,595	0,842	0,816	41,61%	37,12%
31	2,6	2	8,0	29	0,572	0,719	0,692	25,70%	20,91%
32	2,6	2	8,0	30	0,709	0,883	0,847	24,46%	19,44%
33	3	1	2,0	30	0,654	0,830	0,800	26,83%	22,30%
34	3	1	2,0	29	0,563	0,763	0,737	35,69%	31,01%
35	3	1	4,0	30	0,615	0,826	0,795	34,30%	29,33%
36	3	2	4,0	30	0,514	0,744	0,712	44,80%	38,66%
37	3	2	4,0	29	0,673	0,832	0,802	23,62%	19,24%
38	3	2	8,0	30	0,724	0,963	0,925	33,05%	27,79%
39	3	2	8,0	30	0,745	1,096	1,053	47,03%	41,26%
40	3,2	1	2,0	30	0,572	0,694	0,663	21,34%	15,92%
41	3,2	1	2,0	29	0,600	0,791	0,753	31,91%	25,52%
42	3,2	1	2,0	29	0,491	0,653	0,628	33,01%	27,96%
43	3,2	1	4,0	30	0,536	0,689	0,659	28,51%	23,00%
44	3,2	2	4,0	30	0,581	0,873	0,842	50,38%	44,94%
45	3,2	2	8,0	29	0,634	0,839	0,797	32,36%	25,74%
46	3,2	2	8,0	29	0,700	0,863	0,827	23,21%	18,04%
47	3,5	1	2,0	29	0,522	0,737	0,706	41,19%	35,23%
48	3,5	1	2,0	30	0,566	0,763	0,728	34,97%	28,61%
49	3,5	1	2,0	29	0,779	0,980	0,937	25,84%	20,37%
50	3,5	1	4,0	29	0,639	0,856	0,819	34,09%	28,25%
51	3,5	2	4,0	29	0,690	0,973	0,935	40,86%	35,43%
52	3,5	2	8,0	28	0,709	0,900	0,859	26,87%	21,07%
53	3,5	2	8,0	29	0,607	0,887	0,852	46,22%	40,33%

Anexo 5. Manual operativo de equipo inyectora TIPS

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIPS			
Código: XXXIXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 1 de 16

CONTENIDO

1. OBJETIVO	2
2. ALCANCE	2
3. DEFINICIONES	2
PREENJUAGUE	2
4. GENERALIDADES	2
5. DESCRIPCIÓN	3
5.1. Consideraciones de EHS	3
✓ Higiene y medio ambiente	3
✓ Seguridad	4
5.2. Modo de operación	5
AJUSTES	5
- Ajustes básicos de Inyectoras con banda	5
- Cambio de guía de teflón del cabezal	7
- Válvula automática de salmuera	8
✓ Requisitos de operación	8
FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA	8
✓ Operación de la máquina: Arranque de producción	8
6. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO	11
- Limpieza	11
- Mantenimiento	13
7. FRECUENCIA	14
8. RESPONSABLES	14
9. EQUIPO Y/O RECURSO	14
10. MONITOREO	14
DOCUMENTOS Y/O REGISTROS	15

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIPS			
Código: XXXIXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 2 de 16

- 1. OBJETIVO:** Definir el procedimiento de operación de la Inyectora TIPS.
- 2. ALCANCE:** Este instructivo aplica para los asociados, contratistas, operarios técnicos, equipo de limpieza y desinfección, asociados de mantenimiento en contacto con el equipo, además, para los mantenimientos periódicos o correctivos del equipo.

3. DEFINICIONES:

PREENJUAGUE: Este procedimiento es realizado por sanitización al finalizar turno. Consta en retirar el desperdicio de producto de la máquina por medio de una manguera de agua a presión.

4. GENERALIDADES:

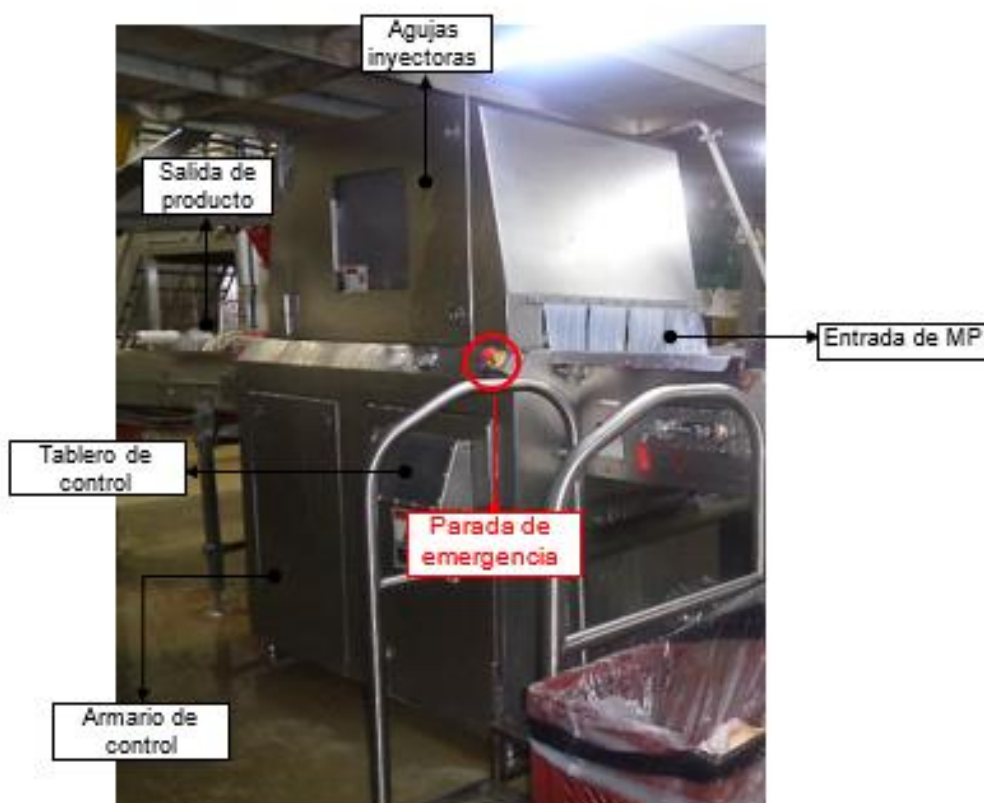


Ilustración 1: Marínadora TIPS.


