

Lean Manufacturing tools in the Productivity of a poultry processing company

Herramientas del Lean Manufacturing en la Productividad de una empresa de beneficio de aves

Jorge Luis Alfaro-Rosas, Magíster¹, Elizabeth Kristina Bravo-Huivin, Magíster¹, Cesia Elizabeth, Boñón-Silva, Magíster¹, Juan Miguel, Deza-Castillo, Magíster¹, Erick Edward Pérez-Alcántara, Ingeniero¹, María Estefany Vásquez-Jáuregui, Ingeniero¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú,
jorge.alfaro@upn.edu.pe, kristina.bravo@upn.edu.pe, cesia.boñon@upn.edu.pe, juan.deza@upn.edu.pe

Resumen— El presente trabajo de investigación determinó el impacto de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la productividad de una empresa de beneficio de aves; cabe mencionar que los resultados forman parte de una Tesis de Grado. El diseño es preexperimental, donde se aplicó un cuestionario confiable (Alfa de Cronbach de 0.794) a 10 colaboradores del proceso productivo. También, se tomó como instrumentos de recolección de datos: una guía de entrevista, un cuestionario y una ficha de recolección documental. La estructura del modelo se dividió en 4 etapas fundamentales: Diagnóstico de la empresa, Aplicación de herramientas Lean Manufacturing, Evaluación de la propuesta y Análisis económica. Se concluye que la aplicación tiene un impacto positivo del 5% (V. inicial: 0.89 – V. final: 0.94) en la productividad promedio de la organización. Asimismo, con el diagnóstico, se determinó las múltiples causas raíz que ocasionaron la baja productividad, siendo el 80%: falta de entrenamiento del personal, fallas en proceso y falta de procedimientos estandarizados. Finalmente, el impacto económico de la aplicación generó una cantidad recuperada de S/ 485 514, un periodo de retorno de 0.32 años y al cabo del segundo año se obtendría un monto de S/ 70 323.75.

Palabras Clave— Productividad, Lean Manufacturing, Eficacia, Eficiencia, Causa Raíz.

Abstract— This research work determined the impact of the application of Lean Manufacturing tools on the productivity of a poultry processing company; It is worth mentioning that the results are part of a Degree Thesis. The design is pre-experimental, where a reliable questionnaire (Cronbach's Alpha of 0.794) was applied to 10 employees of the production process. Also, it was taken as data collection instruments: an interview guide, a questionnaire and a document collection sheet. The structure of the model was divided into 4 fundamental stages: Diagnosis of the company, Application of Lean Manufacturing tools, Evaluation of the proposal and Economic analysis. It is concluded that the application has a positive impact of 5% (initial V.: 0.89 – final V.: 0.94) on the average productivity of the organization. Likewise, with the diagnosis, the multiple root causes that caused low productivity were determined, being 80%: lack of staff training, process failures and lack of standardized procedures. Finally, the economic impact of the application generated a recovered amount of S/ 485,514, a return period of 0.32 years and at the end of the second year an amount of S/ 70,323.75 would be obtained.

Keywords— Productivity, Lean Manufacturing, Effectiveness, Efficiency, Root Cause.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la producción mundial de carne de pollo aumenta, en promedio, solo 2% por año. Aproximadamente, el 1% del aumento es por el crecimiento

de la población y el otro 1% es debido al mejor ingreso de la población global. En América Latina se tiene un ritmo de crecimiento más alto, 2,5% por año en promedio. Es probable que el 85% de todo el crecimiento mundial en carne de pollo se encuentre en Asia, América Latina y África. En caso de, América Latina se espera un mejoramiento económico de un aumento de 6 millones de toneladas en la producción de carne de pollo. [1].

En Perú, según, el ministro de Agricultura y Riego, Jorge Montenegro, señaló que la avicultura representa el 25% del valor bruto de la actividad agropecuaria. El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) informó que la producción de pollo se incrementó en 3,5% en el año 2019, con respecto al periodo del 2018. Según cifras de la Asociación Peruana de Avicultura (APA), la producción de pollo aumentó en 20 millones 32.000 unidades en lo que va del año 2019, considerando que entre enero y setiembre del 2018 se alcanzó 570 millones 750.488 unidades, mientras que el año 2019 fue de 590 millones 782.219 unidades, es decir, 3,5% más. [2].

