

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE PESQUERÍA



**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL
PROCESO DE PORCIONES CONGELADAS DE PERICO (*Coryphaena
hippurus*) ENTRE SELLADORAS AL VACÍO Y UNA
TERMOFORMADORA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE
INGENIERO PESQUERO**

MARIA CLAUDIA LUNAREJO PUA

LIMA – PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE PESQUERÍA

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL
PROCESO DE PORCIONES CONGELADAS DE PERICO
(*Coryphaena hippurus*) ENTRE SELLADORAS AL VACÍO Y UNA
TERMOFORMADORA”**

Presentado por:

MARIA CLAUDIA LUNAREJO PUA

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar por el Título de:
INGENIERO PESQUERO**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. David Roldán Acero

Presidente

Mg. Sc. Tito Llerena Daza

Asesor

Ing. Andrés Molleda Ordoñez

Miembro

Mr. Tec. Alim. Rodolfo Omote Sibina

Miembro

Lima, 2021

A Ilmer, Richard, Victor y Alexandra,
por siempre creer en mí.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
PRESENTACIÓN	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1.Objetivo general	2
2.2.Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
3.1.Características generales del perico (<i>Coryphaena hippurus</i>)	3
3.1.1. Biología	3
a. Distribución y habitad	3
b. Desembarque del recurso en el Perú	4
3.2.Conceptos de Congelación	6
3.2.1. Generalidades	6
3.2.2. Congelación rápida	6
3.2.3. Importancia de la congelación rápida	7
3.2.4. Cadena de frío	7
3.3.Conceptos de sellado al vacío	7
3.3.1. Generalidades	7
3.3.2. De las máquinas selladoras al vacío	8
3.3.3. De la máquina termoformadora	8
3.4.Productividad.....	8
3.5.Efectividad general del equipo (OEE)	9
3.5.1. Disponibilidad	9
3.5.2. Eficiencia	10
3.5.3. Calidad	10

IV.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	12
4.1.	Sobre la empresa exportadora	12
4.2.	Importancia de los procesos de productos congelados	12
4.3.	Sobre el proceso de producción de porciones de perico	13
4.3.1.	Antecedentes	13
4.3.2.	Proceso de producción de porciones congeladas	16
4.4.	Aportes logrados para el desarrollo del centro laboral	24
4.4.1.	Problema identificado	24
4.4.2.	Causas del problema	25
4.4.3.	Efectos del problema	25
4.4.4.	Metodología aplicada para la solución del problema	25
a.	Planteamiento	25
b.	Procedimiento	26
4.4.5.	Resultados	26
a.	De las máquinas selladoras al vacío	26
b.	De la máquina termoformadora	30
c.	Comparativo entre las máquinas selladoras al vacío y la termoformadora.....	37
d.	De la calidad del producto terminado	42
e.	De los costos de producción	44
4.5.	Aportes logrados para el desarrollo profesional	45
V.	CONCLUSIONES	47
VI.	RECOMENDACIONES	48
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
VIII.	ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Clasificación de la OEE.	11
Tabla 2. Clasificación de porciones según el peso. Requerimiento 1	20
Tabla 3. Clasificación de porciones según el peso. Requerimiento 2	20
Tabla 4. Especificaciones técnicas de las bolsas para sellado al vacío	23
Tabla 5. Productividad (Kg/h) por operario de producción utilizando las cuatro máquinas selladoras al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018	27
Tabla 6. Disponibilidad (%) de las cuatro máquinas al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018.....	27
Tabla 7. Eficiencia (%) de las cuatro máquinas al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018....	28
Tabla 8. Calidad (%) de las cuatro máquinas al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018	28
Tabla 9. OEE (%) de las cuatro máquinas al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018.....	29
Tabla 10. Tiempo (días) utilizados para la producción (TM) de porciones congeladas de perico (<i>Coryphaena hippurus</i>) para la temporada 2017 – 2018 utilizando las 4 máquinas selladoras al vacío	30
Tabla 11. Especificaciones técnicas de las bobinas film fondo para uso de la máquina termoformadora	33
Tabla 12. Especificaciones técnicas de las bobinas film tapa para uso de la máquina termoformadora	33
Tabla 13. Productividad (Kg/h) por operario de producción utilizando la máquina termoformadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019	34
Tabla 14. Disponibilidad (%) de la máquina termofromadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019	34

Tabla 15. Eficiencia (%) de la máquina termofromadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019..	35
Tabla 16. Calidad (%) de la máquina termoformadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019.....	35
Tabla 17. OEE (%) de la máquina termoformadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019	36
Tabla 18. Tiempo (días) utilizados para la producción (TM) de porciones congeladas de perico (Coryphaena hippurus) para la temporada 2018 – 2019	36
Tabla 19. Aspectos sensoriales que evaluar para determinar la calidad del producto	43
Tabla 20. Comparación de la evaluación sensorial de las porciones congeladas de perico realizadas con las máquinas selladoras al vacío con respecto a las producidas por la termoformadora	44
Tabla 21. Comparativo de las máquinas selladoras al vacío vs la máquina termoformadora según costos para la producción de una tonelada de porciones congeladas de perico	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Perico: <i>Coryphaena hippurus</i>	3
Figura 2. Distribución a nivel mundial del recurso <i>Coryphaena hippurus</i>	4
Figura 3. Desembarque del recurso perico por tipo de utilización, 2018 (TM)	4
Figura 4. Desembarque histórico del Perico, periodo 2009-2018	5
Figura 5. Desembarque histórico del perico para productos congelados, periodo 2009-2018 (TM)	6
Figura 6. Máquina selladora al vacío marca KOCH.	14
Figura 7. Máquina selladora al vacío marca Mr. Fish International	15
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de porciones de perico congeladas	16
Figura 9. Porción de perico empacada al vacío con la máquina selladora al vacío	21
Figura 10. Termoformadora Multivac R126	32
Figura 11. Productividad (Kg/h) de las 4 máquinas selladoras al vacío VS productividad de la máquina termoformadora	37
Figura 12. Disponibilidad (%) de las 4 máquinas selladoras al vacío VS disponibilidad de la máquina termoformadora	38
Figura 13. Eficiencia (%) de las 4 máquinas selladoras al vacío VS eficiencia de la máquina termoformadora	38
Figura 14. Calidad (%) de las 4 máquinas selladoras al vacío VS calidad de la máquina termoformadora.	39
Figura 15. Valor del OEE (%) de las 04 máquinas selladoras al vacío VS el OEE de la máquina termoformadora	40

Figura 16. Diagrama de flujo de porciones congeladas de perico haciendo uso de la termoformadora	41
Figura 17. Porciones congeladas de perico empacadas al vacío con la máquina termoformadora	42

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Registro HACCP. Recepción de Materia Prima para especies formadoras de histamina	53
Anexo 2. Registro BPM. Control de proceso	54
Anexo 3. Registro de proceso	55
Anexo 4. Registro BPM. Control de empaque	56
Anexo 5. Registro de empaque	57
Anexo 6. Registro de proceso de producción de porciones	58
Anexo 7. Registro BPM. Control de embarque	59
Anexo 8. Resultados estadísticos de las máquinas selladoras al vacío	60
Anexo 9. Resultados estadísticos de la máquina termoformadora	66
Anexo 10. Tablas de evaluación sensorial según la NTP ISO 4121:2008 (revisada el 2014)	68

PRESENTACIÓN

DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES DESEMPEÑADAS Y SU VINCULACIÓN CON LOS CAMPOS TEMÁTICOS DE LA CARRERA PROFESIONAL

El presente trabajo de suficiencia profesional describe el desarrollo de la carrera profesional a través de los conocimientos adquiridos durante la relación laboral entre los años 2017 – 2020 con la empresa South Coast Packing Perú S.A.C., empresa dedicada a la exportación de productos hidrobiológicos congelados en diferentes presentaciones, productos elaborados en base a perico (*Coryphaena hippurus*), calamar (*Loligo gahi*), pota (*Dosidicus gigas*), pejerrey (*Odontesthes regia regia*) y otros recursos pesqueros comerciales y disponibles de acuerdo con la demanda del mercado. Los principales destinos a los que exporta la empresa son Estados Unidos y Europa.

Las funciones desempeñadas se realizaron específicamente en el área de calidad, siendo las principales funciones de esta área la verificación y el aseguramiento de la calidad de los procesos de producción para la elaboración de productos pesqueros. Además, se presentaron también las siguientes funciones: la renovación anual del Plan HACCP y sus programas pre-requisitos, la gestión de trámites de exportación con la Autoridad Sanitaria Nacional, la elaboración de fichas técnicas de todos los productos que se comercializaron, la realización de auditorías internas, la homologación de proveedores, la capacitación al personal técnico y operario y adicionalmente, toda la verificación del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufacturas (BPM) durante el proceso de producción. Todas estas funciones se realizaron siempre de la mano con el área de producción.

DESCRIBIR LOS ASPECTOS PROPIOS DE LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LO APRENDIDO DURANTE LOS 5 AÑOS DE ESTUDIO

La puesta en práctica de los conocimientos adquiridos durante la etapa de pregrado se reflejó en la adecuada verificación del procedimiento del flujo de producción, para cada uno de los procesos de producción que se realizaron fue necesaria una adecuada inspección de la

materia prima para determinar su aceptación o rechazo. Esta etapa del proceso se determinó como un Punto Crítico de Control (PCC) dentro del plan HACCP de la empresa, se evaluó también que la temperatura del recurso sea menor a 4.4 °C (SANIPES, 2016), que tenga olor, color, apariencia característica a la especie, textura firme y para la recepción de especies histamínicas, se realizaron pruebas de histamina, cuyos valores no deben de sobrepasar los límites máximos permitidos por el país de destino, se evaluaron la presencia de parásitos según requerimientos de la FDA. Se revisaron también los documentos solicitados por PRODUCE, tales como permisos de extracción, guía de remisión-remitente, capacidad de bodega de la Embarcación Pesquera declarada y de la cámara isotérmica en la que fue trasladado el recurso hidrobiológico.

Durante todo el proceso de producción se controló que la cadena de frío no se pierda, esto mediante la toma de temperatura periódicamente del recurso en proceso. Se controló también los pesos del producto, ya sean este en bloques o en rangos codificados, esto mediante la toma de pesos periódicamente con una balanza calibrada.

Durante la etapa de congelación se verificó que la temperatura del producto sea inferior a –18°C (PRODUCE, 2001), para poder ser empacado. Previamente se reciben los insumos de empaque, los cuales deben de ser de proveedores previamente homologados, el mismo caso se presenta para los insumos utilizados en el proceso de producción. El producto empacado pasa a almacenarse en cámaras de almacenamiento de productos congelados, las cuales deben de estar provistas de equipos de frío adecuados y deben de presentar alarmas o debe de haber un control de la temperatura para evitar que la temperatura aumente y se corra el riesgo de romper la cadena de frío.

Previo al embarque, se realizan las inspecciones sanitarias correspondientes por encargo a una Entidad de Apoyo del SANIPES a los lotes destinados a la exportación, esta inspección debe de ser organoléptica, microbiológica y para el caso de especies histamínicas se incluye una inspección química. Los resultados son comparados con los valores establecidos en el Manual de Indicadores del SANIPES, de encontrarse estos dentro del límite aceptado por el país de destino se procede a programar el embarque.

Finalmente, el producto se embarca en contenedores que cumplan todas las condiciones requeridas por SANIPES y por las normas BASC. Antes de cargar el producto al contenedor se verifica que este se encuentre completamente limpio y con una temperatura menor o igual a -18°C. Mientras se carga el producto final se verifican las temperaturas y pesos de las cajas

con producto aleatoriamente. Para cuando se termine de embarcar todo el producto solicitado se cierran las puertas del contenedor y se colocan los precintos de seguridad respectivos.

La verificación de los procesos de producción y el aseguramiento de la calidad de los mismos, así como también el uso de maquinaria necesaria para el desarrollo de estos procesos y las determinaciones de balances de masa y energía para obtener resultados favorables para la empresa me permitió poner en práctica los conocimientos de desarrollo de producción de productos pesqueros, aplicando la ingeniería y la administración de la maquinaria, de los recursos y de los insumos destinados para estos procesos.

I. INTRODUCCIÓN

Las exportaciones de productos pesqueros congelados en el año 2018 fueron de 336,9 TMB, equivalentes a 1 139 910 miles de US\$FOB (PRODUCE, 2019), representando aproximadamente el 20.5 % del total de las exportaciones de productos pesqueros, siendo este valor la quinta parte de todos los productos pesqueros que Perú exporta al mundo, entre productos de consumo humano directo e indirecto. Evidenciando el grado de importancia de estos productos pesqueros, cada día se buscan mejoras en los procesos de producción, una de estas mejoras es la reducción de tiempos y de costos de estos procesos, sin embargo, estas mejoras no deben de afectar la calidad del producto terminado, siendo en la medida de lo posible mejorar también la calidad.

El perico (*Coryphaena hippurus*) es una especie pelágica cuyo desembarque para el año 2018 fue de 47 711 Tm, siendo esta especie destinada en su totalidad al consumo humano directo, distribuyéndose en 22 765 Tm (47.71 %) de utilidad al estado fresco/refrigerado, 8 Tm (0.02 %) de utilidad a la industria de enlatado, 24 884 Tm (52.16 %) de utilidad en productos congelados y 54 Tm (0.11 %) de utilidad en producto curados (PRODUCE, 2019).

Teniendo en cuenta las situaciones previamente descritas, la empresa South Coast Packing Perú S.A.C., dedicada a la exportación de diferentes productos hidrobiológicos, produce perico fresco entero eviscerado y congelado en diferentes presentaciones al mercado externo, teniendo como producto principal y de mayor demanda a los filetes congelados de Perico envasados al vacío. Sin embargo, debido a nuevos requerimientos la mayor producción pasó a ser las porciones congeladas de perico.

En el presente trabajo de suficiencia profesional se evidenciará como es que aplicando innovaciones tecnológicas en el proceso de producción pasando de usar máquinas selladoras al vacío a una máquina termoformadora para film flexible para el envasado de porciones congeladas de perico se puede reducir el tiempo de todo el proceso aumentando la producción diaria y aumentando la calidad del producto terminado.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Comparar la productividad de una máquina selladora al vacío con la de una termoformadora para mejorar la línea de procesos de producción de porciones congeladas de perico (*Coryphaena hippurus*) en una empresa exportadora de productos pesqueros congelados.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Calcular los factores de disponibilidad, eficiencia y calidad que tienen relación con la obtención del indicador de eficiencia general de equipos para las máquinas selladoras al vacío y para la termoformadora.
- Reducir el tiempo del proceso de producción, aumentando la producción diaria de producto terminado.
- Aumentar la calidad del producto terminado, evitando que la cadena de frío se pierda por un proceso de producción prolongado.

III. REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PERICO

3.1.1. Biología

El perico o también conocido como dorado (*Coryphaena hippurus*), es una especie epipelágica oceánica y nerítica de aguas tropicales, de cuerpo esbelto, alargado y comprimido lateralmente con escamas muy pequeñas que le da apariencia de "liso" (PRODUCE, 2016). Es una especie cuyo crecimiento y reproducción se acrecienta rápidamente, pudiendo llegar a los 100 cm en su primer año de vida. Tiene un dorso verde-azulado brillante en vida, cambiando a grisáceo verdoso después de la muerte (Figura 1) (Solano-Sare et al. 2008 y WWF, 2017).