	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIPS			
Código: XXXIXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 3 de 16

Tabla 1: Especificaciones técnicas.

ESPECIFICACIONES	
Altura necesaria del producto para entrar en el cabezal	3" para presas de pollo, 5" para pollo entero.
Cantidad de agujas	215 Acero inoxidable diámetro de 3,5 mm.
Velocidad ajustable	8 – 28 golpes/min; 4 – 30 golpes/min
Potencia	7,5 hp
Tanque contenedor de salmuera	Capacidad 40 galones.
Corriente principal	480 volt. y 30 Amp. Para un total de 20 caballos de fuerza, suministro de $\frac{3}{8}$ " npt.

Tabla 2: Componentes del equipo.

SISTEMA	COMPONENTE		VALOR PARA PRESAS DE POLLO	VALOR PARA POLLO ENTERO
Sistema hidráulico	Aceite	Presión principal	1500 psi	1500 psi
		Galones de aceite	22 galones	22 galones
	Presión reducida	900 psi	680 – 700 psi	
Sistema de aire	Presión de cabezal de aire	30 a 35 PSI	30 psi	
	Presión de válvula de salmuera	60 psi	70 psi	
Sistema de filtración	Filtro rotatorio de limpieza automático (Cilindro)	0,020 tamaño de la abertura del orificio de filtración	0,020 tamaño de la abertura del orificio de filtración	
	Dos filtros verticales (placas)	0,060 tamaño de la abertura del orificio de filtración	0,060 tamaño de la abertura del orificio de filtración	
	Filtro final en línea (cilindro interno)	0,020 tamaño de la abertura del orificio de filtración	0,020 tamaño de la abertura del orificio de filtración	

5. DESCRIPCIÓN:


5.1. Consideraciones de EHS:

Todas las personas que están en contacto con la operación deben entender y seguir las disposiciones de seguridad que sugiere el proveedor para el uso, lavado, mantenimiento y cualquier otro factor relacionado con la Inyectora TIPS, así como las normas de seguridad establecidas por Cargill Proteína Latinoamérica.

- ✓ Higiene y medio ambiente

El personal involucrado en la operación, lavado del equipo y mantenimiento, deberá cumplir con las siguientes normas:

Cargill Confidencial. ©2017 Cargill, Incorporated. Divulgación, uso o reproducción sólo para las personas involucradas.





	CARGILL COLOMBIA - POLLO S EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIPS			
Código: XXXXXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 4 de 16

1. Ser entrenado en la JTA (Procedimiento para labores estándar) del equipo, de lo contrario este no debe ser operado. La máquina debe ser operada solo por personal capacitado.
2. Verificar que los dispositivos críticos del equipo se encuentren en adecuado funcionamiento durante la operación, sin alteraciones.
3. Informar al supervisor correspondiente sobre cualquier desperfecto con el equipo y que pongan en riesgo la seguridad de los asociados (ver lista de chequeo operacional).
4. Comunicar al compañero del siguiente turno el estado general del equipo y cualquier situación relevante (ver lista de chequeo operacional).
5. No manipular elementos del equipo a menos que conozca su funcionamiento - operar siempre de manera que garantice las BPM.

✓ Seguridad

Los peligros a los cuales se expone el asociado son:

Tabla 3. Peligros asociados a la operación de la máquina.


PELIGRO	REPRESENTACION
Peligro de heridas por tensión eléctrica	
Peligro dañino para los oídos	
Lesiones por aprisionamiento	
Peligro locativo por superficies deslizantes	

ADVERTENCIA DE SEGURIDAD

Siga por favor estas reglas de seguridad para su máquina inyectora TIPS. Todos los operadores, mantenimiento, producción, limpieza y cualquiera otro personal que pueda tener contacto con el inyector deben recibir la información siguiente.

1. Siempre mantenga las manos lejos de la cabeza de aguja y de otras partes.
2. Nunca trate de alcanzar producto debajo de la cabeza de agujas mientras la inyectora está en operación.

Cargill Confidencial. ©2017 Cargill, Incorporated. Divulgación, uso o reproducción sólo para las personas involucradas.

	CARGILL COLOMBIA - POLLO S EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIP S			
Código: XXXXXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 5 de 18

El procedimiento apropiado de remover el producto atorado entre las agujas es empujar el botón de paro de emergencia, remover el producto y volver a encender la operación.

3. Nunca operar la máquina cuando las ventanas de la cubierta han sido removidas.
4. Si es necesario realizar trabajo dentro del inyector, no meta las manos hasta que la corriente eléctrica ha sido desconectada. Es su responsabilidad proporcionar el método apropiado para desconectar la corriente eléctrica de acuerdo con el código eléctrico actual. Verifique con su supervisor.
5. Algunos componentes hidráulicos internos pueden llegar a estar muy calientes al toque, proceder con el cuidado adecuado.
6. Si es necesario trabajar en el sistema hidráulico, asegúrese de que la presión ha sido purgada.
7. No sobre cargue la máquina con producción.
8. No opere la máquina en una manera descuidada.
9. No opere, limpie o haga mantenimiento a la máquina, a menos de que usted entienda completamente el sistema de operación y ha sido instruido de toda seguridad.

Para el aseo y/o mantenimiento del equipo es necesario:

1. El uso de EPP básico obligatorio: botas plásticas con puntera de acero, casco, guantes, gafas, protector auditivo y tapabocas.
2. Trancado y etiquetado de los equipos. (ver anexo de procedimiento específico de LOTO).
3. Todo elemento utilizado para la limpieza del equipo u operación debe estar en buenas condiciones. La limpieza se realiza según el procedimiento operativo de limpieza y desinfección de la máquina.
4. No se deben hacer bromas o juegos mientras se realizan las tareas. - Ojos y mente en la tarea por el peligro de caída o atrapamiento.

5.2. Modo de operación

AJUSTES

– Ajustes básicos de Inyectoras con banda

1. Presión de salmuera

La presión de salmuera se ajusta a 60 PSI, con la perilla localizada en el panel principal. El manómetro se localiza al costado izquierdo del panel principal.