Entre los departamentos representantes de este rubro se tiene a: Lima como líder del ranking a nivel nacional con una participación de 53.5 % (1.1 millones toneladas de aves en pie), seguido de La Libertad con 17.7 %, ocupando el segundo lugar (365 mil toneladas en peso vivo de ave) y en tercer puesto Arequipa con 9.8 % (202 mil toneladas de aves en pie). [3].

Este bajo crecimiento, obliga a las empresas pecuarias, a ser más competitivas y especialmente productivas, es decir, esforzarse por lograr la máxima eficiencia y eficacia en cada uno de los procesos llevados a cabo dentro de esta; para así asegurar la rentabilidad y permanencia dentro del mercado.

La empresa seleccionada para el estudio es una de las principales organizaciones pecuarias distribuidoras de carcasas de pollo de la zona norte del Perú, la cual cuenta con un sistema de producción tecnificado que facilita el beneficio de aves en forma rápida e higiénica. Pero hoy en día, esta organización presenta problemas de desperdicios: elevadas mermas por deterioro de producto (carcasa de pollo), el cual representa un 52.86% del total de eliminaciones, problemas de selección de producto, tiempos perdidos entre otros. Los efectos de esta situación se traducen en: improductividad y pérdidas monetarias por los desperdicios que se mencionan; estas mermas se cuantifican en S/ 31 728.105 (año 2019).

A raíz de esto, se plantea el objetivo general del proyecto de investigación, el cual consiste en determinar el impacto de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, en la productividad de una empresa de beneficio de aves.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.317>

ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

II. ESTADO DEL ARTE

A. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo que busca la mejora continua y la eliminación de actividades que no aportan valor o desperdicios, involucrando a todo el personal para lograrlo. Según [4], estas herramientas son técnicas de perfeccionamiento y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, los cuales son todos aquellos procesos o actividades que usan más recurso de los estrictamente necesarios.

B. Productividad

[5], señala que productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Donde los resultados se miden en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los resultados empleados suelen cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. Asimismo, relacionó términos como eficiencia y eficacia con productividad:

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Determinar el impacto de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, en la productividad de una empresa de beneficio de aves - Trujillo.

B. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa.
- Identificar los problemas y las causas principales que afectan la productividad.
- Aplicar herramientas de Lean Manufacturing, para mejorar la productividad de la empresa.
- Realizar un análisis comparativo de la productividad, antes y después de la aplicación.
- Determinar el impacto económico de la aplicación.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación es de carácter Experimental de grado Pre-Experimental, donde la muestra poblacional fue constituida por todos los procesos del área de producción de pollo y 10 trabajadores que laboran en ella. Para la recolección de datos se empleó el instrumento del cuestionario, guía de entrevista y ficha de análisis documental.

V. METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING

Luego de haber investigado varias metodologías para la aplicación de Lean Manufacturing, se optó por realizar una propuesta la cual está conformada por 4 etapas Diagnóstico de la empresa, Aplicación de herramientas Lean Manufacturing, Evaluación de la propuesta y Análisis económico.

A continuación, se muestra la Tabla 1, donde se aprecia dichas etapas con las principales actividades.

TABLA 1.