Figura 1. Perico: *Coryphaena hippurus*

3.1.2. Distribución y habitat

Es una especie circuntropical, con amplios desplazamientos. Se encuentra en las aguas tropicales y subtropicales en los océanos Atlántico, Indico y Pacífico (Figura 2) (PRODUCE, 2016).

En Perú está asociado al ingreso de aguas subtropicales superficiales (ASS) y es capturado por la flota artesanal, principalmente con palangre (Ñiquen, 2014). El 96% de los pescadores artesanales utilizan el espinel con anzuelos tipo J (PRODUCE, 2016).

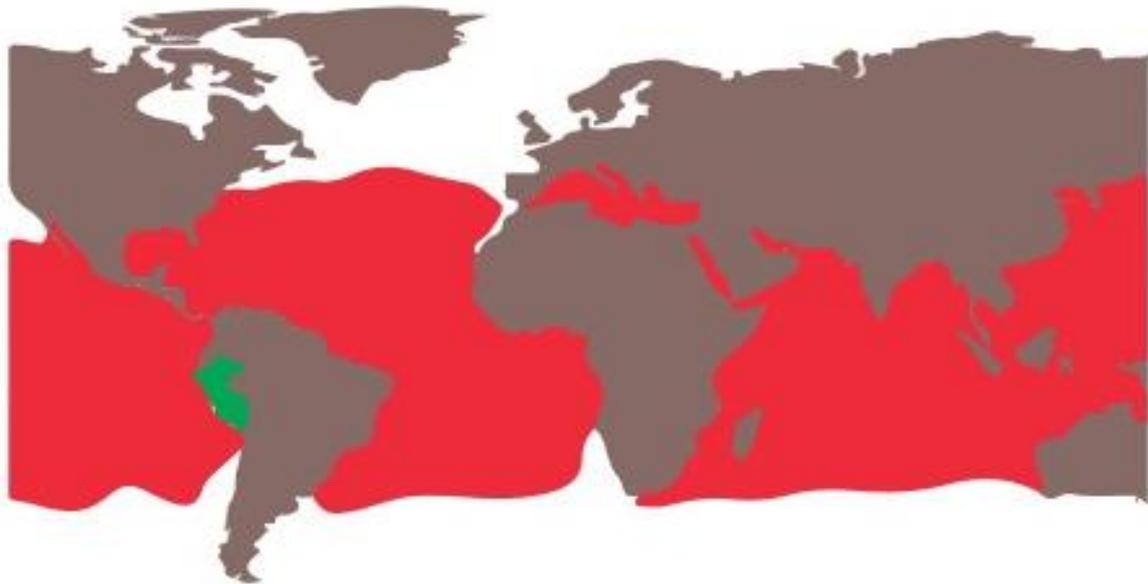


Figura 2. Distribución a nivel mundial del recurso *Coryphaena hippurus*. Fuente: FAO, 2015

Según RM 245-2014-PRODUCE la temporada de pesca de perico se lleva a cabo entre el 01 de octubre al 30 de abril de cada año y según RM 249-2011-PRODUCE su longitud mínima o talla mínima de captura es de 70 cm con un 10% de tolerancia.

3.1.3. Desembarque del recurso en el Perú

El desembarque de perico para el año 2018 fue de 47 711 TM (PRODUCE, 2019), siendo esta especie destinada en su totalidad al consumo humano directo (Figura 3).

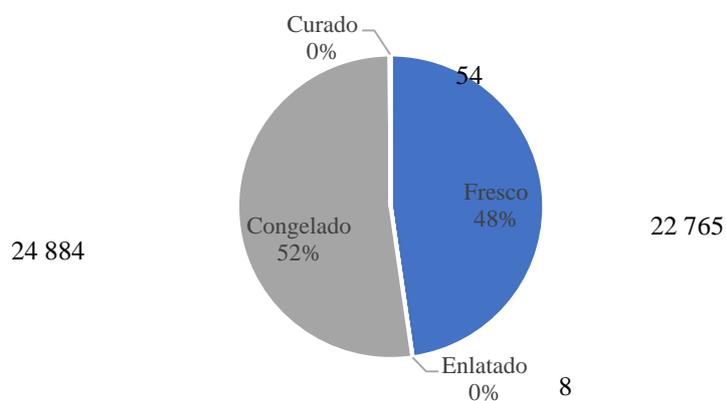


Figura 3. Desembarque del recurso perico por tipo de utilización, 2018 (TM). Fuente: PRODUCE, 2019

Distribuyéndose en 22 765 Tm (47.71 %) de utilidad al estado fresco/refrigerado, 8 Tm (0.02 %) de utilidad a la industria de enlatado, 24 884 Tm (52.16 %) de utilidad en productos congelados y 54 Tm (0.11 %) de utilidad en producto curados (PRODUCE, 2019).

La industria de congelados en 2018 utilizó un volumen de 575,72 miles de Tm, que respecto al año anterior es significativamente superior en 109,14 (23.4%), impulsado por los mayores desembarques de las especies pota en 67 264 Tm, anchoveta en 30 504 Tm, jurel en 27 350 Tm, conchas de abanico en 3 440 Tm y perico en 1371 Tm. Del total de desembarque, el 77.6% se descargó en Paita (58,2%), Callao (6.6%), Caleta La Cruz (4.8%), Parachique (4.1%) y Chimbote (4.0%) (PRODUCE, 2019).

Durante el periodo 2009-2018 se registró un desembarque histórico de 488 460 Tm del recurso Perico, este desembarque histórico se divide en años descritos en la Figura 4.

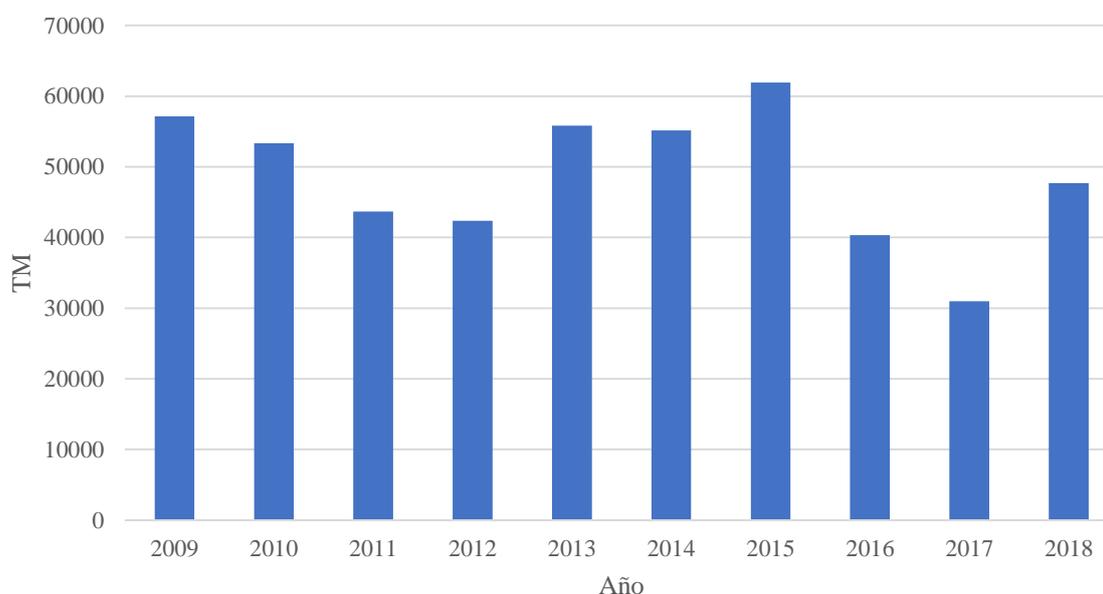


Figura 4. Desembarque histórico de perico, periodo 2009-2018. Fuente: PRODUCE, 2019

El desembarque de perico destinado a la producción de producto congelado durante el periodo 2009-2018 registró el máximo volumen de 30 000 Tm para el año 2015 en comparación con las 16 000 Tm para el año 2010 (Figura). Esta variación corresponde a la característica de la pesquería de este recurso, la estacionalidad en sus desembarques asociado al Fenómeno El Niño.

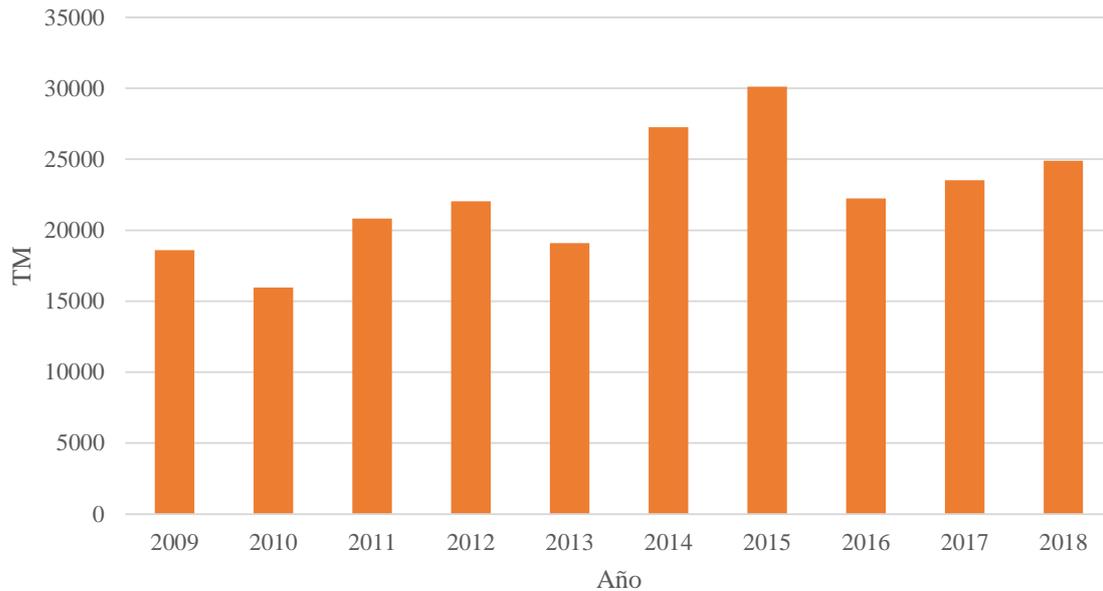


Figura 5. Desembarque histórico del Perico para productos congelados, periodo 2009-2018 (TM).

Fuente: PRODUCE, 2019

3.2. CONCEPTOS DE CONGELACIÓN:

3.2.1. Generalidades

La congelación es el proceso de preservación originada por la reducción de la temperatura por debajo de aquella en la que se comienzan a formar cristales en un material alimenticio. Debe su poder conservador a la casi total eliminación del agua líquida por transformación en hielo (reducción de la actividad de agua), obstaculizando la actividad microbiológica y enzimática, y a la reducción de la actividad biológica por el descenso de la temperatura.

Cuando la congelación y el almacenamiento se realizan adecuadamente, las características organolépticas del alimento y su valor nutricional se afectan de manera reducida con el paso del tiempo (Orrego, 2003).

3.2.2. Congelación rápida

La congelación rápida se efectúa normalmente en periodos inferiores a los 30 minutos, con tasas de descenso de temperatura entre 0.5 y 50 °C por minuto y tasas medias de congelación superiores a los 5 cm/h (congelación rápida o ultrarrápida) o entre 1 y 5 cm/h (congelación moderadamente rápida). Es un procedimiento muy utilizado para congelar alimentos envasados en paquetes pequeños (Barreiro y Sandoval, 2006).

3.2.3. Importancia de la congelación rápida

El tamaño y el número de los cristales de hielo formados influyen considerablemente en la textura del producto. La congelación rápida produce un gran número de pequeños cristales (éstos numerosos y de tamaño muy reducido) tanto intra como extracelulares. (Barreiro y Sandoval, 2006).

La velocidad de congelación rápida y la consiguiente formación de pequeños cristales de hielo son críticos para minimizar el daño tisular y la pérdida de agua durante la descongelación, siendo por tanto un factor muy importante que afecta en gran medida la calidad de los alimentos congelados. Además, este parámetro es esencial desde el punto de vista sanitario (crecimiento microbiano), técnico-operacional y económico (Barreiro y Sandoval, 2006).

3.2.4. Cadena de frío

Todo producto que haya sido expuesto a un método de congelación siempre debe de mantener la cadena de frío. El producto en ningún momento del almacenamiento o del transporte, puede ser sometido a un parcial o total descongelamiento y después vuelto a congelar, ya que esto afectaría la textura y la calidad del producto (Barreiro y Sandoval, 2006).

3.3. CONCEPTOS DE SELLADO AL VACÍO

3.3.1. Generalidades

Se describe la tecnología de sellado al vacío como el método más simple y común para modificar la atmósfera interna de un envase (Parry, 1995; citado por Agudelo et al, 2009). El producto se coloca en un envase formado con una lámina de baja permeabilidad al oxígeno, se elimina el aire y se cierra el envase. Con unas buenas condiciones de vacío, la concentración de oxígeno dentro del paquete se reduce por debajo del 1%; el paquete queda sellado con una presión interna y debido a la propiedad de barrera de las láminas empleadas se limita nuevamente la entrada del oxígeno desde el exterior; de esta forma, es el empaque que crea una barrera de protección, la cual se espera que sea la que proteja al producto durante su vida útil (Agudelo et al, 2009).

3.3.2. De las máquinas selladoras al vacío

El empaque al vacío de productos cárnicos puede realizarse con envases preformados utilizándose máquinas con cámara al vacío, las cuales sellan láminas flexibles o rígidas (Sarantopoulos, 2002; citado por Agudelo et al, 2009).

Con el fin de evitar que un vacío demasiado intenso altere el producto, existe la posibilidad de utilizar máquinas que constan de una doble campana que permiten realizar el vacío en dos tiempos (Rodríguez, 2005).

3.3.3. De la máquina termoformadora

Son máquinas diseñadas para obtener un elevado rendimiento y que funcionan a partir de dos rollos de film. El film inferior es termoformado en alveolos de tamaño y forma adaptados al producto, mientras que el film superior es colocado sobre los envases ya formados (Rodríguez, 2005).

El termoformado es el sistema de empaque generalizado para las carnes procesadas por su versatilidad, facilidad, adaptabilidad y costo, usando equipos continuos que termo forman una lámina inferior dejándola adecuada para llenar el producto y posteriormente sellarlo con una segunda lámina; es igualmente considerado como un tipo de atmósfera modificada porque el aire es removido del paquete, pero en este caso no es reemplazado (Agudelo et al, 2009).

3.4. PRODUCTIVIDAD

La productividad es la relación entre el valor de la cantidad producida y la cantidad de recursos utilizados en el proceso de producción. La medición de la productividad sirve para evaluar la eficacia con la cual se usan los factores de producción (SNIEG, 2015).

La productividad laboral se mide a través de la relación entre la producción obtenida o vendida y la cantidad de trabajo incorporado en el proceso productivo en un periodo determinado. La medición de la productividad laboral puede realizarse en el ámbito de un establecimiento, de una empresa, de una industria, de un sector o de un país (SNIEG, 2015).

Existen dos tipos para cuantificar la productividad:

Aquel que relaciona la cantidad de un producto obtenido o vendido con el número de horas trabajadas durante un periodo determinado.

$$\text{Productividad laboral} \frac{\text{Producción}}{\text{Horas trabajadas}}$$

También puede medirse a través de la relación entre la cantidad producida y el número de trabajadores ocupados.

$$\text{Productividad laboral} \frac{\text{Producción}}{\text{Número de trabajadores}}$$

Esta relación permite evaluar el rendimiento de una unidad económica durante un periodo determinado. Si en el transcurso del tiempo aumenta la relación entre el volumen producido o vendido y la magnitud del trabajo incorporado, ello significa que el producto promedio del trabajo ha mejorado; si disminuye, entonces la unidad de trabajo promedio es menos productiva (SNIEG, 2015).