Nota: Ajuste a 60 PSI para inyectar presas y a 70 PSI para inyectar pollo entero.

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIPS			
Código: XXXIXX	Revisión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 6 de 16



2. Cabezal de aire

Esta se ajusta con la perilla indicada del regulador en el sistema neumático.

La presión en el cabezal de aire deberá de estar de 30 a 35 PSI. Si la presión de aire no se ajusta correctamente puede causar que las agujas se doblen o rompan.

Nota: Para inyectar pollo entero ajuste la presión a 30 PSI.

3. Velocidad del cabezal hacia arriba

La válvula controladora de flujo se localiza en la unidad hidráulica (recuadro color naranja), la velocidad se debe ajustar de acuerdo con el tiempo en que el cabezal complete un ciclo, este tiempo es de un segundo (1 seg.) en promedio.



4. Velocidad del cabezal hacia abajo

La perilla se localiza en el panel de control, puede ser ajustada de 5 a 50 golpes por minuto.

5. Banda transportadora

La válvula controladora de flujo se localiza en la unidad hidráulica (recuadro color azul). Esta normalmente es fija.

6. Presión Hidráulica

Cargill Confidencial. ©2017 Cargill, Incorporated. Divulgación, uso o reproducción sólo para las personas involucradas.

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIP S			
Código: XXXIXX	Verión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 7 de 16

Esta debe ser de 1500 PSI en la presión principal y 900 PSI en la presión secundaria. Estas dos son ajustadas de fábrica.




Nota: Para inyectar pollo entero, ajuste la presión secundaria de 650 a 700 PSI, la presión principal se mantiene en 1500 PSI.

– Cambio de guía de teflón del cabezal

Es necesario remover el cabezal de agujas y las guías de barra.

Con un destornillador de $\frac{5}{16}$ remover los 3 tornillos y placa en la parte inferior, por la parte superior empujar la guía hacia abajo. Colocar la nueva guía (es importante recordar volver a colocar la placa y sujetar con los tornillos correspondientes).



	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIPS			
Código: XXXIXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 8 de 18

– Válvula automática de salmuera

Remover la cubierta del lado posterior para localizar la válvula automática de salmuera. Esta válvula neumática opera por medio de una señal desde el **plc** para proporcionar inyección sencilla o doble.

✓ Requisitos de operación

– Cabezal de agujas y aire

En orden de que la producción sea eficaz y tener el porcentaje de inyección con exactitud es necesario mantener el cabezal y las agujas limpias, y que la válvula de salmuera abra y cierre a tiempo.

1. Las agujas deben deslizarse fácilmente en la guía de lo contrario no podría retraerse en caso de contacto con el hueso. La aguja muy suelta hará que la salmuera se fugue por la guía.
2. Revisar el centro del cabezal por residuos, removiendo 2 o 3 guías de cada esquina.
3. El cabezal de aire debe estar alineado sobre cada una de las agujas.
4. Los tubos deben de ser lubricados cada 2 semanas para prevenir que los pistones se peguen.
5. La válvula de salmuera debe abrir cuando el cabezal se desliza hacia abajo. Esta puede ser para inyección sencilla o doble.

Inyección sencilla: La válvula debe abrir cuando el cabezal comienza a bajar y se cierra cuando está en el punto más bajo.

Inyección doble: La válvula debe abrir cuando el cabezal comienza a bajar y se cierra ajustando el sensor de proximidad a la altura deseada.

FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA


✓ Operación de la máquina

PASO 1: Llene el tanque con la solución de salmuera.

De paso desde el cuarto de salmuera al tanque del equipo.

Nota: Coloque los filtros verticales después de que el tanque esté lleno y antes de encender la Marinadora.



	CARGILL COLOMBIA - POLLO S EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIP S			
Código: XXXIXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/06/2019	Fecha Aprobación:	Página 9 de 16

PASO 2: Encienda el filtro de línea.

El filtro de línea permite que la salmuera recircule al tanque.

Gire en sentido contrario a las manecillas del reloj para encender el giro del filtro de línea, entre más se gire la llave mayor será la velocidad de giro.

Para apagar, posicione la llave del filtro de forma horizontal.



PASO 3: Encienda el panel de control de temperatura y verifique que la salmuera tenga la temperatura adecuada (0°C – 3°C).

Nota: Asegurese de que el cable sensor de temperatura esté dentro del tanque de salmuera. Si es necesario, verifique la temperatura con el termómetro.

- *Indicadores:*

Verde: Indica que el equipo está en óptimas condiciones.

Amarillo: Indica que el equipo presenta alguna falla.

- *Interruptor de hélice:*

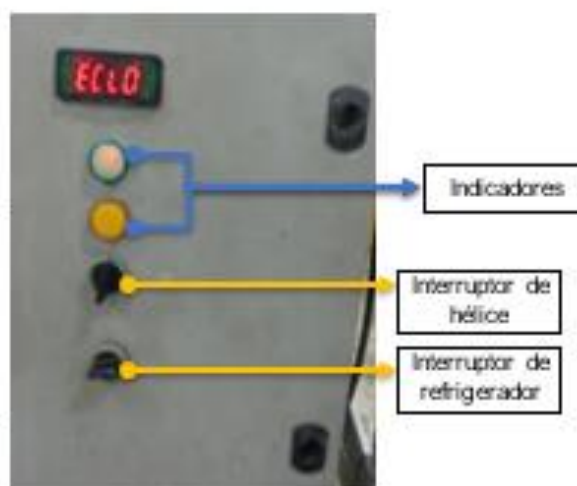
Enciende y apaga la hélice del tanque de salmuera.

Encendido: Perilla en posición vertical.
Apagado: Perilla en posición horizontal.

- *Interruptor de refrigerador:*

Mantiene la temperatura del tanque de salmuera.

Encendido: Perilla en posición horizontal.
Apagado: Perilla en posición vertical.



Nota: Verifique la temperatura cada 15-20 minutos.