ETAPAS DE LA APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING

ITEM	ETAPA
1	Etapa 1: Diagnóstico de la empresa
	1.1. Productividad de la empresa
	1.2. Controles e indicadores

	1.3. Diagrama de Ishikawa 1.4. Identificación de causa raíz
2	Etapa 2: Aplicación de herramientas Lean Manufacturing
	2.1. Kaizen (Mejora continua): Implementación de programa de capacitación y entrenamiento de personal. 2.2. Ingeniería de métodos y SMED. 2.2.1. Propuesta y validación de cambio de método de desinfección 2.2.2. SMED aplicando el cambio del método de desinfección 2.3. Estandarización de trabajo. 2.3.1. Creación de procedimiento de selección de pollo beneficiado 2.3.2. Resultados obtenidos después de la aplicación del nuevo procedimiento. 2.4. Mantenimiento preventivo Total. 2.5. Análisis ECRS del proceso de corte de patas y cabeza
3	Etapa 3: Evaluación de la propuesta
	3.1. Análisis comparativo de productividad antes y después de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing.
4	Etapa 4: Análisis económico
	4.1. Cantidad de eliminaciones de producto. 4.2. Ventas perdidas. 4.3. Costos generados de la implementación de herramientas Lean. 4.4. Diferencia de producto sin eliminar. 4.5. Valor promedio mensual ahorrado, post aplicación herramientas Lean. 4.6. Flujo de retorno, post – aplicación de herramienta Lean

Elaboración propia

A. Etapa 1: Diagnóstico de la empresa

1.1. Productividad de la empresa.

La empresa en estudio se dedica a ofrecer a sus clientes, productos de la mejor calidad posible, proveniente del sacrificio de aves vivas, las cuales siguen un proceso de beneficiado continuo hasta llegar a obtener un producto final (carcasa o pollo beneficiado), con el fin de satisfacer la demanda existente de la población por este alimento.

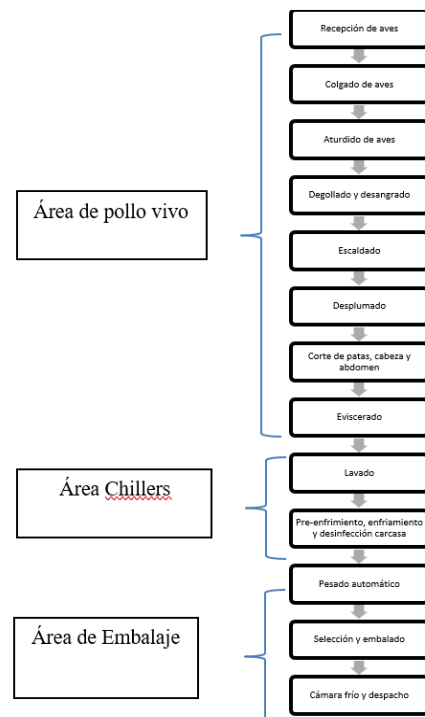


Fig.1. Proceso productivo de pollo beneficiado

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

Según la Tabla 2, se observa que la productividad promedio obtenida durante el año 2020 fue de 0.89, el cual es un valor menor al estándar impuesto por la empresa (STD: 0.98), evidenciándose así, que el área de producción de pollo

beneficiado necesita realizar mejoras, con el objetivo de optimizar productividad, así como calidad de producto.

TABLA 2. RESULTADO DE PRODUCTIVIDAD

MESES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
EN	97.8%	88.2%	0.86
FEB	98.1%	90.8%	0.89
MAR	97.8%	91.3%	0.89
ABR	98.2%	91.5%	0.90
MAY	97.9%	88.7%	0.87
JUN	97.9%	89.2%	0.87
JUL	98.2%	91.8%	0.90
AGO	97.6%	90.8%	0.89
SET	97.5%	88.7%	0.86
OCT	97.1%	89.7%	0.87
NOV	97.6%	91.3%	0.89
DIC	97.4%	94.4%	0.92
PROMEDIO			0.89

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

1.2. Controles e indicadores.

En cuanto al control de mejoras y desarrollo de habilidades del personal existen programas, pero no se encontró evidencia de que lleve a cabo. Mientras que, en control de indicadores de equipos de producción se recolecto la siguiente información.