3.5. EFECTIVIDAD GENERAL DEL EQUIPO (OEE)

La efectividad general del equipo conocido como OEE por sus siglas en inglés: *Overall Equipment Effectiveness*, es una herramienta de medición de la eficacia de una máquina industrial que permite identificar, cuantificar y actuar para minimizar las pérdidas productivas (Novau et al, 2020).

La OEE es un método de medición que suelen utilizar las empresas en su camino hacia una producción en el que se especifica un número porcentual que generalmente se define multiplicando la tasa de disponibilidad calculada, la tasa de eficiencia y la tasa de calidad. Esta es una medida de qué tan bien está el equipo en una producción. El principal objetivo de medir la OEE es hacer que los equipos de restricción funcionen de manera más eficiente (Fakhri et al, 2019).

Los tres aspectos monitoreados con:

3.5.1. Disponibilidad

Considera la proporción de tiempo que la máquina está disponible para trabajar, es decir, el porcentaje de tiempo trabajando (Novau et al, 2020).

Se obtiene de la diferencia del tiempo de operación con el tiempo de parada, todo esto en relación con el tiempo de operación y se expresa en porcentaje (%).

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo_{operación} - Tiempo_{parada}}{Tiempo_{operación}} \times 100$$

3.5.2. Eficiencia

Es el factor representado por la proporción de la velocidad de producción real entre la velocidad de producción nominal; es decir, la velocidad a la que trabaja la máquina (Novau et al, 2020).

Se obtiene de la relación entre las unidades que se han producidos con respecto a las unidades ideales que se desea producir, este valor se expresa en porcentaje (%).

$$Eficiencia = \frac{Unidades\ de\ producción_{reales}}{Unidades\ de\ producción_{ideales}} \times 100$$

3.5.3. Calidad

Es el factor representado por la proporción de productos o servicios producidos dentro de los parámetros de calidad establecidos. Considera la totalidad de las unidades que se producen correctamente en comparación con todas las que se producen (Novau et al, 2020). Se obtiene de la diferencia de las unidades de producción reales con las unidades de producción defectuosas, todo esto en relación con las unidades de producción reales, este valor se expresa en porcentaje (%).

$$Calidad = \frac{Unids\ de\ producción_{reales} - Unids\ de\ producción_{defectuosas}}{Unidades\ de\ producción_{reales}} \times 100$$

El valor de la OEE se expresa como la multiplicación de los porcentajes de los tres parámetros definidos previamente.

$$OEE = disponibilidad \times eficiencia \times calidad \times 100$$

El resultado de este valor permite clasificar la máquina, una línea de producción o incluso toda una planta, según el nivel de excelencia. La clasificación presenta las siguientes consecuencias descritas en la Tabla 1.

Tabla 1: Clasificación de la OEE

Rango OEE	Calificativo	Consecuencias
[0% - 65%>	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
[65% - 75%>	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable solo si está en proceso de mejora.
[75% - 85%>	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja. Continuar la mejora para lograr la excelencia.
[85% - 95%>	Buena	Buena competitividad. Entra en valores de excelencia.
[95% - 100%>	Excelente	Competitividad excelente. Abarca valores de excelencia.

Fuente: Novau et al, 2020.

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

4.1. SOBRE LA EMPRESA EXPORTADORA

La empresa South Coast Packing Perú S.A.C. es una empresa exportadora de diferentes productos hidrobiológicos congelados en diferentes presentaciones, que inició sus operaciones en el año 2011 y cuyos procesos productivos se realizan en la planta de congelados Esmeralda corp. S.A.C., ubicada en el Km 18.5 Panamericana sur, distrito de San Juan de Miraflores, provincia y región de Lima y en la planta de congelados Casamar S.A.C., ubicada en la Av. Revolución S/N, distrito de Samanco, provincia del Santa, región Ancash; siendo sus principales destinos de exportación Estados Unidos, México, España, Portugal, Serbia, China, Korea de Sur, entre otros.

Los principales recursos hidrobiológicos con los que trabaja son:

- Perico (*Coryphaena hippurus*), cuyas presentaciones a exportar son: filetes congelados con/sin piel sellados al vacío, porciones congeladas, trozos congelados y HG fresco.
- Calamar (*Loligo gahi*), cuyas presentaciones principales son: en bloque de codificaciones 10/15, 15/20, 20/25 y 25/UP y en presentación tubo-tentáculo, y
- Pota (*Dosidicus gigas*), cuyas presentaciones principales son bloques de aletas, nucas, filetes con o sin piel, tentáculos y tentáculos reproductores.

4.2. IMPORTANCIA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS CONGELADOS

La conservación de alimentos a baja temperatura, especialmente la congelación, constituye un método tecnológico excelente para preservar el valor nutritivo de los alimentos. Las bajas temperaturas inhiben el crecimiento de los microorganismos y hacen disminuir la actividad de las enzimas y de numerosas reacciones químicas. Así, la actividad de las enzimas de la carne prácticamente se detiene en el estado de congelación (Gil, 2010).

Para poder lograr el objetivo de desarrollar un adecuado producto congelado es muy importante realizar un adecuado proceso de producción cumpliendo los estándares de productividad del proceso, eficiencia tanto de la maquinaria como la eficiencia del trabajador

operario y la calidad del producto terminado, con costos de producción definidos para el tipo de proceso.

4.3. SOBRE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PORCIONES DE PERICO EN LA EMPRESA EXPORTADORA.

4.3.1. Antecedentes

El principal recurso con el que trabaja la empresa South Coast Packing Perú S.A.C. es el perico (*Coryphaena hippurus*), ya que es al que se le otorga mayor valor agregado a las diferentes presentaciones que se exportan.

Este proceso de producción se realizó en las instalaciones de la planta de congelados Esmeralda Corp. S.A.C., la cual provee a South Coast Packing Perú S.A.C. de salas de procesos debidamente acondicionadas, un túnel de congelación de 8 Tm de capacidad y una cámara de almacenamiento para productos congelados. Además, Esmeralda Corp. también provee el personal operario para llevar a cabo los procesos de producción, mientras que South Coast se encarga de hacer llegar la materia prima y los insumos de procesos y empaque a la planta de congelados.

La empresa realizó durante los meses de mayor desembarque del recurso perico producciones de filetes congelados con piel o sin piel envasados al vacío.

Para el proceso de producción de filetes se utilizaron dos (02) máquinas selladoras al vacío de doble campana marca KOCH de origen norteamericano (Figura 6) y dos (02) máquinas selladoras al vacío marca Mr. Fish International de origen chino (Figura 7).

Características de la máquina selladora al vacío de doble campana KOCH:

Unidad móvil de doble campana, de origen norteamericano, cuyo inicio de operación en la empresa se da desde el año 2013 y cuyas características son las siguientes:

- Mientras el ciclo de envasado se realiza en una de las campanas de manera automática, la otra puede ir llenándose para el siguiente ciclo.
- La reducción controlada de oxígeno garantiza unas condiciones de almacenamiento y transporte seguras.
- Dimensiones internas: 1.060 x 860 x 230 mm.
- Barra de soldadura: 950 mm.
- Bomba de vacío: 250 m³/h.

- Alimentación: trifásica, 220 / 440 V, 50 Hz

Fuente: Manual KOCH



Figura 6. Máquina selladora al vacío de doble campana marca KOCH

Características de la máquina selladora al vacío de doble campana Mr. Fish International:

Vacuum packaging system model Puma, unidad móvil de doble campana semi automática de origen chino, cuyo inicio de operación en la empresa se da desde el año 2016, reuniendo las siguientes características:

- Fabricado en acero inoxidable doble barra selladora de 500 x 13 mm.
- Campana de acero inoxidable.
- Funcionamiento eléctrico: 220V, 440V /60 Hz /2F
- Bomba: 80 m³/h
- Potencia: 3 000 W
- Motor: 0.9 KW y 14 AMP
- Medidas internas: 600 x 560 x 160 mm.

Fuente: Mr. Fish International.



Figura 7. Máquina selladora al vacío marca Mr. Fish International

La producción de filetes que se realizó en estas cuatro (04) máquinas registró un avance promedio en conjunto de 700 kg/h de filetes empacados al vacío, teniendo estos filetes un peso entre 0.5 kg hasta 3.5 kg y dependiendo del tamaño del filete estos pudieron ser empacados en bolsas de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) con las siguientes medidas: 6" x 32" x 4 mils, 9" x 36" x 4 mils, 10" x 40" x 4 mils.

Durante el transcurso de la campaña de Perico del 2017-2018, el principal cliente de South Coast Packing Perú S.A.C., AFFCO Trading Inc., con sede en Houston, Estados Unidos, encarga cambiar la producción de filetes congelados por porciones congeladas de perico, para poder realizar esta nueva producción se modificó el diagrama de flujo, la cantidad de recepción de materia prima y se adecuó la maquinaria e insumos necesarios. Estas máquinas selladoras al vacío fueron utilizadas específicamente en la etapa 16 del proceso de producción de porciones congeladas, del cual se describe el diagrama de flujo (Figura 8).

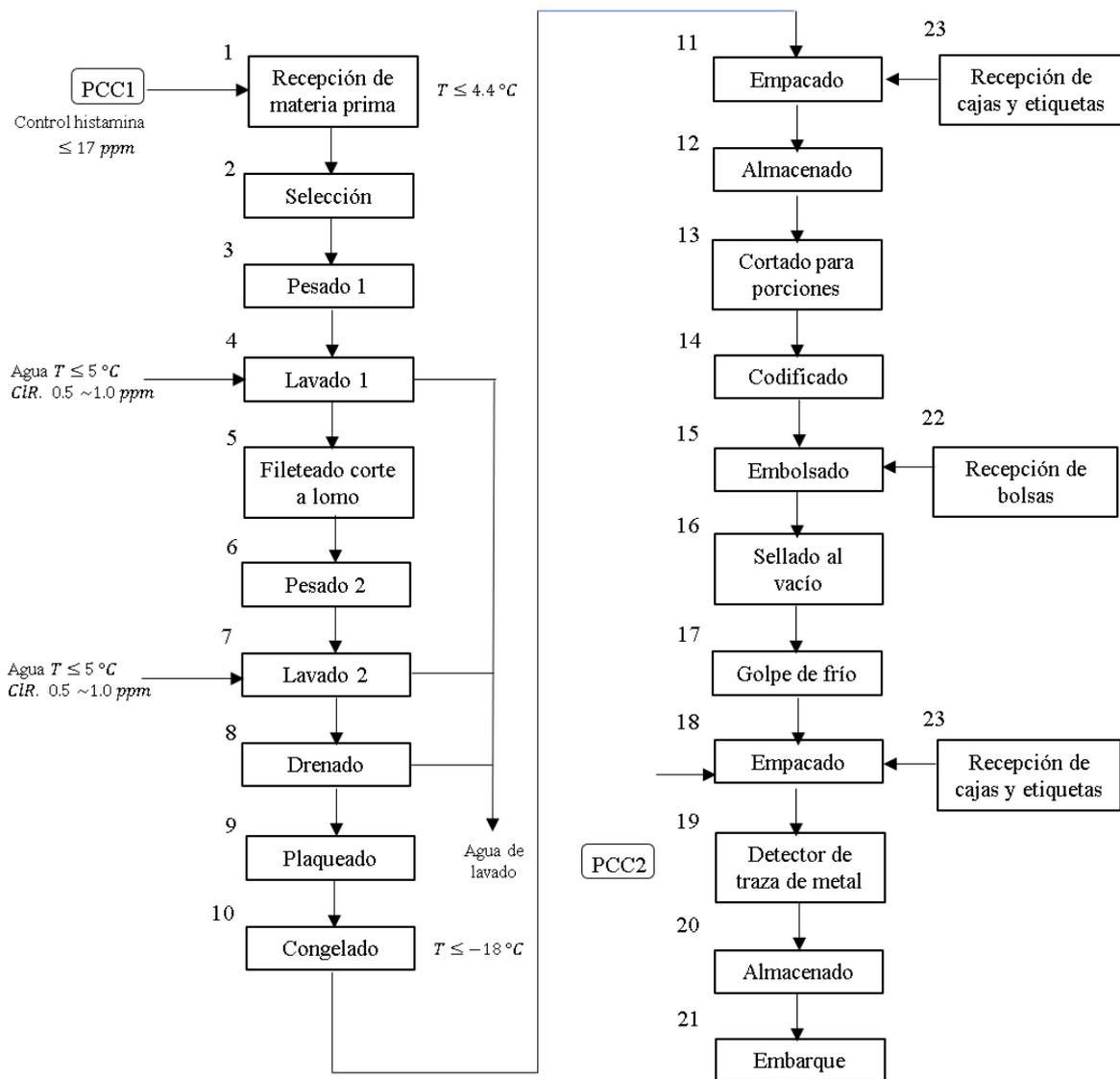


Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de porciones de perico congeladas

4.3.2. Proceso de producción de porciones congeladas

En la Figura 8 se muestra el diagrama de flujo de proceso de porciones de perico congelado. El proceso de producción cuenta con varias etapas, algunas operaciones se realizan en forma manual como recepción, selección, lavado, entre otras. Otras son etapas de procesos fisicoquímicos requieren el uso de equipos de congelación. A continuación, se describe las etapas del procesado:

Recepción de materia prima: según el plan HACCP de la empresa, esta etapa se considera como PCC1. Consiste en que la materia prima es recibida en la sala de recepción donde el

TAC solicita al proveedor a fin de cumplir con los requisitos establecidos por el Ministerio de la Producción y poder trazar la materia prima los siguientes documentos: guía de remisión del transportista en el cual debe contener procedencia (zona de pesca), nombre y matrícula de la embarcación, Protocolos Técnicos de Habilitación Sanitaria de las cámaras de transporte y de las embarcaciones que figuren en la guía de remisión. De ser el caso, también se solicita el Protocolo del muelle de descarga.

Solicitada la documentación se procede a la apertura de la cámara en donde el TAC procede a realizar la inspección higiénica sanitaria de la unidad de transporte en la cual evidencia el estado de limpieza de la unidad. Una vez dado la conformidad se procede a realizar la inspección por muestreo considerando características e indicadores de calidad para determinar el grado de frescura del producto, el muestreo se realiza teniendo en cuenta la NTP 700.002 – 2012. Posteriormente, se determina el nivel de histamina con la que llega a la pesca procediendo a tomar muestras para su análisis en el laboratorio.

El TAC realiza una evaluación sensorial de esta misma cantidad de piezas para lo cual se evalúan diferentes aspectos tales como: color, olor y textura en diferentes características de la especie, según el registro de HACCP: SC-CAL-PN-01-F01 “Recepción de Materia Prima para especies formadoras de histamina” (Anexo 1). A cada aspecto se le asigna un puntaje, al finalizar la evaluación con el resultado de este puntaje se determinará la aceptación o rechazo de la materia prima. Los criterios de calificación que van en el siguiente orden:

- Extra (9)
- A (8, 7)
- B (6, 5)
- No admitido (4, 3, 2, 1)

Además, se evalúan parámetros de control tales como: longitud total de la especie la cual debe de ser no menor a 70 cm (PRODUCE, 2011), temperatura interna del recurso, la cual no debe ser menor a 4.4 °C (SANIPES, 2016), peso de cada especie evaluada y nivel de histamina, cuyos valores deben de ser según requerimientos del país de destino, para el caso del perico su principal destino de exportación es Estados Unidos, cuyos valores deben de ser menores a 17 ppm para cada tres unidades de muestra y menores a 50 ppm por unidad de muestra (FDA, 2020).