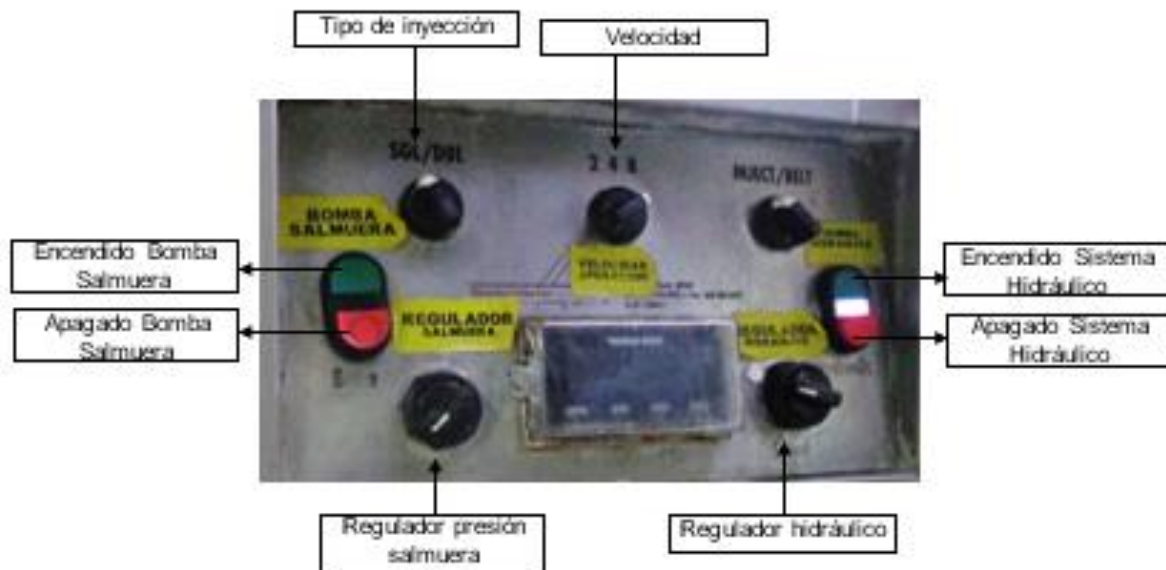
PASO 4: Abra el suministro de aire.

PASO 5: Empuje el botón de parada de emergencia.



Cargill Confidencial. ©2017 Cargill, Incorporated. Divulgación, uso o reproducción sólo para las personas involucradas.

PASO 6: Encender el sistema hidráulico.



PASO 7: Vuelva a sacar el paro de emergencia.


PASO 8: Haga los ajustes necesarios en el panel de control: velocidad y tipo de inyección.

Velocidad	Presa
4	Muslo - Contramuslo - Ala
8	Pechuga - Pernil

PASO 9: Prenda la bomba de salmuera y seleccione la presión adecuada dependiendo del porcentaje de inyecciones (3 bares de presión para presas de pollo o 1 bar de presión para pollo entero).

PASO 10: Mande una muestra de la prueba del producto por inyector, verifique el porcentaje de inyección de salmuera (30%). Haga cualquier ajuste necesario para lograr los niveles deseados de inyección.

PASO 11: Cuando se ha conseguido el porcentaje de inyección requerido, la inyectora está lista para producción.

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIPS			
Código: XXXIX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/06/2019	Fecha Aprobación:	Página 11 de 16

REGLAS PARA UN BUEN PORCENTAJE EN LA INYECCIÓN


COMPONENTE	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Inyector	Velocidad de inyección consistente	El tiempo que las agujas están en el producto afecta el porcentaje.
		La velocidad es controlada por el sistema hidráulico.
		Los golpes por minuto están controlados hacia abajo y hacia arriba.
	Baja de presión de salmuera	Utilizando una bomba centrífuga de 10 Hp se reduce una baja de presión durante la inyección.
	Avance de banda apropiada	Mantener un buen avance de banda para mantener un patrón de inyección consistente.
Salmuera	Temperatura	Mantener entre (32°F - 38°F) o (0°C - 3°C) para un mejor rendimiento y retención de porcentaje.
		Se recomienda utilizar un intercambiador de temperatura para mantener la salmuera a temperatura, ya que la misma aumenta una vez se usa.
	Mezclado de ingredientes	Los ingredientes deben ser mezclados apropiadamente para evitar coágulos y disolverse completamente.
Producto	Peso y variación	Ajustar el inyector cuando hay un cambio considerable de peso en el producto, ya que hay más volumen de carne.
	Temperatura	Mantener a temperatura entre (38°F - 40 °F) o (3°C y 4°C) para menor variación. Cuando el producto comienza a elevar la temperatura la retención es menor.
	Humedad en el producto	La cantidad de humedad que el producto retiene después del Chiller depende del tiempo antes de la inyección.
El producto con más humedad tiende a retener menos inyección durante el proceso.		

6. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

- Limpieza

PROCEDIMIENTO PARA REMOVER LAS AGUJAS

1. Empuje el botón de paro de emergencia. Cierre la corriente eléctrica.
2. Quite cuatro (3) tornillos de T en las esquinas del cabezal de aire.
3. Ahora podrá inclinar el cabezal de aire.

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIP'S			
Código: XXXIXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 12 de 16

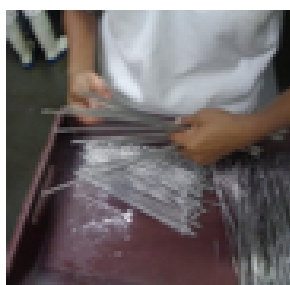
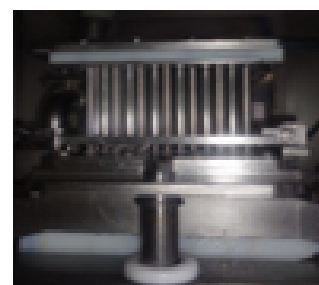
Nota: No suelte el cabezal hasta que esté totalmente inclinado y soportado.

4. Saque las agujas del cabezal.
5. Una vez por semana en el proceso de sacar las agujas, cuando el cabezal está inclinado lave y lubrique los tubos del cabezal.



PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE AGUJAS

1. Limpiar diariamente las agujas cada 3 horas de producción. Utilice una solución (cloro) con la presión de la bomba en 80 PSI. Asegurarse de que todos los filtros están limpios. Después de 5 minutos de correr el equipo desagüe el tanque y vuelva a enjuague con agua tibia en la misma presión anterior. Verifique por agujas dobladas o tapadas.

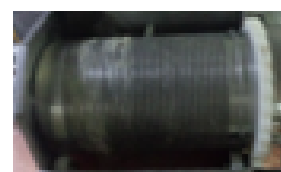


2. Saque todas las agujas del cabezal de la inyección, deje remojar las agujas en agua por lo menos 1 hora, utilice agua tibia suficiente para cubrir todas las agujas y 10 cm³ de hipoclorito.
3. Limpie manualmente cada aguja, punzando por los orificios con una aguja artesanal.


PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE SISTEMA DE FILTRACIÓN DURANTE LA PRODUCCIÓN

Limpia el filtro por lo menos cada 3 horas o cada receso, no espere que el filtro se cubra 2/3 con residuos.

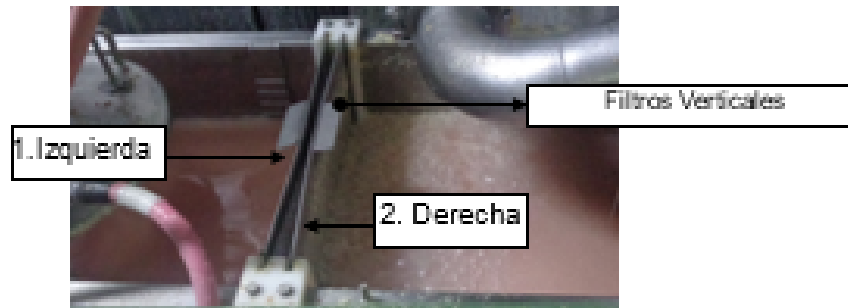
1. Presione el botón de ciclo en el inyector.
2. Apague el botón de la bomba de briga (salmuera).
3. Abra la válvula de presión, remueva la abrazadera/saque el filtro.
4. Lave completamente, o cambie el filtro por otro limpio/reinstale y apriete la abrazadera.



Recuerda limpiar los filtros de línea por lo menos cada 3 o 4 horas de uso, o tantas veces como sea necesario.

	CARGILL COLOMBIA - POLLO S EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIP S			
Código: XXXIXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 13 de 16

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE FILTROS VERTICALES DURANTE LA PRODUCCIÓN



Los filtros se tienen que limpiar cuando el agua del lado de la succión está debajo del nivel del filtro (cada 10 minutos).

Es muy importante limpiar los filtros uno por uno de izquierda a derecha.


Precaución: Nunca dejar que la salmuera llegue bajo el nivel del orificio de la succión de la bomba.

– Mantenimiento

Preventivo

1. Verifique el nivel de aceite en el vidrio de la vista en el tanque hidráulico de aceite.
2. Verifique la temperatura de aceite -90 a 100 °F.
3. Engrase el inyector en el sistema central. Proporcione 5 disparos de grasa por semana.
4. La presión en el cabezal de aire deberá de estar de 30 – 35 PSI.
5. Lavar y lubricar semanalmente con aceite grado alimenticio al cabezal de aire.
6. Verifique la presión hidráulica - la presión principal – 1500 PSI.
7. Verifique la presión hidráulica - la presión secundaria – 900PSI para presas y 680 PSI para pollo entero.
8. Verifique por fugas de aceite en el cilindro, mangueras, fittings y válvulas.
9. Verifique la alineación de la cabeza de aire sobre las agujas que la alineación sea perfecta con las agujas.
10. Verifique las mangueras de aire de los cilindros y conectores.
11. Verifique el movimiento correcto de la banda transportadora 2, 4 u 8.
12. Verifique las mangueras de salmuera que estén libres de grietas o interrupciones, esto podría causar variación en los porcentajes de inyección.
13. Verifique por escapes de salmuera en la tubería interna.
14. Verifique que todos los filtros en el tanque de salmuera se mantengan limpios y apropiadamente en su lugar.
15. El filtro de incline – debe ser limpiado cada 2 a 3 horas.

Cargill Confidencial. ©2017 Cargill, Incorporated. Divulgación, uso o reproducción sólo para las personas involucradas.

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIP S			
Código: XXXIXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 14 de 16

16. Los filtros verticales deben ser verificados y limpiados cuantas veces sea necesario para mantener el flujo apropiado al lado de la succión del tanque de salmuera.
17. El filtro hidráulico de la presión – Este filtro es bueno para aproximadamente 500 horas de la operación. La contaminación en el aceite hidráulico puede cambiar la vida del filtro. Esto debe ser verificado en una base semanal.
18. El separador del agua debe ser verificado y vaciado. El exceso de agua puede causar que la cabeza de aire, válvula de salmuera, operen un poco mal o no operará. Si su sistema tiene agua en exceso, utilice el intercambiador aéreo para eliminar el exceso de agua.
19. La válvula de salmuera tiene una válvula rápida de escape con un silenciador, verificar que abre y cierra apropiadamente. Si el silenciador está tapado, la válvula de salmuera cerrará muy lentamente o no se cerrará.

7. **FRECUENCIA:** Diario.

8. **RESPONSABLES:**

- Es responsabilidad de los Operadores encargados ejecutar a cabalidad y cumplir con los lineamientos establecidos en este procedimiento.
- Es responsabilidad del Supervisor del Area velar por el cumplimiento de este procedimiento y comunicar a las áreas involucradas en caso de desperfectos con el equipo.
- Es responsabilidad del Ingeniero de Proceso mantener actualizado este documento.


9. **EQUIPO Y/O RECURSO:**

- Canastillas
- Materia prima: Pollo
- Insumos: Salmuera, agua

10. **MONITOREO:**

- Llevar a cabo la programación del mantenimiento preventivo a toda la máquina, en caso de encontrar alguna falla se procede a realizar su respectivo mantenimiento correctivo.
- Pruebas: Cada prueba siempre tiene que hacerse de la misma forma, el tiempo que se deja destilar el producto antes de tomarle el peso es crítico. Las básculas deben de ser revisadas periódicamente.
- Cosas a recordar
 - Revisar filtros verticales como sean necesario. Nunca sacar dos filtros a una sola vez.
 - Limpiar el filtro en línea cada 2 a 3 horas.
 - Las agujas deben de enjuagarse y removerse cada 3 horas.