TABLA 3. INDICADORES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DEL AÑO 2020

EQUIPOS	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
Aturdidor	95.0 %	47.5%	100%
Killer	97.8%	82.0%	100%
Escaldador Lincon	98.1%	79.0%	100%
Escalsador Meyn	97.7%	70.8%	100%
Desplumador Lincon	98.5%	55.6 %	100%
Desplumador Meyn	96.9%	53.3 %	100%
Cortador De Patas	94.5 %	40.8%	100%
Cortador De Cabeza	98.0%	62.3%	100%
Lavador Estático	99.2%	85.1%	100%
Pre-Chiller	99.3%	87.7%	100%
Chiller	99.3%	87.%	100%
Balanza Digital Aérea	96.6%	72.2%	100%
Balanza Digital Plataforma	98.1%	79.0%	100%
PROMEDIO	97.6%	69.5%	100%

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

Según la Tabla 3, se deduce que los equipos presentan una probabilidad de 69.5% que estos realicen correctamente su función durante el periodo de trabajo (confiabilidad) y una probabilidad de 97.6% de que estos se encuentren operativos cuando sea requerido (disponibilidad).

1.3. Diagrama de Ishikawa.

Para identificar las causas que están generando la baja productividad de la empresa, se realizó un diagrama de Ishikawa, donde se encontraron 8 causas raíz, las cuales serían las responsables del problema, así como de frenar el desarrollo y crecimiento óptimo de esta.

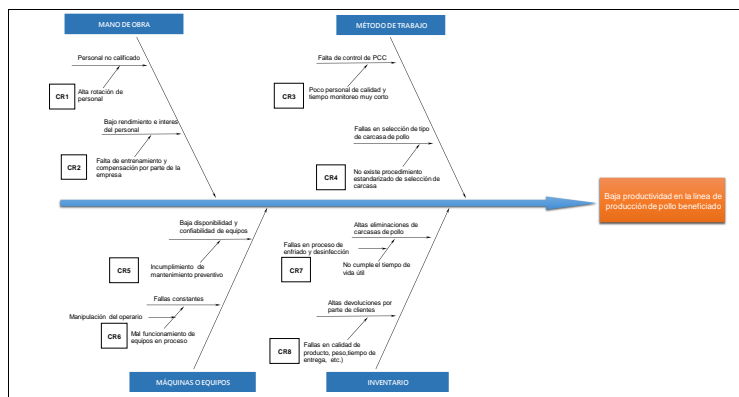


Fig.2. Diagrama de Ishikawa del proceso de pollo beneficiado Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

1.4. Identificación de causa raíz.

Posteriormente, a la elaboración del análisis causa raíz (Ishikawa), se procedió con la guía de entrevista al personal de la empresa para determinar el impacto e importancia de cada causa raíz, asimismo se tabuló los datos obtenidos, los cuales fueron validados por el método de Alfa de Cronbach. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4. RESUMEN DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

CR	CAUSAS RAZA	RESULTADO DE ENTREVISTAS	% IMPACTO	% ACUMULADO
CR1	Falta de entrenamiento y compensación por parte de la empresa	50	15%	15%
CR4	No existe procedimiento estandarizado de selección de carcasa	50	15%	30%
CR3	Poco personal de calidad y tiempo de monitoreo muy corto	46	14%	45%
CR6	Mal funcionamiento de equipos en proceso	46	14%	59%
CR5	Incumplimiento de mantenimiento preventivo	44	13%	72%
CR7	Fallas en proceso (enfriamiento y desinfección)	42	13%	85%
CR8	Fallas en calidad de producto, peso, tiempo de entrega, etc.	26	8%	93%
CR1	Alta rotación de personal	24	7%	100%

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

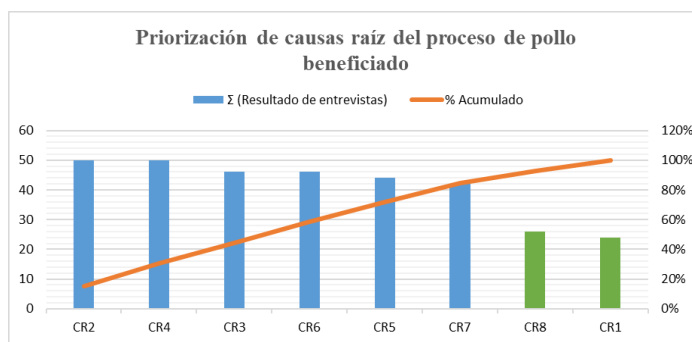


Fig.3. Diagrama Pareto del proceso de pollo beneficiado Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 2 y Figura 5, se observa todas las causas raíz que están generando la baja productividad en la producción de pollo beneficiado de la empresa; siendo el 80% de estas las que generan más problemas, razón por la cual se enfocarán en estas para las mejoras mediante aplicación de herramientas Lean Manufacturing.