En el caso de que la materia prima en la evaluación sensorial obtenga una calificación menor a 5 o no cumpla con los parámetros de control esta es rechazada, caso contrario de ser

aceptada, se registran los datos en el formato de Recepción de materia prima, se le asigna un parte de producción diario (PPD) o lote de producción para su respectiva trazabilidad y se procede con la siguiente etapa de selección.

Selección: una vez aceptado el lote se procede a inspeccionar pieza por pieza y se separan según el peso de cada pieza, un pescado menor a 5.00 Kg es considerado para lomos chicos y un pescado mayor a 5.00 Kg es considerado para lomos grandes, esto con el fin de facilitar las posteriores etapas, ya que de los lomos grandes se obtienen las porciones más grandes (6 y 8 onzas) y al ser estas de mayor valor comercial se busca procesar estas con más frecuencia y a la brevedad posible, mientras que de los lomos chicos se obtienen porciones más pequeñas (2-4, 4 onzas y trozos), cuyo valor comercial comparado a las porciones grandes es menor. Además, esta revisión de pieza por pieza ayuda a detectar si alguna especie no cumple con las características requeridas, si se detecta alguna pieza con textura flácida o con olor o color no característico a la especie esta pieza es separada.

Las piezas seleccionadas se colocan en contenedores exclusivos para lomos chicos y lomos grandes. Estos contenedores deben de estar provistos por una capa de hielo en la base y se coloca otra al finalizar el llenado de cada contenedor.

Pesado 1: antes de iniciar el pesado se verifica que la balanza tenga el mismo peso en los 5 puntos (cada esquina y centro) posteriormente se prepara un contenedor con hielo y luego se destara, se procede a colocar el pescado en el contenedor y cuando este alcance su capacidad permitida se pesa, para posteriormente cubrir la parte superior del contenedor con una capa de hielo a la espera de que los pescados pasen a la etapa de lavado y fileteo.

Lavado 1: esta etapa previa al fileteo consiste en sumergir el pescado entero en agua de la red a una concentración de cloro libre residual de 0.5 - 1 ppm, afín de eliminar restos de hielo y mucilago para facilitar el agarre al filetero y evitar que la mesa de fileteo se contamine. En esta etapa se debe verificar que por cada dyno de perico (aproximadamente 500 Kg) se cambie la tina de agua y se laven las mesas de fileteo.

Fileteado, corte a lomos: esta operación se realiza de forma manual con personal capacitado y con experiencia. Consiste en separar los filetes del espinazo del pescado evitando desgarrar el musculo, luego se retira la piel del filete y se separa el filete en sus partes dorsales y ventrales, los cuales reciben los nombres de lomos dorsales y lomos ventrales, a cada lomo se le retira la línea de sangre y la grasa que pueda presentar.

Se debe de verificar que la calidad del fileteo mantenga el estándar de calidad de acuerdo a la ficha técnica; de tener alguna observación por hematomas, presencia de restos de línea de sangre o grasa, el lomo observado debe de regresar a la mesa de fileteo para su corrección. Es importante no combinar los contenedores de pescados chicos y pescados grandes durante esta operación.

Pesado 2: en esta etapa se pesan los lomos en canastillas (previamente taradas) con el fin de obtener el rendimiento de los filetes en base a la materia prima de cada contenedor.

Lavado 2: se realiza con la finalidad de eliminar sanguaza o algún material extraño con agua de la red a una concentración de cloro libre residual de 0.5 - 1 ppm. Para esta operación se prepara un contenedor con agua y hielo a una temperatura cercana a 0°C para mantener la cadena de frío del producto y de esta manera evitar la formación de histamina.

Drenado: esta etapa consiste en dejar por un lapso no mayor a 10 segundos los lomos sobre canastillas para que se elimine el agua producto del lavado y poder evitar la formación de capas o escarcha de hielo.

Plaqueado: esta etapa consiste en colocar los lomos en forma ordenada en las canastillas o planchas de acero, con la finalidad de que mantengan su presentación y no se deforme. Para evitar el contacto entre los lomos de pescado se utilizan láminas azulinas de polietileno de baja densidad, las cuales deben de cubrir toda el área del lomo para evitar el contacto directo con el aire frío del túnel de congelación. Los parámetros de control de cada etapa de producción hasta el plaqueado se registran en el formato SC-CAL-PN-01-F07 (anexo 2) y los datos de producción en el Control de proceso (anexo 3).

Congelado: las canastillas o planchas de acero son colocados en coches o racks y estos son trasladados al túnel de congelación estático para su proceso de congelación. Este proceso puede tomar aproximadamente 8 a 10 horas. La temperatura del producto congelado debe llegar a ser menor a -18°C en su centro térmico para proceder al empaque.

Empacado: los lomos se empaican en cajas periqueras de cartón corrugado, el peso neto del producto empacado es de 25.00 Kg el cual van dispuesto de forma ordenada, previamente las cajas deben de encontrarse rotuladas de acuerdo a la ficha técnica y la legislación nacional de etiquetado.

Los parámetros de control de las etapas de congelado y empaque se registran en el formato BPM: SC-CAL-PN-01-F06 Control de empaque (anexo 4) y en el Control de empaque del área de producción (anexo 5).

Almacenado: las cajas con producto pasan a la cámara de congelación y se ubican en las diferentes posiciones del rack respetando los espacios mínimos para permitir la adecuada circulación del aire frío. Este producto aún no es considerado como el producto termino, ya que estas cajas quedan a la espera de regresar nuevamente a la sala de procesos para su corte a porciones.

Cortado para porciones: el lomo congelado debe de encontrarse a temperaturas menores a -18°C para proceder a realizar los cortes. Este corte se realiza de manera transversal, con las medidas de largo y ancho según se encuentre especificado en la ficha técnica. Este corte se realiza con una máquina cortadora de carnes provista de una cinta cierra. El proceso de producción de corte de lomos a porciones y su posterior empaque se registran en los formatos de “control de proceso” (anexo 2) y “control de empaque” (anexo 3) respectivamente.

Codificado: las porciones obtenidas del corte de los lomos son pesadas inmediatamente y según el peso obtenido se clasifican en diferentes calibres. Para el proceso de producción de South Coast Packing Perú S.A.C., y dependiendo del requerimiento del cliente se presentan dos tipos de clasificaciones Requerimiento 1 (Tabla 2) y Requerimiento 2 (Tabla 3).

Tabla 2: Clasificación de porciones según el peso, requerimiento 1

Código	Rango de pesos	
	Onzas (oz)	Gramos (g)
8 oz	7 – 9	198.5 - 255.2
6 oz	5 – 7	141.8 - 198.4
4 oz	3.5 – 5	99.2 - 141.7
2-4 oz	2 - 3.5	56.7 - 99.1
Trozos	Menore a 2	Menores a 56.7

Tabla 3: Clasificación de porciones según el peso, requerimiento 2

Código	Rango de pesos	
	Onzas (oz)	Gramos (g)
5/7 oz	5 – 7	141.8 - 198.5
3/5 oz	3 – 5	105.9 - 141.7
Trozos	Menor a 3	Menor a 105.9

Cada porción clasificada es vertida a una respectiva canastilla para evitar que se mezcle con otras que no pertenecen a su calibre.

Embolsado: Las porciones son colocadas en bolsas especiales para este proceso. Estas bolsas deben de ser un material multicapa laminado o coextruido en los que se mezclan diferentes propiedades de diversos polímeros tales como el Polietileno (PE) y la Poliamida (PA), de esta combinación se puede obtener una estructura con diferentes propiedades físicas tales como la obstrucción de aromas, gases y vapor de agua y propiedades mecánicas como resistencia a la deformación, ruptura y punzado.

Sellado al vacío: esta etapa se realiza mecánicamente en una máquina selladora la vacío, la bolsa con el producto se coloca en un recinto denominado “campana”, esta máquina retira el oxígeno del empaque proporcionándole un ambiente de vacío para luego sellar los bordes de la bolsa (Figura 9).

Se debe de tener mucho cuidado con el descenso de temperatura en esta operación ya que es una operación que requiere un tiempo determinado y en el que el producto está en contacto cercano al calor emitido por las máquinas



Figura 9. Porción de perico empacada al vacío con la máquina selladora al vacío

Golpe de frío: después del sellado al vacío las porciones presentan temperaturas no conformes debido al ascenso de temperatura, el producto aún no puede ser empacado ya que la temperatura mínima de un producto congelado es de -18°C . Por lo que el producto debe de regresar al túnel de congelación para que consiga su temperatura de congelación adecuada y se pueda proceder al empaque.

Detección de trazas de metal: según el plan HACCP de la empresa esta etapa está considerada como el PCC 2 y consiste en que antes de proceder al empaque cada porción de perico pasa por el detector de metales a fin de descartar la presencia de trazas de metal que se hayan podido adherir durante todo el proceso de producción.

Para esta etapa se cuenta tres testigos de control (acero inoxidable = 3.5 mm; ferroso = 2.5 mm y el no ferroso = 2.2 mm). En esta etapa el TAC realiza seguimiento cada 4-hora afín de verificar que el equipo está leyendo los testigos indicados. En el caso que se detecte una traza de metal se inmoviliza la última paleta y se vuelve a pasar unidad por unidad previa verificación del equipo en el cual se asegure que detecte los tres parámetros.

Empacado: una vez alcanzada la adecuada temperatura de congelación y haber pasado cada pieza por el detector de metales se procede a empacar las porciones en cajas de peso neto por 10 ó 20 libras (según requerimiento del cliente).

Previamente las cajas deben de encontrarse etiquetadas de acuerdo a la ficha técnica y la legislación nacional de etiquetado y con el lote que se le asigno en la recepción de materia prima, esto con el fin de no perder la trazabilidad del producto.

El registro de esta etapa se realiza en el formato de Control de producción de porciones (anexo 6).

Almacenado: las cajas con producto terminado pasan a la cámara de congelación y se ubican en las diferentes posiciones de los racks respetando los espacios mínimos para permitir la adecuada circulación del aire frío a la espera de su respectivo despacho. La cámara debe estar a una temperatura menor de -20°C como mínimo. Estas cámaras están dispuestas de un sistema SITRAD el cual monitorea la temperatura de ambiente de la cámara y emite alertas en caso de subidas de temperatura a fin de tomar las acciones correctivas inmediatas para no comprometer el producto de un quiebre de temperatura y afecte la calidad del producto.

Embarque: antes de iniciar el embarque se realiza una revisión del contenedor a fin de descartar cualquier posible contaminación del contenedor en el cual se puede ver afectado

el producto. Esta inspección lo realiza el área de seguridad con la presencia de un supervisor de calidad cumpliendo el procedimiento de inspección de embarques según la normativa BASC. Una vez realizada la verificación se procede a la estiba de las cajas de acuerdo con la lista de paquetes (packing list).

Se realiza un control de lote, el número de guía o fecha de producción y de la temperatura interna del producto, la que se debe encontrar por debajo de los -18°C . También se debe verificar el estado de las cajas.

Finalizada la estiba se cierra el contenedor y se colocan los precintos de seguridad de la naviera, de Aduanas y de la planta y se registra al personal de carguío.

Los datos de controles en el embarque se registran en el formato SC-CAL-PN-01-F08: "Control de embarque" (Anexo 7).

Recepción de bolsas: se reciben las bolsas para el empaque al vacío, estas deben de ser de material exclusivo y con las especificaciones técnicas para la mencionada operación (Tabla 4). Estas bolsas deben de provenir de un proveedor previamente homologado.

Tabla 4: Especificaciones técnicas de las bolsas para sellado al vacío

Característica	Norma	Unidad	Valor estándar	Tolerancias		Valor encontrado
				Mínimo	Máximo	
Espesor	ME - SB001	mils	4	3.8	4.2	4
Gramaje total	ME - SB002	g/m ²	97	92.15	110.25	99.24
Densidad	ASTM D-1505	g/m ³	0.97	-	-	0.97
Ancho (incluye el sello)	DIRECTO	Pulg	6	5.75	6.25	6.05
Largo (incluye el sello)	DIRECTO	Pulg	8	7.75	8.25	8.05
Coeficiente de fricción Int / Int	ASTM D-1894	---	0.15	0.1	0.2	0.2
Fuerza de sellado, sello en U de 8mm T = 125°C, P = 40 psi, t = 0.5 s	INDECOPI 399.0251	N/mm	> 20.00	20	-	25

Fuente: Envolturas Flexibles Huachipa S.A.C.

Recepción de cajas y etiquetas: se reciben las cajas para el empaque de lomos y de porciones, están deben de cartón corrugado de medidas específicas para su respectivo uso. Al igual que las bolsas, estas deben de provenir de un proveedor previamente homologado.

Con respecto a las etiquetas, estas deben de presentar las medidas adecuadas y la información necesaria exigida por el país de destino. Al ser Estados Unidos el principal país de destino se siguen los requisitos establecidos por la FDA (PromPerú, 2017)

Para la realización de este nuevo proceso de producción se utilizaron las mismas máquinas selladoras al vacío que se usan para la producción de filetes y se solicitaron bolsas de 6” x 8” x 4 mils.

El principal proveedor de insumos plásticos para la elaboración de procesos de South Coast es la empresa Envolturas Flexibles Huachipa S.A.C., la cual provee a la empresa de bolsas para sellado al vacío, láminas azules, stretch film, entre otros insumos.

4.4. APORTES LOGRADOS PARA EL DESARROLLO DEL CENTRO LABORAL

Se realizó un diagnóstico al proceso de producción de porciones de perico congeladas debido a que el proceso demandaba mayor tiempo de producción, realizándose el avance del proceso de manera lenta y además la calidad del producto terminado disminuía en comparación a los procesos de producción de otras presentaciones realizadas por la empresa.

Este diagnóstico evidenció un problema significativo en una de las etapas del proceso de producción.

4.4.1. Problema identificado

Durante el desarrollo de la producción de porciones congeladas se evidenció que en la etapa de sellado al vacío se generaba una demora en el avance de producción, siendo este avance aproximado de solo 60 kg/h de porciones empacadas al vacío.

Al presentarse el problema de demoras en el proceso de producción también se presentó un problema de calidad, el cual consistía en el descongelamiento de las porciones congeladas, esto también generaban demoras en el proceso ya que al incrementar la temperatura del producto se dio la necesidad de regresar el producto al túnel de congelación por un determinado tiempo para darle un “golpe de frío” para luego proceder al empaque, este inconveniente se vio reflejado en la apariencia del producto terminado.

Además, el poco avance de producción diaria limitaba el uso de la cámara de almacenamiento, ya que era más la cantidad de lomos de perico congelados que ingresaban

a la cámara que la cantidad de lomos de perico congelados que salían para ser cortadas en porciones.

4.4.2. Causas del problema

Encontrándose en plena temporada de desembarque de perico y viéndose limitados en maquinaria para la producción de porciones, se utilizaron las máquinas selladoras al vacío de doble campana para poder realizar la producción de porciones, el uso de estas máquinas es de preferencia para productos de mayor volumen y peso por lo que generalmente se usa para la producción de filetes de perico.

Los problemas presentados se generaron por el uso de las máquinas selladoras al vacío, ya que al ser las porciones de perico de menor tamaño en volumen y peso el avance de piezas selladas se redujo significativamente y a la vez se presentó un aumento de temperatura ya que las piezas congeladas se encontraban expuestas a una temperatura ambiente inadecuada, es decir fuera de almacenamiento (temperaturas mayores a -18 °C).