Cargill Confidencial. ©2017 Cargill, Incorporated. Divulgación, uso o reproducción sólo para las personas involucradas.

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DE LA INYECTORA TIP'S			
Código: XXXIXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 15 de 16

- Presión del cabezal de aire de 30 a 35 PSI en aves.
- Drenar el agua del sistema de aire.
- Hay que asegurar que las agujas se deslicen fácil en la guía.
- Revisar por grietas la manguera de succión. Esto puede hacer que la bomba succiones aire y pueda variar en el porcentaje.
- La banda debe avanzar a una velocidad normal.
- Revisar la manguera de salmuera y asegurar que las abrazaderas estén bien apretadas.

DOCUMENTOS Y/O REGISTROS:

- Lista de chequeo operacional
- Operación sanitaria
- JTA (Procedimiento para labores estándar)
- Procedimiento de bloqueo y etiquetado

11. CONTINGENCIAS

DESVIACION	CONDICION
El cabezal de agujas no sube	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema hidráulico no está corriendo. - El aire está cerrado. - El sensor de proximidad no está ajustado o no funciona. - El relevador no cambia. - La válvula de 4 vías no cambia.
El cabezal de agujas no baja	<ul style="list-style-type: none"> - La corriente eléctrica está apagada. - La parada de emergencia esta activada. - La válvula de aire está cerrada. - La banda transportadora no avanza. - El sensor de proximidad de la banda transportadora no funciona. - El relevador en la caja eléctrica no cambia.
La banda transportadora no avanza	<ul style="list-style-type: none"> - La presión hidráulica principal está baja. - La presión secundaria hidráulica está baja. - El potenciómetro está cerrado. - El sensor de proximidad no funciona. - La válvula de 4 vías no cambia. - El relevador en la caja eléctrica no cambia.
La válvula de salmuera no cierra	<ul style="list-style-type: none"> - El sensor de proximidad no está ajustado. - El cabezal de agujas no subió. - La válvula neumática de 4 vías no funciona. - La presión de aire está baja. - La válvula de aire está cerrada.


Cargill Confidencial. ©2017 Cargill, Incorporated. Divulgación, uso o reproducción sólo para las personas involucradas.



Código: XXXIXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 22/05/2019	Fecha Aprobación:	Página 16 de 16
--------------------------	----------------	-------------------------------	-------------------	-----------------

La válvula de salmuera no abre	<ul style="list-style-type: none">- El sensor de proximidad no está ajustado.- El cabezal de agujas no bajó.- La válvula neumática de 4 vías no funciona.
No hay presión de salmuera	<ul style="list-style-type: none">- No hay corriente eléctrica.- El tanque no tiene salmuera.- La válvula del filtro de línea está abierta.- La línea del manómetro está tapada.- La bomba de salmuera está apagada.- Hay aire en la línea de salmuera.
La máquina cambia de velocidad	<ul style="list-style-type: none">- La presión hidráulica está baja.- El potenciómetro fue cambiado de velocidad.- El intercambiador de aceite no funciona.- Las válvulas de flujo fueron cambiadas.- La presión de aire no es suficiente.
Agujas dobladas	<ul style="list-style-type: none">- No hay aire.- La presión en el cabezal de aire es muy alta.- No hay lubricación en los pistones de la cabeza de aire.- Hay fuga de aire del cabezal.- No están alineadas correctamente las agujas con los pistones.

Anexo 6. Manual operativo de equipo IQF Scanico

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO: IQF SCANICO			
Código: PB- IXX	Versión: 01	Fecha Revisión: 31/10/2018	Fecha Aprobación: 15/11/2018	Página 1 de 7


1. **OBJETIVO:** Definir el procedimiento de operación del IQF SCANICO en condiciones normales.
2. **ALCANCE:** Este procedimiento aplica para los asociados, contratistas, operarios técnicos, equipo de limpieza y desinfección, asociados de mantenimiento en contacto con el equipo, además para los mantenimientos preventivos o correctivos del equipo.
3. **DEFINICIONES:**
 - **Limitador de altura:** Es un componente del IQF, que se encuentra antes del ingreso del producto el cual delimita la altura que deberá tener el producto para evitar que la banda se pare.
 - **Correa:** Banda metálica y elástica que forma el espiral en la cual va soportado el producto.
4. **GENERALIDADES:** IQF (Congelación rápida de manera individual): Es un proceso de congelamiento rápido que permite que los cristales de hielo que se forman dentro de las células de los tejidos sean de tamaño muy pequeño, permitiendo que al descongelar el producto no hay derrame de fluidos celulares, lo cual garantiza una textura, valor nutritivo y sabor igual al de un producto recién cosechado.
5. **DESCRIPCIÓN:**

5.1. Consideraciones de EHS:

Todas las personas que están en contacto con la operación deben entender y seguir las disposiciones de seguridad que sugiere el proveedor para el uso, lavado, mantenimiento y cualquier otro factor relacionado con el IQF Scanico.

OPERACION	ASEO Y MANTENIMIENTO
Entrenamiento en JTA (Procedimiento para labores estándar) del equipo.	El uso de EPP básico obligatorio: botas plásticas, casco, guantes, gafas, protector auditivo y tapabocas
Verificar el funcionamiento de los dispositivos críticos.	Trancado y etiquetado de los equipos
Informar al supervisor sobre desperfectos o averías del equipo	Todo elemento utilizado para la limpieza del equipo u operación debe estar en buenas condiciones
Comunicar al compañero del siguiente turno el estado general del equipo y cualquier situación relevante.	
No manipular elementos del equipo a menos que conozca su funcionamiento - operar siempre de manera que garantice las BPM.	No se deben hacer bromas o juegos mientras se realizan las tareas

Cargill Confidencial. ©2017 Cargill, Incorporated. Divulgación, uso o reproducción sólo para las personas involucradas.