B. Etapa 2: Aplicación de herramientas Lean Manufacturing

2.1. Kaizen (Mejora continua): Implementación de programa de capacitación y entrenamiento de personal.

CR2: Falta de entrenamiento del personal.

Con apoyo de RR.HH, se vienen capacitando a todos los trabajadores que son parte del proceso de producción de pollo beneficiado, para que así puedan poner en práctica los conocimientos adquiridos, disminuyendo así el error humano. A continuación, en la Tabla 5 se presenta el cronograma de capacitaciones para el personal y su porcentaje de ejecución.

a. Planear y Ejecutar:

TABLA 5. CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL Y PORCENTAJE DE EJECUCIÓN

TEMAS A CAPACITAR Y ENTRENAR	RESPONSABLE	DIRIGIDO	P/E	Meses 2020												META	
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
Lineamientos HACCP	Dr. Harol Santillán	Producción	P														100%
Inocuidad alimentaria	Bigo. Vásquez Jáuregui	Producción	P														100%
Proceso productivo de pollo beneficiado	Ing. Alexis Tirado	Producción	P														0%
Puntos críticos y de control	Dr. Harol Santillán	Producción/M. anto.	E														0%
Selección e identificación in situ de carcasa de pollo	Bigo. Vásquez Jáuregui	Producción	P														100%
Manejo de equipos de producción	Ing. Gutiérrez Miranda	Producción	E														100%
Manejo de equipos Lincó y Meyn	Ing. Gutiérrez Miranda	Producción	P														100%
Manejo y programación de balanza digital aérea	Proveedor de equipo	Manto.	P														0%
Reprogramado: Proceso productivo de pollo beneficiado	Ing. Alexis Tirado	Producción	E														100%
Reprogramado: Puntos críticos y de control	Dr. Harol Santillán	Producción/M. anto.	P														100%
Compromiso laboral y trabajo en equipo (r.t.h.h)	Lic. Amabel Gaspar	Producción/M. anto.	E														

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

b. Verificar: Este paso se realizó mediante la aplicación de un check – list.

TABLA 6. CONSOLIDADO DE % DE CUMPLIMIENTO DE CAPACITACIONES Y ENTRENAMIENTO DE PERSONAL

CONSOLIDADO DE % CUMPLIMIENTO DE CAPACITACIONES			
ITEN	VERIF. 1 (14-05-21)	VERIF. 2 (26-08-21)	VERIF. 2 (07-10-21)
Resultado	90%	92%	93%
Interpretación	Bueno	Bueno	Bueno

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 6 se evidencia la aplicación del check list teniendo como resultados: un nivel bueno del 90% para el 14 de mayo, un nivel bueno del 92% el 26 de agosto y un nivel bueno del 93% el 07 de octubre.

c. Actuar:

Hasta el momento los resultados obtenidos en las verificaciones son buenos, en caso de obtener un valor menor a 90%, se procederá con una acción inmediata.

2.2. Ingeniería de métodos y SMED.

CR3: Poco personal de calidad y tiempo de monitoreo muy corto.

CR7: Fallas en proceso (enfriamiento y desinfección).

2.2.1. Propuesta y validación de cambio de método de desinfección.

Método actual – Inmersión:

Actualmente, el método de desinfección de carcasa de pollo es por inmersión y se realiza en el pre-chiller y chiller (los cuales deben ser llenado con 5000 litros de agua más hielo

20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions”, Hybrid Event, Boca Raton, Florida- USA, July 18 - 22, 2022.

constante), la inyección de desinfectante es mediante bombas ProMinent (2 und) y el monitoreo de concentración (120 – 150 ppm) que ejecuta el inspector de calidad, se realiza una primera verificación al iniciar el proceso y luego cada hora en ambos chillers, al mismo tiempo se encarga de hacer las regulaciones del caudal de las bombas (de acuerdo al resultado de concentración).