Al presentarse problemas en el avance de la producción se planteó la posibilidad de adquirir innovaciones tecnológicas para mejorar la productividad en la línea de procesos de producción, disminuir el tiempo de proceso y aumentar la calidad del producto terminado.

4.4.3. Efectos del problema

Los efectos producidos por estas demoras en la producción fueron principalmente los retrasos en los envíos a los países de destino y la pérdida de calidad del producto terminado, ya que como mencionan Barreiro y Sandoval en el 2006: “el producto en ningún momento del almacenamiento o del transporte, puede ser sometido a un parcial o total descongelamiento y después vuelto a congelar, ya que esto afectaría la textura y la calidad.”

4.4.4. Metodología aplicada para la solución del problema

a. Planteamiento

Para la producción de las siguientes temporadas de perico se debió de solucionar los problemas presentados en la temporada que pasó, por lo que las máquinas selladoras al vacío pasaron por una evaluación para determinar la viabilidad o continuación de las mismas en el proceso de producción, de ser el resultado desfavorable se consideraría la adquisición de una máquina adecuada para la producción de porciones que pueda resolver los problemas descritos anteriormente.

Se buscó que esta maquinaria mejore la productividad del proceso de producción de porciones congeladas, reduzca el tiempo del proceso de producción y aumente la calidad del producto, ya que al ser más rápido el proceso de producción el producto no se descongelaría, por lo que no habría la necesidad de volver a introducir el producto al túnel de congelación para proporcionar un “golpe de frío”.

b. Procedimiento

Habiendo identificado el problema presentado durante el proceso de producción y teniendo en cuenta las causas y efectos que parten de dicho problema se procedió a evaluar la productividad del proceso de producción y además la disponibilidad, eficiencia y calidad de las máquinas selladoras al vacío.

Para la determinación de la productividad del proceso de producción se evaluó la relación entre la producción y el número de horas trabajadas necesarias para llevar a cabo este proceso de producción.

Mientras que para la determinación de parámetros de disponibilidad, eficiencia y calidad se usó el método de Indicador de Eficiencia General de equipos OEE (Overall Equipment Effectiveness o Efectividad Global del Equipo) en las máquinas selladoras al vacío.

Para ambas determinaciones el periodo de evaluación comprende entre los meses de diciembre del 2017 a abril del 2018.

Después del resultado del análisis de la productividad y de la OEE de las máquinas selladoras al vacío se determinaría la continuidad de las mencionadas máquinas, de obtener estas máquinas un resultado desfavorable se evaluaría la adquisición de una máquina termoformadora la cual pasaría por la misma evaluación para confirmar que el empleo de esta mejora tecnológica fue beneficioso para la empresa.

4.4.5. Resultados

a. De las máquinas selladoras al vacío

Para el análisis de la productividad de cada una de cuatro las máquinas selladoras al vacío se evaluó la relación entre la producción realizada y el número de horas que se necesitó para realizar dicha producción (Tabla 5).

Tabla 5: Productividad (Kg/h) por operario de producción utilizando las cuatro máquinas selladoras al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018

Mes/Año	Productividad MV 1	Productividad MV 2	Productividad MV 3	Productividad MV 4
Diciembre 2017	32.87	32.16	12.42	12.02
Enero 2018	32.66	33.14	12.17	12.29
Febrero 2018	32.75	32.58	12.7	12.5
Marzo 2018	32.15	30.67	13.2	12.61
Abril 2018	32.62	33	12.57	11.95
Promedio	32.61	32.31	12.61	12.27

MV: Máquina al vacío

La productividad determinada para las cuatro máquinas selladoras se encuentra alrededor de los 32 – 33 kg/h por operario de producción cuando la producción se realizó en las máquinas 1 y 2 ya que para estas máquinas se necesitaron dos operarios por máquina, mientras que para las máquinas 3 y 4 la productividad se encuentra entre los 12 – 13 kg/h, para estas solo fue necesario un operario de producción por máquina. El detalle se encuentra en el anexo 8.

Para el análisis de la OEE se evaluó la disponibilidad (Tabla 6), la eficiencia (Tabla 7) y la calidad (Tabla 8) de cada una de las cuatro máquinas que se usaron para el proceso de producción durante los meses de diciembre del 2017 a abril 2018.

Tabla 6: Disponibilidad (%) de las cuatro máquinas al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018

Mes/Año	Disponibilidad MV 1	Disponibilidad MV 2	Disponibilidad MV 3	Disponibilidad MV 4
Diciembre 2017	79.21	77.53	74.72	72.47
Enero 2018	78.68	79.84	73.26	74.03
Febrero 2018	78.91	78.52	76.56	75.39
Marzo 2018	77.47	73.91	79.45	75.89
Abril 2018	78.57	79.52	75.71	71.9
Promedio	78.57	77.87	75.94	73.94

MV: Máquina al vacío

La disponibilidad de las 04 máquinas al vacío varió entre el 78.57% de la máquina N° 1 siendo este valor el más alto y el 73.94% de la máquina N° 4 siendo este el menor valor,

según la clasificación de Novau et al, estos valores indicaron que la disponibilidad tuvo un calificativo de aceptable y regular. El detalle se encuentra en el anexo 8.

Tabla 7: Eficiencia (%) de las cuatro máquinas al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018

Mes/Año	Eficiencia MV 1	Eficiencia MV 2	Eficiencia MV 3	Eficiencia MV 4
Diciembre 2017	21.92	21.45	12.39	12
Enero 2018	22.04	22.37	12.14	12.25
Febrero 2018	21.86	21.75	12.69	12.49
Marzo 2018	21.43	20.44	13.17	12.58
Abril 2018	21.77	22.02	12.56	11.94
Promedio	21.8	21.61	12.59	12.25

MV: Máquina al vacío

La eficiencia de las 04 máquinas al vacío varió entre el 21.80% de la máquina N° 1 siendo este valor el más alto y el 12.25% de la máquina N° 4 siendo este el menor valor, según la clasificación de Novau et al, estos valores indicaron que la eficiencia de las máquinas presentó un calificativo inaceptable. El detalle se encuentra en el anexo 8.

Tabla 8: Calidad (%) de las cuatro máquinas al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018

Mes/Año	Calidad MV 1	Calidad MV 2	Calidad MV 3	Calidad MV 4
Diciembre 2017	84.62	85.68	71.04	66.82
Enero 2018	82.37	82.22	71.66	71.92
Febrero 2018	81.99	82.79	72.31	71.56
Marzo 2018	81.07	79.12	71.56	67.08
Abril 2018	83.72	81.89	68.94	68.53
Promedio	82.75	82.34	71.1	69.18

MV: Máquina al vacío

La calidad de las 04 máquinas al vacío varió entre el 82.75% de la máquina N° 1 siendo este valor el más alto y el 69.18% de la máquina N° 4 siendo este el menor valor, estos valores, según la clasificación de Novau et al, indicaron que la calidad de las máquinas se encontró en un rango regular – aceptable. El detalle se encuentra en el anexo 8.

Tabla 9: OEE (%) de las cuatro máquinas al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018

Mes/Año	OEE MV 1	OEE MV 2	OEE MV 3	OEE MV 4
Diciembre 2017	14.69	14.25	6.58	5.81
Enero 2018	14.29	14.68	6.37	6.52
Febrero 2018	14.15	14.14	7.02	6.74
Marzo 2018	13.46	11.95	7.49	6.4
Abril 2018	14.32	14.34	6.56	5.88
Promedio	14.18	13.87	6.8	6.27

OEE: Overall Equipment Effectiveness

MV: Máquina al vacío

Se determinó la efectividad general de los equipos (OEE), la cual es una herramienta de medición de la eficacia de una máquina industrial, en este caso se aplicaron para las 04 máquinas al vacío siendo el rango de porcentaje de eficacia entre 6.27% a 14.18%, estos valores se encuentran muy por debajo de los rangos aceptables para Novau et al., encontrándose en el rango de 0 – 65%, denominado como rango inaceptable, cuyas principales características son las importantes pérdidas económicas y la baja competitividad.

Comprobándose que estas máquinas selladoras al vacío no fueron beneficiosas para el proceso de producción de porciones, pero esto no significó que dejen ser beneficiosas para el proceso de producción de filetes.

En base a estos resultados obtenidos se decidió aplicar una mejora tecnológica para poder realizar un proceso de producción de porciones congeladas adecuado, esta mejora tecnológica implicó la adquisición de una máquina que reemplazaría a las máquinas selladoras al vacío y se decidió adquirir una máquina termoformadora.

Se determinó el tiempo que demoró el proceso de producción de toda la campaña de porciones congeladas de perico (*Coryphaena hippurus*) para la temporada 2017 – 2018 (Tabla 10).

Tabla 10: Tiempo (días) utilizados para la producción (TM) de porciones congeladas de perico (*Coryphaena hippurus*) para la temporada 2017 – 2018 utilizando las 4 máquinas selladoras al vacío

Mes	N° días trabajados	TMs producidas con las 4 MV
Diciembre 2017	17	27.5
Enero 2018	25	40.26
Febrero 2018	24	39.9
Marzo 2018	25	38.32
Abril 2018	20	32.71
Total	111	178.69

MV: Máquina al vacío

Durante la campaña de producción de perico 2017 – 2018 se produjeron 178.69 Tm en 111 días.

b. De la máquina termoformadora

El termoformado consiste en darle la forma que se precise a un material plástico, de este modo se pone en contacto directo la película plástica con el alimento que se quiera envasar o con un molde (Bonet, 2019).

Esta técnica es muy empleada en alimentos envasados en atmósfera modificada – técnica de envasado por la que se procede a la sustitución de los gases de la atmósfera que rodea al alimento por aquellos que ayudan a prolongar la vida útil del alimento -. La película que formará el envase entra en la máquina donde se procede a darle forma, llenarla, evacuar el aire, inyectarle la atmósfera modificada, sellar, cortar y descargar. La bandeja se forma aplicando calor en la lámina desenrollada, se ablanda y entonces pasa a un molde donde se le da la forma precisa (Bonet, 2019).

Conociendo el funcionamiento de la máquina termoformadora se procede a adquirir una de la empresa Multivac, de la cual se tiene conocimiento que sus máquinas están diseñadas de forma específica para responder a los requisitos respecto a diseño de envase, rendimiento y eficiencia de recursos (Multivac, 2015).

Teniendo en cuenta la potencia, las operaciones de equipamiento, las formas de envase, los tipos y anchura de láminas a utilizarse, el sistema y la profundidad del formado y el sistema de cambio de horma, la empresa decide adquirir una termoformadora del modelo Multivac R126 (Figura 10).

Esta máquina debe de ser instalada acompañada de otros equipos tales como un compresor de 10 HP para general el aire comprimido, un secador para reducir la humedad del aire comprimido, un chiller de 0.036 m³ ya que el agua utilizada en la máquina termoformadora debe de ser de 12 – 13°C y una unidad de aspiración para restos de láminas.

Características de la máquina termoformadora R126:

- Zona de colocación viable.
- Opciones para un cambio de lámina optimizado.
- Fácil manejo y registro de datos operaciones.
- Costura de soldadura de alta calidad para una máxima seguridad del envase.
- Sistema de cortes precisos para envases de formas especiales.
- Sistema de descarga y de individualización.
- Máxima seguridad de manejo gracias a los amplios dispositivos de protección.
- Revestimientos fácilmente extraíbles.
- Cambio rápido de formato.
- Potentes mecanismos de elevación de larga durabilidad.

Fuente: Multivac, 2015.

El funcionamiento de la máquina termoformadora se puede describir de la siguiente manera:

- Estación de formado: en la estación de formado se hace moldeable la lámina por efecto del calor y seguidamente se termoforma con la aplicación de aire comprimido y vacío.
- Zona de carga: se pueden llenar manual o automáticamente los moldes de envase.
- Estación de soldadura: en la horma de soldadura se aplica la lámina superior a los moldes de envase llenos. Las láminas superior e inferior se sueldan herméticamente entre sí por medio de una costura.
- Corte transversal y longitudinal: los cortes transversal y longitudinal separa cada uno de los envases de la línea de envases.

Fuente: Multivac, 2015.

Ventajas de la termoformadora Multivac:

- Alta potencia de producción y alta calidad de los envases.
- Soluciones a medida.
- Potencia máxima en espacio mínimo.

- Seguridad de proceso.
- Larga durabilidad.
- Tecnologías innovadoras para el consumo reducido de materiales de envasado y energía.
- Gran variedad de configuraciones y ampliaciones.

Fuente: Multivac, 2015.



Figura 10. Termoformadora Multivac R126

Complementariamente a la instalación de la máquina termoformadora ya no fue necesario el uso de bolsas para ser selladas al vacío, estas fueron reemplazadas por una bobina de film inferior (fondo) de medidas: 150 μm x 423 mm de 500 metros cada rollo y cuyas especificaciones técnicas se detallan en la Tabla 11 y un film superior (tapa) de medidas: 120 μm x 407 mm de 390 metros cada rollo y cuyas especificaciones técnicas se detallan en la Tabla 12. Ambas bobinas fondo y tapa son provistos por la empresa MULTIVAC.

Tabla 11: Especificaciones técnicas de las bobinas film fondo para uso de la máquina termoformadora

Característica	Unidad	Método	Resultado	Límite inferior	Límite superior
Ancho	mm	IN 0045	424	422	424
Apariencia		IN 0508	Conforme		
Cof. Dinámico cara-cara		IN 0050	0.24	0	0.3
Cof. Dinámico dorso-dorso		IN 0050	0.17	0	0.2
Espesor	mils	IN 0044	5.93	5.43	6.37
Gramaje	g/m ²	IN 0044	140	134.18	157.43

Fuente: MULTIVAC.

Tabla 12: Especificaciones técnicas de las bobinas film tapa para uso de la máquina termoformadora

Característica	Unidad	Método	Resultado	Límite inferior	Límite superior
Ancho	mm	IN 0045	407	406	408
Apariencia		IN 0508	Conforme		
Cof. Dinámico cara-cara		IN 0050	0.24	0	0.3
Cof. Dinámico dorso-dorso		IN 0050	0.17	0	0.2
Espesor	mils	IN 0044	5.93	5.43	6.37
Gramaje	g/m ²	IN 0044	135	129.21	151.07

Fuente: MULTIVAC.

Para poder comprobar si esta mejora tecnológica fue la adecuada para el proceso de producción de porciones congeladas se usó la misma metodología que fue aplicada para las máquinas selladoras al vacío. De igual manera se evaluó la productividad de la termoformadora en función a la relación de producción con respecto a las horas necesarias para realizar dicha producción (Tabla 13) y para determinar la OEE de la máquina se evaluó la disponibilidad (Tabla 14), la eficiencia (Tabla 15) y la calidad (Tabla 16), de esta máquina que se usó para el proceso de producción durante los meses de noviembre del 2018 a abril 2019 para obtener el resultado de la efectividad general del equipo (OEE) (Tabla 17).

Tabla 13. Productividad (Kg/h) por operario de producción utilizando la máquina termoformadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019

Mes/Año	Productividad
Noviembre 2018	217.88
Diciembre 2018	238.55
Enero 2019	240.47
Febrero 2019	242.37
Marzo 2019	243.41
Abril 2019	238.62
Promedio	236.88

La productividad promedio determinada para la máquina termoformadora para el periodo nov. 2018 a abr. 2019 es de 236.88 Kg/h por operario de producción ya que esta máquina es utilizada por dos operarios. El detalle se encuentra en el anexo 9.