	CARGILL COLOMBIA - POLLO S EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN IQF SCANICO			
Código: PB- IXX	Versión: 01	Fecha Revisión:	Fecha Aprobación:	Página 2 de 7

✓ Seguridad


Los peligros a los cuales se expone el asociado son:

PELIGRO	REPRESENTACION	EPP OBLIGATORIO
Eléctrico		
Ruido continuo		
Mecánico - atrapamiento entre componentes		
Temperatura extrema (frío)		
Locativo superficie deslizante		

CONCEPTO DE OPERACIÓN

✓ VERIFICACIONES

- **Verificaciones del tensor:** Verifique que los parámetros de altura máxima y mínima están dentro del rango. En caso de que estén por fuera realice la prueba de deslizamiento.
- **Prueba de deslizamiento:** Existen 122 perfiles de teflón blancos (estructura del tambor) 1 de ellos es de color azul oscuro. Verifique que el sistema esté completamente parado, ubique un objeto en la banda en el punto cero, el cual estará marcado en el soporte de la banda. Una vez tenga ubicado el elemento encienda la

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN IQF SCANICO			
Código: PB-IXX	Versión: 01	Fecha Revisión:	Fecha Aprobación:	Página 3 de 7

- **Sistema de Lubricación:** Verifique que el sistema de lubricación cuente con suficiente aceite grado alimenticio y que la presión sea de __. El sistema de lubricación garantiza que el desplazamiento de la banda sea correcto.




✓ COMPONENTES



El desplazamiento debe tener entre 90 y 110 cm.

Si está muy desplazado, significa que la banda puede estar requiriendo recortarse porque el sistema de lubricación está aplicando mucho producto.



	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN IQF SCANICO			
Código: PB- IXX	Versión: 01	Fecha Revisión:	Fecha Aprobación:	Página 4 de 7

- **Arranque del congelador**

Paso 1: Limpieza del equipo

Asegúrese de que el congelador esté completamente limpio y que la correa esté libre de residuos de producción.

Paso 2: Desbloquee el equipo

Retire la parada de emergencia halando el botón rojo.



Paso 3: Encendido

Gire el interruptor principal en sentido contrario a las manecillas del reloj para preparar el congelador.

Paso 4: Programación

1. Pulse la tecla Restablecer alarma en el panel de control.
2. Pulse la tecla Ventilador para comprobar que todos los ventiladores de refrigeración están activados.
3. Pulse la tecla Manual para poner el tambor y la correa del congelador en funcionamiento manual a velocidad media. Deje que funcione por lo menos 10 minutos sin refrigeración.

Nota: Asegure que no haya ruidos anómalos y que la correa funcione correctamente. Si surge algún problema detenga inmediatamente su funcionamiento.




En este momento, la planta refrigeradora estará acoplada.

4. Asegúrese de que la correa funcione correctamente y que el tensor esté en su posición adecuada. El congelador va a recorrer por lo menos su longitud total correspondiente al periodo indicado en la pantalla y el tambor funcionará siempre durante el enfriamiento.

5. Seleccione el tiempo de operación según el producto a procesar.

Nota: No introduzca los productos hasta que la temperatura esté por debajo del punto de ajuste.

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN IQF SCANICO			
Código: PB- 0XX	Versión: 01	Fecha Revisión:	Fecha Aprobación:	Página 5 de 7

Paso 5: Alimentación de la banda

1. Posicione los productos separados entre sí y con una distancia aproximada de 10 cm entre presas.



Paso 6: Limpieza al final de la producción

Al final de la jornada se debe realizar la limpieza, tenga en cuenta que la correa se limpia mejor cuando el congelador ha sido descongelado por completo.

1. Pulse Secado para activar los ventiladores.
2. Abra las puertas.
3. Detenga los ventiladores después de 20 minutos aproximadamente o si la temperatura supera los 40°C.

✓ Paros del sistema

- a) Paro completo por terminación de la producción: Cuando todo el sistema de espiral se apague debe también apagarse la unidad de refrigeración.
- b) Paro Parcial por alimentación o daño del sistema: Cuando el paro no sea mayor a 30 min, solo se apaga el espiral y el sistema de refrigeración se deja prendido para que esto no afecte la temperatura.

6. FRECUENCIA: Diariamente

7. RESPONSABLES:

- Es responsabilidad del Operador Técnico del área de IQF ejecutar a cabalidad y cumplir con los lineamientos establecidos en este procedimiento.
- Es responsabilidad del Supervisor del Area de IQF velar por el cumplimiento de este procedimiento y comunicar a las áreas involucradas en caso de desperfectos con el equipo.
- Es responsabilidad del Ingeniero de Proceso mantener actualizado este documento


8. EQUIPO Y/O RECURSO:

- Termómetro

9. MONITOREO:

- Verificar el nivel de aceite del equipo.

Cargill Confidencial. ©2017 Cargill, Incorporated. Divulgación, uso o reproducción sólo para las personas involucradas.

	CARGILL COLOMBIA - POLLOS EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN IQF SCANICO			
Código: PB- XX	Versión: 01	Fecha Revisión:	Fecha Aprobación:	Página 6 de 7


10. DOCUMENTOS Y/O REGISTROS:

- Lista de chequeo operacional
- POSS (Parámetros operacionales)

11. CONTINGENCIA:

SITUACION	PROBLEMA	ACCION A TOMAR
El congelador no arranca	Contacto principal no activado	Establecer contacto
	Alarma no desactivada	Restablecer alarma
	Parada de emergencia activada	Restablecer alarma
	Convertidor de frecuencias desconectado	Esperar 20-30 segundos antes de rearrancar
	Agua en los devanados	Secar el motor
	Motor agarrotado	Recambiar el motor
El ventilador no arranca (sobrecarga en ventilador)	Sobrecarga en motor	Determinar la causa
	Agua en los devanados	Secar el motor
	Motor agarrotado	Recambiar el motor
La limpieza CIP no arranca	Sobrecarga en motor	Determinar la causa
Fallo motor (transmisión/ventilador, etc)	Temperatura demasiado baja	Poner en marcha ventilador/secado
Fallo en flip-up	Error térmico en motor	Comprobar motor, bobinado y relé térmico. No arranque el congelador hasta haber solucionado el problema
Fallo recogida alta/baja	Sensor flip-up activado	Comprobar errores en correa flip-up
Fallo fuerza de correa	Límite de recogida alto/bajo	Solicite asistencia cualificada. No arranque el congelador hasta haber solucionado el problema
	Límite de tensado de correa excedido	Solicite asistencia cualificada. No arranque el congelador hasta haber solucionado el problema
	Deslizamiento demasiado corto	
Límite de altura de producto	Correa de retorno demasiado tensa	Verifique la altura del producto. Retire los productos que se hayan atascado
	Límite de altura excedido	
Fallo convertidor de frecuencias (motor impulsor/motor de alimentación de salida)	Señal de fallo del convertidor de frecuencia	Verifique los códigos de fallo del convertidor de frecuencia
Parada de emergencia activada	Se ha pulsado el botón de parada de emergencia	Determine quién lo ha pulsado y la causa