Pero dicho método (Inmersión) genera lo siguiente:

TABLA 7. RESULTADOS DEL USO DEL MÉTODO DE INMERSIÓN EN EL PROCESO DE POLLO BENEFICIADO

RESULTADOS DEL MÉTODO DE INMERSIÓN
*Elevado consumo de desinfectante (7.5L / Turno)
*Tiempo perdido del personal de calidad al realizar monitores c/h
*Consumo de energía por el uso de 2 bombas de inyección
*Deficiente desinfección de carcasas de pollo, debido a la inestabilidad de la concentración del desinfectante

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

Método propuesto – Aspersión (Aplicado desde Julio – 2021).

El año 2020 - 2021, se ha venido validando el método de aspersión en planta de beneficio, a través de pruebas piloto con mochilas de aspersión en forma de abanico, con una aplicación directa de 35 seg, 45 seg y 60 seg; obteniendo resultados favorables en cuanto a carga microbiana, la cual es el indicador fundamental para asegurar la vida útil del producto, asimismo genera beneficios durante el proceso de beneficiado (Tabla 8).

TABLA 8. COSTO DE MATERIALES Y EQUIPOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE ASPERSIÓN

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODO ASPERSIÓN			
Materiales y equipos	Unidad	Cantidad	Precio (\$)
Cabina de aspersión con inyectoros	U	2	2500
Bomba de transpase propia del equipo	u	1	850
Cilindros de 200 L vacíos (rehusado del desinfectante)	U	5	-
TOTAL			3350

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 9 se evidencia que el costo de mano de obra por el especialista instalador y el ayudante en total es de \$ 64.00 por un total de 16 horas.

TABLA 9. COSTO DE MANO DE OBRA

MANO OBRA	CANTIDAD	HORAS	PRECIO/H (\$)	TOTAL (\$)
Especialista instalador	1	8	5.00	40.00
Ayudante	1	8	3.00	24.00
TOTAL				64.00

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 10 se calculó el costo total de la implementación el cual asciende a \$/ 3,469.00.

TABLA 10. COSTO DE OTROS SERVICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

OTROS TRABAJOS	TOTAL (\$)
Tablero eléctrico	30.00
Transporte de equipo	25.00
TOTAL	55.00
COSTO TOTAL IMPLEMENTACION (\$)	3,469.00

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 11 se establecen los resultados obtenidos mediante el método de aspersión durante el periodo de Julio a Diciembre del 2021.

TABLA 11.
RESULTADOS DEL USO DEL MÉTODO DE ASPERSIÓN (JULIO – DICIEMBRE – 2021)

RESULTADO DEL MÉTODO DE ASPERSIÓN
*Reducción de consumo de desinfectante en un 80% (1.5 L/Turno)
*Ahorro de monitores c/h, solo se realizará la medición inicial de concentración
*Ahorro del 50% energía en uso bombas de inyección dado que solo se usa 1
*Eficiente desinfección el 99.9% de carcasas de pollo se desinfectan con una solución estable

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

2.2.2. SMED aplicando el cambio del método de desinfección.

En las tablas 12 y 13, se observa que existe una reducción de tiempo de actividades, cuando se cambia el método de desinfección; logrando un ahorro de tiempo para el personal encargado (calidad), llegando a obtener una diferencia de 4 h 43 min.