Tabla 14: Disponibilidad (%) de la máquina termofromadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019

Mes/Año	Disponibilidad
Noviembre 2018	85.60
Diciembre 2018	88.93
Enero 2019	89.86
Febrero 2019	89.23
Marzo 2019	88.81
Abril 2019	91.49
Promedio	88.99

La disponibilidad promedio de la máquina termoformadora durante el periodo de nov. 2018 a abr. 2019 fue de 88.99%. Este valor indicó, según Novau et al, que la disponibilidad de esta máquina se encontró en rango bueno. Para mayor detalle, ver el anexo 9.

Tabla 15. Eficiencia (%) de la máquina termofromadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019

Mes/Año	Eficiencia
Noviembre 2018	98.05
Diciembre 2018	97.99
Enero 2019	97.46
Febrero 2019	97.25
Marzo 2019	97.29
Abril 2019	97.1
Promedio	97.52

La eficiencia promedio de la máquina termoformadora durante el periodo de nov. 2018 a abr. 2019 fue de 97.52%. Indicando este valor, según Novau et al, que la eficiencia de la máquina se encontró en rango excelente. Para mayor detalle, ver el anexo 9.

Tabla 16. Calidad (%) de la máquina termoformadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019

Mes/Año	Calidad
Noviembre 2018	98.75
Diciembre 2018	99.27
Enero 2019	99.23
Febrero 2019	99.02
Marzo 2019	99.01
Abril 2019	99.10
Promedio	99.06

La calidad promedio de la máquina termoformadora durante el periodo de nov. 2018 a abr. 2019 fue de 99.06%. Indicando este valor, según Novau et al, que la calidad se encontró en rango excelente. Para mayor detalle, ver el anexo 9.

Tabla 17: OEE (%) de la máquina termoformadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019

Mes/Año	OEE
Noviembre 2018	82.88
Diciembre 2018	86.51
Enero 2019	86.9
Febrero 2019	85.92
Marzo 2019	85.55
Abril 2019	88.03
Promedio	85.97

OEE: Overall Equipment Effectiveness

El OEE de la termoformadora fue de 85.97%, este valor se encontró dentro del rango de 85 – 95%, denominado como rango bueno según Novau et al. Las principales características de este valor son una buena competitividad y valores de excelencia.

De esta manera se comprobó que el uso de la máquina termoformadora se ajustó más al proceso de producción de porciones congeladas debido a que se obtuvo un alto porcentaje de disponibilidad, eficiencia y calidad del producto terminado.

El tiempo que demoró el proceso de producción de toda la campaña de porciones congeladas de perico (*Coryphaena hippurus*) con el uso de la termoformadora se presenta la Tabla 18.

Tabla 18. Tiempo (días) utilizados para la producción (TM) de porciones congeladas de perico (*Coryphaena hippurus*) para la temporada 2018 – 2019

Mes	Nº días trabajados	TMs producidas con la termoformadora
Noviembre 2018	23	105.89
Diciembre 2018	25	116.41
Enero 2019	26	132.74
Febrero 2019	24	126.03
Marzo 2019	26	134.85
Abril 2019	11	89.72
Promedio	135	705.64

Durante la campaña de producción de perico 2018 – 2019 se produjo 705.64 Tm en 135 días con el uso de la máquina termoformadora. De haberse utilizado las máquinas selladoras al vacío para la misma lograr producir la misma cantidad hubiesen sido necesario 439 días, lo que equivale a 14.6 meses, esto representa el cuádruple de tiempo aproximadamente.

c. Comparativo entre las máquinas selladoras al vacío y la termoformadora.

Se realizó la comparación a través de gráficos de los resultados obtenidos para la evaluación de las máquinas selladoras al vacío y la máquina termoformadora, se comparó la productividad (Figura 11) y el comportamiento de las distintas máquinas de la disponibilidad (Figura 12), eficiencia (Figura 13) y calidad (Figura 14). Además, se comparó también el porcentaje de OEE obtenido para cada máquina (Figura 15).

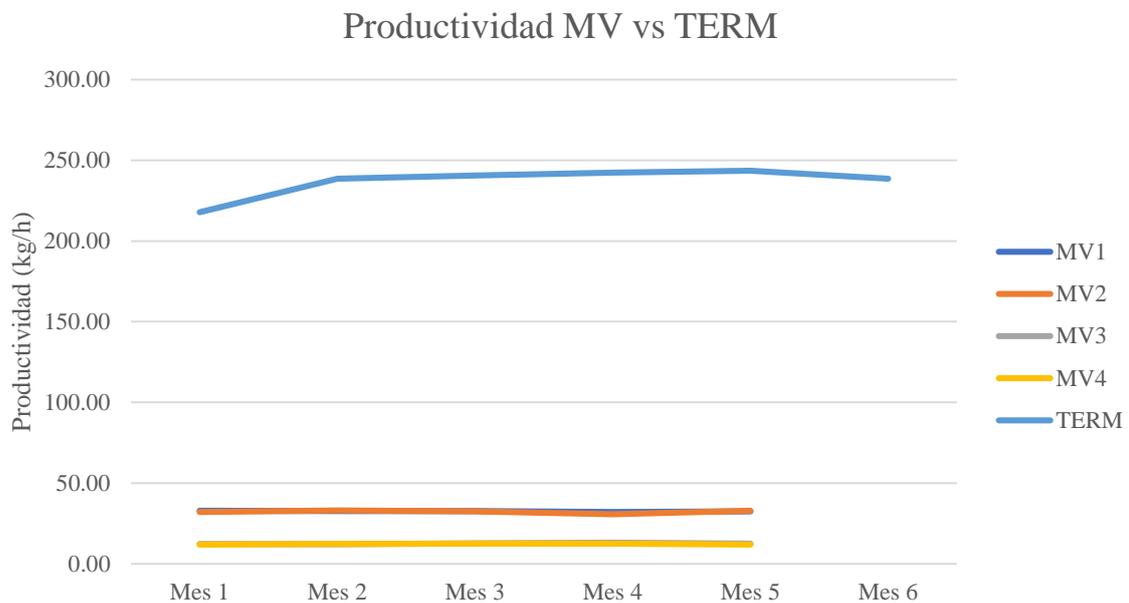


Figura 11. Productividad (Kg/h) de las 4 máquinas selladoras al vacío VS productividad de la máquina termoformadora

En la comparación que se realizó se observa que la productividad determinada para las operaciones de la máquina termoformadora fue mucho mayor con respecto a los operarios que utilizaban las máquinas selladoras al vacío 1 y 2 y están fueron mayores a la productividad de los operarios de las máquinas 4 y 3.

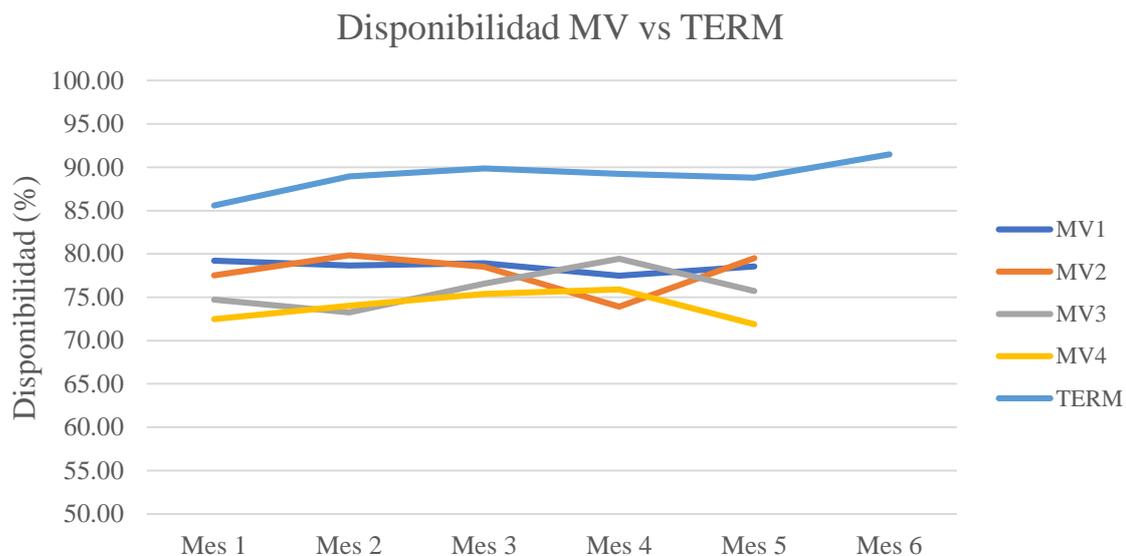


Figura 12. Disponibilidad (%) de las 4 máquinas selladoras al vacío VS disponibilidad de la máquina termoformadora

En la comparación que se realizó se observa cómo se dio el comportamiento de la disponibilidad de las máquinas selladoras al vacío en comparación con la disponibilidad de la termoformadora. Se observa que el comportamiento de la disponibilidad de la termoformadora se encontró por encima de la disponibilidad de las demás máquinas.

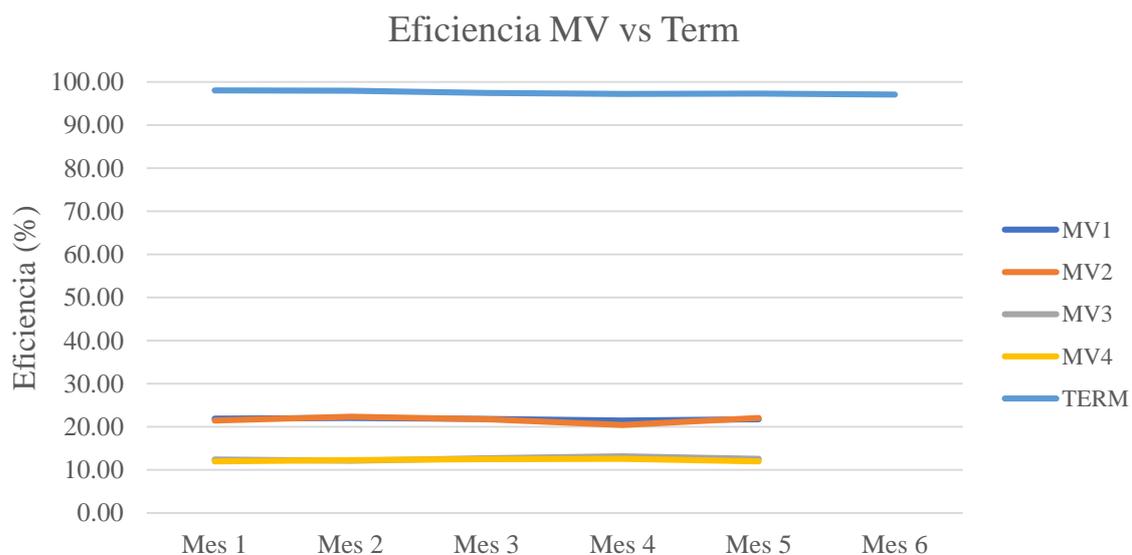


Figura 13. Eficiencia (%) de las 4 máquinas selladoras al vacío VS eficiencia de la máquina termoformadora

En la comparación realizada se observa cómo se dio el comportamiento de la eficiencia de las máquinas selladoras al vacío en comparación con la eficiencia de la termoformadora. Se observa que el comportamiento de la eficiencia de la termoformadora se encontró muy por encima de la eficiencia de las máquinas 1 y 2, la diferencia fue más amplia para las máquinas 3 y 4, encontrándose alrededor del 20% y 10% respectivamente, mientras que la eficiencia de la máquina termoformadora se encontró alrededor del 100%.

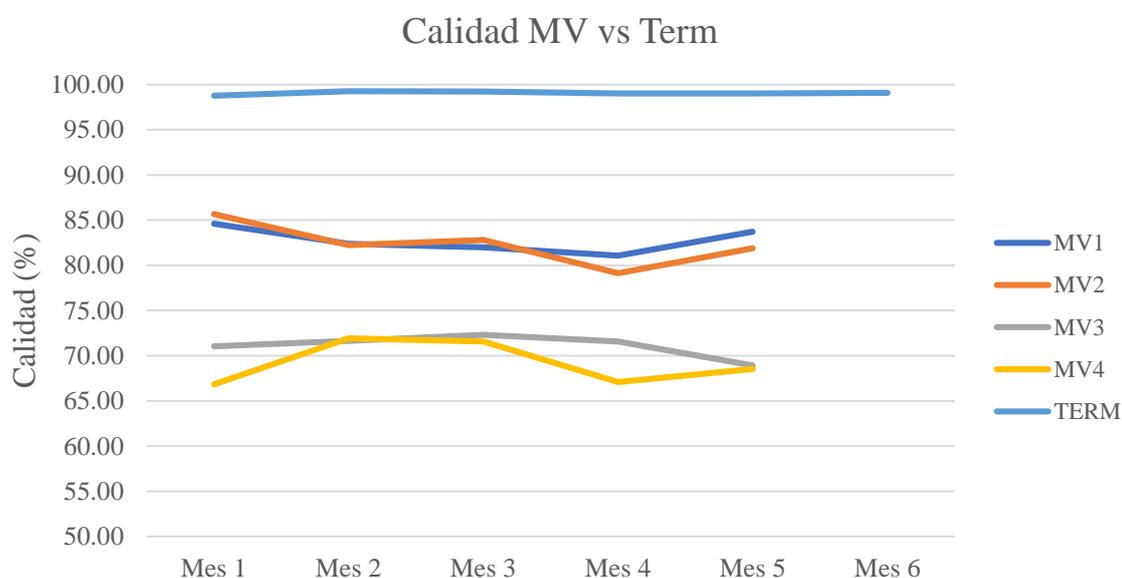


Figura 14. Calidad (%) de las 4 máquinas selladoras al vacío VS calidad de la máquina termoformadora

Se observa cómo el comportamiento de la calidad de las máquinas selladoras al vacío fue inferior en comparación con la calidad de la termoformadora, habiendo sido esta cerca al 100%, mientras que las de las máquinas selladoras al vacío oscilaron entre 65 – 90%.

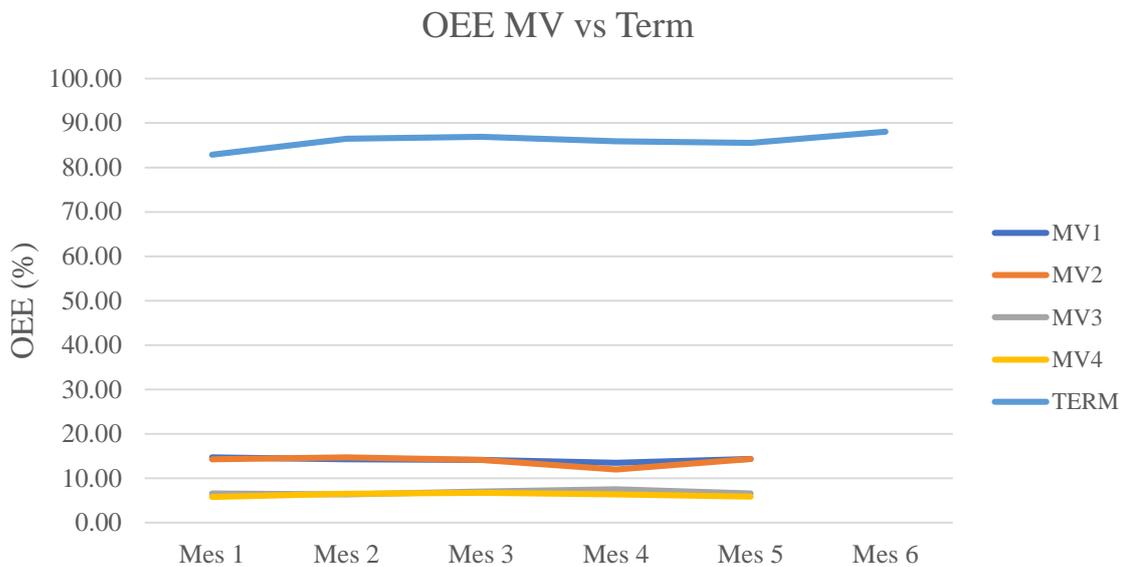


Figura 15. Valor del OEE (%) de las 04 máquinas selladoras al vacío VS el OEE de la máquina termoformadora.