Cargill Confidencial. ©2017 Cargill, Incorporated. Divulgación, uso o reproducción sólo para las personas involucradas.

	CARGILL COLOMBIA - POLLO S EL BUCANERO S.A.			
	INSTRUCTIVO MANUAL DE OPERACIÓN IQF SCANICO			
Código: PB- IXX	Versión: 01	Fecha Revisión:	Fecha Aprobación:	Página 7 de 7

Temperatura del aire demasiado alta	Temperatura del aire en el congelador demasiado alta	Compruebe el evaporador y el equipo refrigerador
Fallo puerta abierta	Hay una puerta abierta	Asegurese de que no haya nadie en el congelador y cierre la puerta
Fallo de flujo en sistema de lubricación	No fluye grasa por los tubos	Rellene el cono de grasa lubricante. Si el cono ya está repleto de grasa, solicite asistencia cualificada
Temperatura de lavado de correa demasiado baja	Temperatura inferior a +5°C	Espere a que la temperatura en el congelador ascienda por encima de +5°C. Deje funcionar los ventiladores otro periodo

Anexo 7. Lista de chequeo de arranque de proceso de equipo inyectora TIPS

CARGILL COLOMBIA- POLLOS EL BUCANERO S.A.																
LISTA DE VERIFICACIÓN - ARRANQUE DEL PROCESO																
EQUIPO: MARINADORA TIPS																
Supervisor T1:			Mantenimiento T1:			C: Cumple ✓		NC: No Cumple X		NA: No Aplica						
Supervisor T2:			Mantenimiento T2:													
Fecha: Semana del: ____ al ____ de 2019																
N°	COMPONENTE	ACTIVIDAD	Domingo		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado	
			TURNO		TURNO		TURNO		TURNO		TURNO		TURNO			
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	SEGURIDAD	Verificar si los operarios cuentan con el EPP obligatorio.														
2		Verificar que el sistema de corriente se encuentre totalmente seco y que los protectores y cables estén en buen estado.														
3		Verificar que el sistema de parada de emergencia funcione correctamente.														
4	INSTALACIÓN	Verificar que las agujas instaladas en el equipo son las correctas.														
5		Verificar que el cabezal de aire está alineado sobre las agujas.														
6		Verificar que la presión de aire en el cabezal no excede los 35 PSI.														
7		Inspeccionar que los pistones del cabezal se retraen a 30 PSI.														
8		Verificar que la aguja no toque la banda cuando el cabezal se encuentra en la parte mas baja.														
9		Inspeccionar los baleros del cilindro.														
10	OPERACIÓN	Verificar el suministro de aire.														
11		Verificar el nivel de aceite en el tanque hidráulico.														
12		Verifique la temperatura de aceite hidráulico que este menos de 120 °F.														
13		La presión hidráulica: principal 1500 PSI.														
14		La presión hidráulica: secundaria 1000 PSI.														
15		Verificar que la presión de aire en el cabezal es de 35 PSI.														
16		Verificar el desague del separador de aguas en el sistema neumático.														
17		Verifique que no tengo fugas de aceite hidráulico.														
18		Verifique que no hayan fugas de aire.														
19		Verifique que no hayan fugas de salmuera de las mangueras o agujas.														
20		Verificar el funcionamiento apropiado de la válvula de salmuera.														
21		Verifique que el sistema central está engrasado.														
22		Verificar el flujo de salmuera por las agujas.														
23		Verificar si hay agujas rotas o dobladas.														
24		Verificar la velocidad adecuada de la inyectora.														
25		Verificar que los filtros estén limpios.														
26	Verificar el avance adecuado de la banda transportadora.															
OBSERVACIONES TURNO 1:																
OBSERVACIONES TURNO 2:																

Anexo 8. Lista de chequeo de arranque de proceso de equipo IQF Scanico

CARGILL COLOMBIA- POLLOS EL BUCANERO S.A.												
REGISTRO												
LISTA DE CHEQUEO DE OPERACIÓN IQF SCANICO												
Fecha	COMPONENTE	ASPECTOS A EVALUAR	Operador Técnico									
			Turno # 1		Turno # 2		Turno # 3					
			Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple				
		Verifique piso, libre de grasa y aceite y cualquier otro material										
		Verifique proteccion del sistema										
		Verifique que estan seguras las puertas del tablero de control										
		Verifique todos los componentes electricos atorillados y el estado de los bloqueos										
		Revise que la cadena del moto reductor de entrada y salida no este dasgastos o dañados										
		verifique que los piñones estan alineados										
		Verifique el acumulador de banda por alineamiento y desplazamiento										
		Verifique el cubrimiento plastico del sistema de rieles por daños o desgaste										
		Inspeccione el cubrimiento plastico de las barras de la jaula por daño o desgaste										
		Verifique que el evaporador este totalmente descongelado										
		Verifique que el congelador este completamente limpio y la correa este sin residuos solidos										
		use la tecla ventilador para comprobar que todos los ventiladores de refrigeracion esten activos										
		Use la tecla manual para poner el tambor y la correa del congelador en funcionamiento manual a										
		En caso de surgir algun problema detenga completamente el equipo										
OBSERVACIONES DE ENTREGA TURNO 1:												
OBSERVACIONES DE ENTREGA TURNO 2:												
OBSERVACIONES DE ENTREGA TURNO 3:												