Se observa que el comportamiento del OEE de las máquinas selladoras al vacío fue muy inferior con respecto al OEE de la termoformadora, esta se encontró en un rango entre 80 a 90%, mientras que el de las máquinas al vacío se encontraron por debajo del 20%.

La implementación de la máquina termoformadora optimizó recursos, esfuerzos y tiempos de producción, generó un impacto favorable para la producción de porciones congeladas de perico (*Coryphaena hippurus*) ya que se aprovechó más el tiempo en que la maquina se encontraba en funcionamiento, se obtuvo un rendimiento mucho mayor al de las máquinas al vacío obteniendo una mayor producción en un tiempo mucho menor, ya que si se hubiese realizado la producción del 2018 – 2019 con las máquinas al vacío se hubiese empleado muchos más meses de producción. Se genera también una modificación en el diagrama de flujo (Figura 16), ya que se eliminan las etapas de: “embolsado”, “sellado al vacío” y “golpe de frío”, siendo reemplazadas por la de “termosellado”.

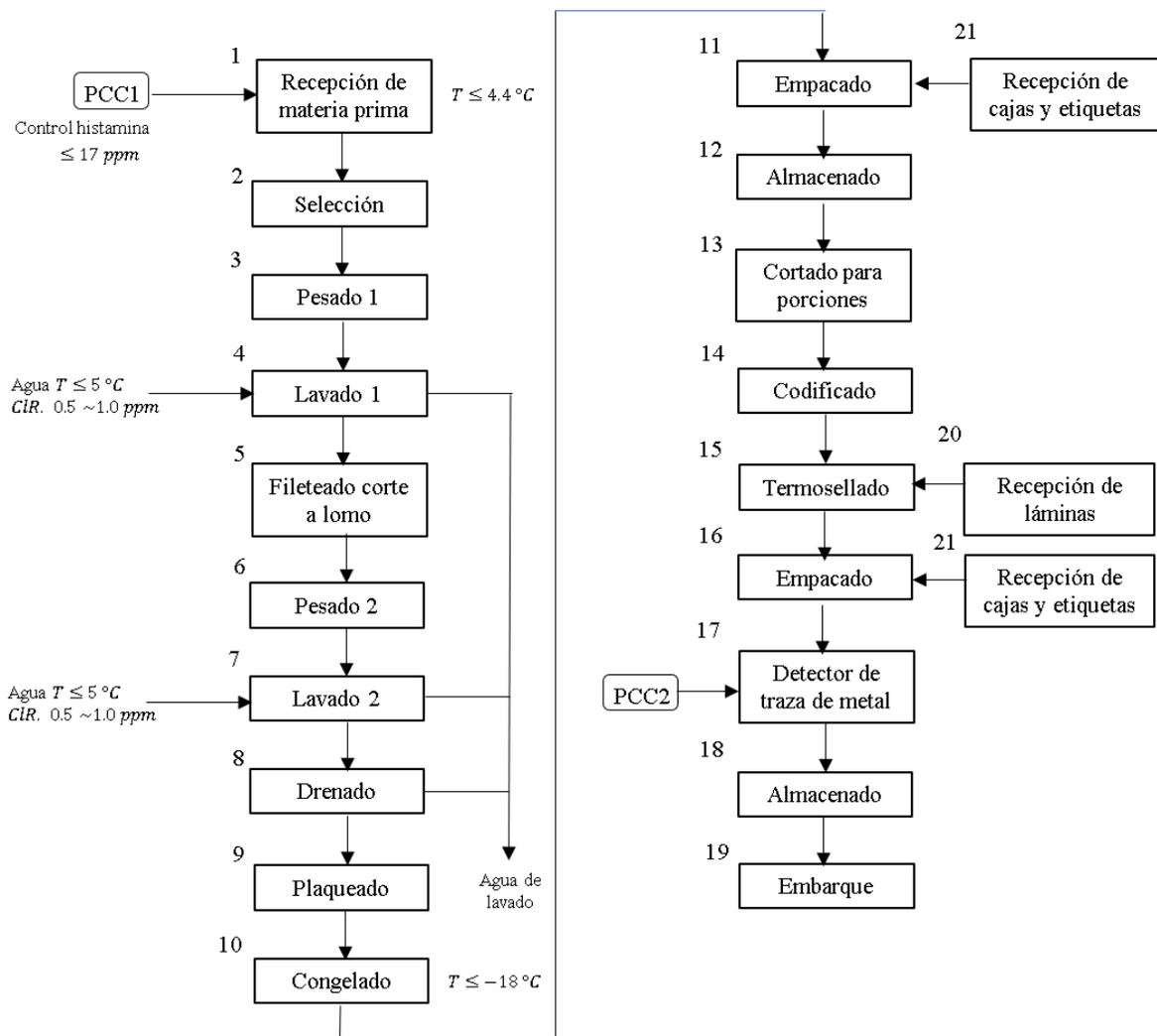


Figura 16. Diagrama de flujo de porciones congeladas de perico haciendo uso de la termoformadora.

El uso de la termoformadora es beneficioso también en el aspecto de la calidad, ya que al ser un proceso de producción más rápido debido a que ya no es necesario embolsar ni esperar a que una de las cámaras de vacío termine la operación para poder llenarla de producto, sino que solo basta con colocar las porciones en los espacios termoformados el producto ya no sufre el descongelamiento que antes se presentaba por las demoras del proceso, por lo que es mínima la cantidad de producto que regresa al túnel de congelación para aplicarle un golpe de frío y este aumento de calidad se ve reflejado en la ausencia de hielo acumulado en el interior del empaque y en la leve mejora sensorial del producto final.



Figura 17. Porciones congeladas de perico empacadas al vacío con la máquina termoformadora

d. De la calidad del producto terminado

Se realizó una comparación de la calidad del producto terminado en porciones de perico selladas al vacío con el uso de las máquinas selladoras al vacío con respecto a las porciones de perico termoformadas.

Según la FAO, el pescado congelado debe de evaluarse en estado congelado y el evaluador debe de ser capaz de darse cuenta de la naturaleza y el estado de cualquier envoltura y glaseado y examinar el producto para detectar cualquier decoloración, así como la extensión y profundidad de una posible deshidratación. El evaluador deberá observar si hay señales de que el producto puede haberse descongelado total o parcialmente y vuelto a congelar, lo cual se detectará por el hundimiento y distorsión de los bloques, la acumulación de líquido congelado en bolsas en las envolturas y la pérdida parcial del glaseado (FAO, 1999).

Para poder realizar la evaluación sensorial de producto congelado primero se evaluó el producto en ese estado y luego se procedió a descongelar la muestra lo antes posible sin que aumente la temperatura del producto para que no se deteriore, se dejó descongelar a temperatura ambiente y se cubrió para evitar que se sequen o contaminen. Cuando se

consideraron descongelados se procedió con la evaluación. En los casos en que no se puede adoptar la decisión definitiva sobre el olor o la condición gelatinosa en el estado descongelado sin cocer, se separó de la unidad de muestra una pequeña porción del material en duda y se confirmó el olor y sabor o estado gelatinoso (FAO, 1999).

Según Inassa S.A.C. adoptada de la NTP ISO 4121:2008 (revisada el 2014), se deben considerar los siguientes aspectos para la evaluación (Tabla 18).

Tabla 19: Aspectos sensoriales que evaluar para determinar la calidad del producto

Atributos sensoriales	Calidad deseable	Calidad Tolerable	Calidad negativa
Apariencia (estado congelado)	Limpio, uniforme, brillante.	Ligeramente opaco. Sin brillo.	Distorsionada, hundido con marcas y extensiva deshidratación.
Apariencia (estado descongelado)	Corte brillante uniforme sin presencia de materias extrañas (espinas, escamas).	Sin brillo. Ligeramente opaco.	Filetes rotos con hematomas, manchas de sangre y presencia de materia extraña (espinas, escamas).
Color (estado descongelado)	Blanco, beige.	Leves cambios de color.	Cambios marcados en la coloración, oscuro, amarillento.
Olor (estado descongelado)	Fresco a algas marinas.	Ligera pérdida de olor a algas u olor neutro.	Olor extraño o anormal, mohoso, lechoso, rancio, fermentado, agrio, pútrido, fecal.
Sabor (muestra cocinada)	Ligeramente dulce, cremoso.	Neutro pero libre de sabores extraños. Leve pérdida del sabor propio de la especie.	Rancio, picante, ácido, amargo, descompuesto, amoniacal.
Textura (estado descongelado)	Firme y elástica, superficie lisa.	Ligeramente suave.	Suave, pastoso, gelatinoso.

Fuente: Inassa S.A.C. (2020), adoptada de la NTP ISO 4121:2008 (revisada el 2014).

Según la NTP 007.002 – 2012, dependiendo del tamaño de la muestra a evaluar se procede a determinar el número de vías. Para el caso de la evaluación de porciones congeladas de perico tanto en las máquinas selladoras al vacío, así como en la termoformadora se determinó evaluar la calidad sensorialmente a través de 13 vías, posteriormente se compararon los resultados (Tabla 19), para mayor detalle revisar el anexo 10.

Tabla 20: Comparación de evaluación sensorial de las porciones congeladas de perico realizadas con las máquinas selladoras al vacío con respecto a las producidas por la termoformadora

Atributos sensoriales	Porciones producidas con las máquinas al vacío.	Porciones producidas con la termoformadora
Apariencia (estado congelado)	Limpio, brillante y uniforme	Limpio, brillante y uniforme
Apariencia (estado descongelado)	Ligeramente sin brillo	Corte brillante y uniforme
Color (estado descongelado)	Leve cambio de color	Beige
Olor (estado descongelado)	Fresco a algas marinas	Fresco a algas marinas
Sabor (muestra cocinada)	Neutro pero libre de sabores extraños.	Ligeramente dulce, cremoso.
Textura (estado descongelado)	Ligeramente suave	Firme y elástica, superficie lisa.
Escala de respuesta	2 (calidad tolerable)	3 (calidad deseable)

Según Barreiro y Sandoval (2006), aquel producto que ha sido sometido a congelación debe de mantener en todo momento la cadena de frío, ya que al descongelarse y volver a congelarse el producto se ve afectado en textura y calidad, caso que ocurre con las porciones producidas con las máquinas selladoras al vacío ya que según la evaluación sensorial las porciones producidas con las termoformadora presentan una mayor calidad al no presentar descongelación en alguna etapa de su proceso.

e. De los costos de producción.

El impacto del uso de esta máquina fue beneficioso para la empresa en el área de costos, ya que se dejaron de usar las bolsas para sellado al vacío y se pasaron a una bobina film de tapa y una de fondo, cuyo valor comercial fue menor que el de las bolsas usadas en las máquinas selladoras al vacío. Se requirió menos personal operario ya que para el funcionamiento de las selladoras al vacío se necesitaban dos operarios de producción por cada máquina grande y un operario por cada máquina pequeña, es decir 6 operarios en total y para el funcionamiento de la máquina termoformadora solo es necesario el servicio de 2 operarios. Además, al ser solo un mínimo de producto que regresa al túnel de congelación ya no es

necesario el gasto de energía que se necesita para poner en funcionamiento un túnel de congelación.

La comparación de los costos cuando se utilizaron las máquinas selladoras al vacío y cuando se utilizó la termoformadora se detalla en la Tabla 20.

Tabla 21: Comparativo de las máquinas selladoras al vacío vs la máquina termoformadora según costos para la producción de una tonelada de porciones congeladas de perico

Factores	Máquinas selladoras al vacío		Termoformadora	
Bolsas PEBD 6" x 8"	6.22 mill x S/.276.14	1717.59	No aplica	0
Bobina film tapa	No aplica	0	400m x S/. 0.87	348
Bobina film fondo	No aplica	0	320m x S/. 0.78	249.6
Nº de operarios	6 x S/. 75	450	2 x S/. 50	100
Golpe de frío	1 TM x S/. 175	175	No aplica	0
TOTAL (S/.)	-	2342.59	-	697.6

Se observa que el costo para poder producir una tonelada de porciones congeladas de perico en las cuatro máquinas selladoras al vacío juntas es de aproximadamente S/. 2342.59, mientras que el costo para poder producir una tonelada del mismo producto en la máquina termoformadora es de S/. 697.60.

Los valores de los costos obtenidos son brindados por: Envolturas Flexibles Huachipa S.A.C. para el costo de bolsas, Multivac para las bobinas film fondo y tapa y el costo por operación de producción por 1 TM de producto terminado y el golpe de frío son establecidas por Esmeralda Corp. S.A.C., según cotización: COT No. PIN-2017-077.

4.5. APORTES LOGRADOS PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL.

A nivel profesional el conocimiento del funcionamiento y el empleo de una máquina cuya tecnología es superior a las máquinas con las que se estuvo trabajando siempre es beneficioso para el aprendizaje y desarrollo profesional, ya que permite aplicar y expandir los

conocimientos sobre el sector industrial pesquero adquiridos teóricamente durante la etapa de pre grado, lo que permite al profesional una mayor competencia técnica

Además, permitió realizar mejoras en los procesos de producción en todas las líneas de producción que la empresa realizaba y permitió desarrollar habilidades en gestión de procesos logrando alcanzar metas con eficiencia y efectividad.

V. CONCLUSIONES

- A través de la comparación de la productividad, la efectividad general de equipos y la calidad del producto terminado se determinó que la línea de producción de porciones congeladas con el uso de la termoformadora mejora con respecto a la que se realiza con las máquinas selladoras al vacío.
- Se calcularon los factores de disponibilidad, eficiencia y calidad para poder obtener el indicador de eficiencia general para equipos, determinándose que el uso de la termoformadora es el indicado para el proceso de producción de porciones congeladas de perico (*Coryphaena hippurus*).
- Con la implementación de la máquina termoformadora se logró aumentar la producción de porciones diaria logrando reducir el tiempo de producción de toda la campaña en un 75% del tiempo necesario si es que se seguía realizando la producción con las máquinas selladoras al vacío
- A través de una evaluación sensorial se determinó que las porciones de perico producidas con la termoformadora presentan una mejora en calidad con respecto a las producidas utilizando las máquinas selladoras al vacío.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar a la máquina termoformadora el análisis de indicador de eficiencia general para equipos anualmente para hacerle un seguimiento de cómo se va desarrollando a medida que pase el tiempo, poniendo en evidencia si el valor de la OEE se mantiene o varía.
- Establecer controles preventivos con respecto al mantenimiento de la máquina termoformadora con el fin de evitar fallas técnicas y presentar demoras en el proceso de producción.
- Realizar mantenimiento preventivo a todos los equipos complementarios que funcionan con la máquina termoformadora, los cuales son: el compresor, el secador, el chiller y el aspirador de los restos de láminas.
- Contar con un operario de producción permanente y capacitado en el manejo de la máquina termoformadora.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, A; Álvarez-Lainez, M; Suárez, H. 2009. Comportamiento micro estructural de láminas comerciales multicapa de alta barrera usadas para el empaque al vacío de alimentos. Medellín, Colombia. Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/7626/4/43010785._2009_Parte2.pdf
- Barreiro, J; Sandoval, A. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=r7y3XuFAB8UC&pg=PA137&dq=#v=onepage&q&f=false>
- Bonet, M. 2019. Elaboración de congelados de productos de la pesca. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=zr8JDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=>
- Esmeralda Corp S.A.C., 2017. Tarifas de proceso de producción, según COT No. PIN-2017-077.
- Fakhri, N.; Supenti, L.; Prabawo, G. 2019. Overall equipment effectiveness (OEE) analysis to improve the effectiveness of vannamei (*Litopenaeus vannamei*) shrimp freezing machine performance at PT. XY, Situbondo-East Java.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 1999. Directrices para la evaluación sensorial del pescado y los mariscos en laboratorio. III. Procedimientos para la evaluación sensorial. Evaluación de productos congelados. Disponible en: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=>
- FDA (Food and Drug Administration), 2020. Fish and Fishery Products Hazards and Controls. 4ta edición. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/seafood-guidance-documents-regulatory-information/fish-and-fishery-products-hazards-and-controls>
- Gil, A. 2010. Tratado de nutrición. Tomo II: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Madrid, España. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=hcwBJ0FNvqYC&pg=PA532&dq=#v=onepage&q&f=false>

Multivac, 2015. Termoformadoras para alimentos. Disponible en: https://cl.multivac.com/Media/Public/International/_Common/Docs/Brochures/Brochure%20Thermoformer%20range%20ES.pdf

Multivac, 2018. Certificados de calidad y fichas técnicas de las bobinas tapa y fondo.

Novau, A; Suárez, A. 2020. Estrategia y operaciones esbeltas. Camino directo a la sobrevivencia y desarrollo de nuestras empresas. Monterrey, México. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Mfv-DwAAQBAJ&pg=PT72&dq=>

NSF Inassa S.A.C., 2020. Test Report N° 76308.

NTP ISO 4121:2008 (revisada el 2014).

Ñiquen, M. 2014. Panorama general de las investigaciones del perico (*Coryphaena hippurus*) en Perú. Disponible en: https://iattc.org/Meetings/Meetings2014/DOR-01/Presentations/_English/DOR-01-PRES_Summary%20review%20of%20the%20dorado%20resource%20in%20Peru-ESO.pdf

Orrego, C. 2003. Procesamiento de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Colombia. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=u5IWOJlhKAoC&pg=PA245&dq=#v=onepage&q&f=false>

PRODUCE (Ministerio de la Producción), 2019. Anuario estadístico pesquero y acuícola 2018. Disponible en: <http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/oeedocumentos-publicaciones/publicaciones-anauales/item/901-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2018>

PRODUCE (Ministerio de la Producción), 2016. Resolución Vice Ministerial N° 81-2016-PRODUCE/DVPA. Plan de acción Nacional para la conservación y manejo del recurso Perico (*Coryphaena hippurus*) en el Perú (PAN PERICO – PERÚ). Lima, Perú. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per159265anx.pdf>

PRODUCE (Ministerio de la Producción), 2014. Resolución Ministerial N° 245-2014-PRODUCE. Establecen temporada de pesca del recurso perico o dorado a nivel

nacional, en el periodo comprendido entre el 1 de octubre y el 30 de abril de cada año. Lima, Perú. Disponible en: <http://www2.produce.gob.pe/dispositivos/publicaciones/rm245-2014-produce.pdf>

PRODUCE (Ministerio de la Producción), 2011. Resolución Ministerial N° 249-2011-PRODUCE. Establecen Talla Mínima de Captura (TMC) del recurso perico o dorado. Lima, Perú. Disponible en: <http://www.fpas.pe/wp-content/uploads/RM-249-2011-PRODUCE.pdf>

PromPerú, 2017. Nuevos Requisitos de la FDA para el Etiquetado de Alimentos Y alimentos Saludables. Lima, Perú. Disponible en: https://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/2045/Nuevos_requisitos_importacion_alimentos_procesados_Estados_Unidos_2017_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez, M. 2005. Técnicas de Envasado, Etiquetado, empaquetado y Almacenado. Guía práctica para la elaboración de productos cárnicos. 1 era edición. Vigo, España. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=AdkbHTSBVmcC&printsec=frontcover&dq=#v=onepage&q&f=false>

SNIEG (Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica), 2015. Cálculo de los índices de productividad laboral y del costo unitario de la mano de obra. México. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=58HODwAAQBAJ&pg=PA1&dq=#v=onepage&q&f=false>

Solano-Sare, A; Tresierra-Aguilar, A; García-Nolasco, V; Dioses, T; Marin, W; Sánchez, C; Wosnitza-Mendo, C. 2008. Biología y pesquería del Perico. Instituto del Mar del Perú. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_inform_blgia_y_pesqueria_perico.pdf

WWF (World Wild life Fund), 2017. La pesquería del perico (*Coryphaena hippurus*) en el Perú: caracterización y análisis de la cadena productiva. Disponible en: https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/perico_cadena_de_valor_sp_1.pdf

VIII. ANEXOS

Anexo 8. Resultados estadísticos de las máquinas selladoras al vacío.

Tablas de productividad (Kg/h) de las cuatro máquinas selladoras al vacío durante los meses de dic. 2017 – abri. 2018.

Máquina al vacío N° 1:

Mes	Producción (kg)	Horas trabajadas (h)	Productividad (Kg/h)	Productividad por operario (Kg/h)
Diciembre 2017	11700.00	178	65.73	32.87
Enero 2018	16850.00	258	65.31	32.66
Febrero 2018	16770.00	256	65.51	32.75
Marzo 2018	16270.00	253	64.31	32.15
Abril 2018	13700.00	210	65.24	32.62

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 2:

Mes	Producción (kg)	Horas trabajadas (h)	Productividad (Kg/h)	Productividad por operario (Kg/h)
Diciembre 2017	11450.00	178	64.33	32.16
Enero 2018	17100.00	258	66.28	33.14
Febrero 2018	16680.00	256	65.16	32.58
Marzo 2018	15520.00	253	61.34	30.67
Abril 2018	13860.00	210	66.00	33.00

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 3:

Mes	Producción (kg)	Horas trabajadas (h)	Productividad por operario (Kg/h)
Diciembre 2017	2210.00	178	12.42
Enero 2018	3140.00	258	12.17
Febrero 2018	3250.00	256	12.70
Marzo 2018	3340.00	253	13.20
Abril 2018	2640.00	210	12.57

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 4:

Mes	Producción (kg)	Horas trabajadas (h)	Productividad por operario (Kg/h)
Diciembre 2017	2140.00	178	12.02
Enero 2018	3170.00	258	12.29
Febrero 2018	3200.00	256	12.50
Marzo 2018	3190.00	253	12.61
Abril 2018	2510.00	210	11.95

Fuente propia.

Tablas de disponibilidad de cada una de las cuatro máquinas selladoras al vacío durante los meses de dic. 2017 – abr. 2018.

Máquina al vacío N° 1:

Mes	Tiempo para realizar las porciones congeladas (horas)	Tiempo utilizado para realizar las porciones congeladas (horas)	Disponibilidad (%)
Diciembre 2017	178	141	79.21
Enero 2018	258	203	78.68
Febrero 2018	256	202	78.91
Marzo 2018	253	196	77.47
Abril 2018	210	165	78.57

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 2:

Mes	Tiempo para realizar las porciones congeladas (horas)	Tiempo utilizado para realizar las porciones congeladas (horas)	Disponibilidad (%)
Diciembre 2017	178	138	77.53
Enero 2018	258	206	79.84
Febrero 2018	256	201	78.52
Marzo 2018	253	187	73.91
Abril 2018	210	167	79.52

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 3:

Mes	Tiempo para realizar las porciones congeladas (horas)	Tiempo utilizado para realizar las porciones congeladas (horas)	Disponibilidad (%)
Diciembre 2017	178	133	74.72
Enero 2018	258	189	73.26
Febrero 2018	256	196	76.56
Marzo 2018	253	201	79.45
Abril 2018	210	159	75.71

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 4:

Mes	Tiempo para realizar las porciones congeladas (horas)	Tiempo utilizado para realizar las porciones congeladas (horas)	Disponibilidad (%)
Diciembre 2017	178	129	72.47
Enero 2018	258	191	74.03
Febrero 2018	256	193	75.39
Marzo 2018	253	192	75.89
Abril 2018	210	151	71.90

Fuente propia.

Tablas de eficiencia de cada una de las cuatro máquinas selladoras al vacío durante los meses de dic. 2017 – abr. 2018.

Máquina al vacío N° 1:

Mes	Unidades de producción ideales (Tn/mes)	Unidades de producción reales (Tn/mes)	Eficiencia (%)
Diciembre 2017	53.38	11.70	21.92
Enero 2018	76.45	16.85	22.04
Febrero 2018	76.70	16.77	21.86
Marzo 2018	75.93	16.27	21.43
Abril 2018	62.93	13.70	21.77

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 2:

Mes	Unidades de producción ideales (Tn/mes)	Unidades de producción reales (Tn/mes)	Eficiencia (%)
Diciembre 2017	53.38	11.45	21.45
Enero 2018	76.45	17.10	22.37
Febrero 2018	76.70	16.68	21.75
Marzo 2018	75.93	15.52	20.44
Abril 2018	62.93	13.86	22.02

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 3:

Mes	Unidades de producción ideales (Tn/mes)	Unidades de producción reales (Tn/mes)	Eficiencia (%)
Diciembre 2017	17.83	2.21	12.39
Enero 2018	25.87	3.14	12.14
Febrero 2018	25.62	3.25	12.69
Marzo 2018	25.36	3.34	13.17
Abril 2018	21.02	2.64	12.56

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 4:

Mes	Unidades de producción ideales (Tn/mes)	Unidades de producción reales (Tn/mes)	Eficiencia (%)
Diciembre 2017	17.83	2.14	12.00
Enero 2018	25.87	3.17	12.25
Febrero 2018	25.62	3.20	12.49
Marzo 2018	25.36	3.19	12.58
Abril 2018	21.02	2.51	11.94

Fuente propia.

Tablas de calidad de cada una de las cuatro máquinas selladoras al vacío durante los meses de dic. 2017 – abr. 2018.

Máquina al vacío N° 1:

Mes	Unidades de producción reales (Tn/mes)	Unidades de producción defectuosas (Tn/mes)	Calidad (%)
Diciembre 2017	11.70	1.80	84.62
Enero 2018	16.85	2.97	82.37
Febrero 2018	16.77	3.02	81.99
Marzo 2018	16.27	3.08	81.07
Abril 2018	13.70	2.23	83.72

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 2:

Mes	Unidades de producción reales (Tn/mes)	Unidades de producción no defectuosas (Tn/mes)	Calidad (%)
Diciembre 2017	11.45	1.64	85.68
Enero 2018	17.10	3.04	82.22
Febrero 2018	16.68	2.87	82.79
Marzo 2018	15.52	3.24	79.12
Abril 2018	13.86	2.51	81.89

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 3:

Mes	Unidades de producción reales (Tn/mes)	Unidades de producción no defectuosas (Tn/mes)	Calidad (%)
Diciembre 2017	2.21	0.64	71.04
Enero 2018	3.14	0.89	71.66
Febrero 2018	3.25	0.90	72.31
Marzo 2018	3.34	0.95	71.56
Abril 2018	2.64	0.82	68.94

Fuente propia.

Máquina al vacío N° 4:

Mes	Unidades de producción reales (Tn/mes)	Unidades de producción no defectuosas (Tn/mes)	Calidad (%)
Diciembre 2017	2.14	0.71	66.82
Enero 2018	3.17	0.89	71.92
Febrero 2018	3.20	0.91	71.56
Marzo 2018	3.19	1.05	67.08
Abril 2018	2.51	0.79	68.53

Fuente propia.

Anexo 9. Resultados estadísticos de la máquina termoformadora.

Tabla de productividad para la máquina termoformadora durante los meses de nov. 2018 – abr. 2019.

Mes	Producción (kg)	Horas trabajadas (h)	Productividad (Kg/h)	Productividad por operario (Kg/h)
Noviembre 2018	105890.00	243	435.76	217.88
Diciembre 2018	116410.00	244	477.09	238.55
Enero 2019	132740.00	276	480.94	240.47
Febrero 2019	126030.00	260	484.73	242.37
Marzo 2019	134850.00	277	486.82	243.41
Abril 2019	89720.00	188	477.23	238.62

Fuente propia.

Tablas de disponibilidad, eficiencia y calidad de la máquina termoformadora durante los meses de nov. 2018 – abr. 2019.

Disponibilidad:

Mes	Tiempo para realizar las porciones congeladas (horas)	Tiempo utilizado para realizar las porciones congeladas (horas)	Disponibilidad (%)
Noviembre 2018	243	208	85.60
Diciembre 2018	244	217	88.93
Enero 2019	276	248	89.86
Febrero 2019	260	232	89.23
Marzo 2019	277	246	88.81
Abril 2019	188	172	91.49

Fuente propia.

Eficiencia:

Mes	Unidades de producción ideales (Tn/mes)	Unidades de producción reales (Tn/mes)	Eficiencia (%)
Noviembre 2018	108.00	105.89	98.05
Diciembre 2018	118.80	116.41	97.99
Enero 2019	136.20	132.74	97.46
Febrero 2019	129.60	126.03	97.25
Marzo 2019	138.60	134.85	97.29
Abril 2019	92.40	89.72	97.10

Fuente propia.

Calidad:

Mes	Unidades de producción reales (Tn/mes)	Unidades de producción defectuosas (Tn/mes)	Calidad (%)
Noviembre 2018	105.89	1.32	98.75
Diciembre 2018	116.41	0.85	99.27
Enero 2019	132.74	1.02	99.23
Febrero 2019	126.03	1.24	99.02
Marzo 2019	134.85	1.33	99.01
Abril 2019	89.72	0.81	99.10

Fuente propia.

Anexo 10. Tablas de evaluación sensorial según la NTP ISO 4121:2008 (revisada el 2014).

Evaluación sensorial a las porciones congeladas de perico (*Coryphaena hippurus*) producidas con las máquinas selladoras al vacío. Periodo dic. 2017 – abr. 2018.

Atributos sensoriales	Vía 1	Vía 2	Vía 3	Vía 4	Vía 5	Vía 6	Vía 7	Vía 8	Vía 9	Vía 10	Vía 11	Vía 12	Vía 13
Apariencia (estado congelado)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Apariencia (estado descongelado)	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2
Color (estado descongelado)	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2
Olor (estado descongelado)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sabor (muestra cocinada)	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2
Textura (estado descongelado)	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2

Fuente propia.

Evaluación sensorial a las porciones congeladas de perico (*Coryphaena hippurus*) producidas con la termodormadora. Periodo nov. 2018 – abr. 2019.

Atributos sensoriales	Vía 1	Vía 2	Vía 3	Vía 4	Vía 5	Vía 6	Vía 7	Vía 8	Vía 9	Vía 10	Vía 11	Vía 12	Vía 13
Apariencia (estado congelado)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Apariencia (estado descongelado)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Color (estado descongelado)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Olor (estado descongelado)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sabor (muestra cocinada)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Textura (estado descongelado)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente propia.