TABLA 12.
SMED – DESINFECCIÓN CON EL MÉTODO DE INMERSIÓN

Nº	ACTIVIDAD	TIPO OPERACIÓN	TIEMPO
Desinfección con el método de Inmersión			
1	Encendido de llenado de agua fría a pre-chiller y chiller	E	3h
2	Traslado de cilindro con desinfectante al lugar de bombas Pro Minent	E	15min
3	Conexión de manguera de absorción de bomba al depósito con desinfectante	E	5 min
4	Encendido de 2 bombas ProMinent	I	6min
4	Encendido de espirales y turbulencia de pre-chiller y chillers	I	10min
5	Medición inicial de concentración (120 - 150 ppm) de desinfectante (por calidad) tanto en pre-chiller como en chiller	I	10min
6	Regulación de caudal de bombas	I	10min
7	Encendido de serpentín de adición de hielo al pre-chiller y chiller	I	5min
8	Monitoreo de concentración de desinfectante cada hora, por parte de calidad, debido a que la adición de hielo desestabiliza la concentración. (En 8 horas de trabajo se realizan 7 mediciones).	I	70min
9	Regulación de cudal de bombas de acuerdo al resultado de concentración (6-5 regulaciones en turno)	I	60min
Sumatoria de tiempo			6 h 11 min.

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

TABLA 13.
SMED – DESINFECCIÓN CON EL MÉTODO DE ASPERSIÓN

Nº	ACTIVIDAD	TIPO OPERACIÓN	TIEMPO
Desinfección con el método de Inmersión			
1	Llenado de 4-5 cilindros de 200 L con agua fría	E	35min
2	Despacho y traslado de cantidad exacta de desinfectante al lugar de cilindros	E	15min
3	Adición de dosis de desinfectante a cada cilindro	I	8min
4	Medición inicial de concentración (120 - 150 ppm) de desinfectante en cada cilindro	I	20min
4	Encendido de cabina de aspersión y regulación de velocidad de lina (tiempo de contacto min 40 seg).	I	10min
5	Llenado de 4-5 cilindros de 200 L con agua fría	E	35min
Sumatoria de tiempo			1 h 28 min.

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

2.3. Estandarización de trabajo.

CR4: No existe procedimiento estandarizado de selección de carcasas.

2.3.1. Creación de procedimiento de selección de pollo beneficiado.

Se procedió con la creación del procedimiento, el cual está conformado por: objetivo, alcance, responsabilidades, definiciones y descripción del procedimiento.

20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions", Hybrid Event, Boca Raton, Florida- USA, July 18 - 22, 2022.



PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE CARCASA DE POLLO		Área Sanidad				
Código: PDSAN-034		Fecha: 11-04-2020				
Versión: 01		Página 1 de 5				
<p>1. OBJETIVO. Contar con un procedimiento específico de selección de carcasas de pollo, según su calidad con el objetivo de minimizar errores y devoluciones por parte de los clientes, por calidad de producto.</p> <p>2. ALCANCE. Aplicada planta de beneficio</p> <p>3. RESPONSABLES. Responsables de producción y calidad.</p> <p>4. DEFINICIONES Para procesos de este procedimiento se establece las siguientes definiciones: 4.1 Carcasas de primera (A1 o B1) Se refiere cuando una carcasa de pollo está libre de lesiones, presenta consistencia firme, buen olor, buen color, sin plumas ni restos de vísceras. 4.2 Carcasas de segunda (A2 o B2) Se refiere cuando una carcasa de pollo, presenta consistencia firme, buen olor, buen color; pero puede tener hematomas ligeros o restos de cañones de plumas 4.3 Carcasas para recuperación (CR) Se refiere cuando una carcasa de pollo, presenta las siguientes lesiones: hematomas pronunciados, E, coli, resaca, etc. 4.4 E. coli Es una bacteria habitual en el intestino del ser humano y de otros animales de granja. Aunque la mayoría de las cepas son inofensivas, algunas pueden causar una grave enfermedad de transmisión alimentaria. 4.5 Cautelis Signo que está relacionado con lesiones en la piel tipo traumático, ya sean por rasguños o por un proceso inflamatorio infeccioso.</p>		<p>Área Sanidad</p> <p>Código: PDSAN-034</p> <p>Fecha: 11-04-2020</p> <p>Versión: 01</p> <p>Página 2 de 5</p>				
<p>5. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.</p> <p>5.1 Proceso de selección</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividades</th> <th>Responsable (s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Actividades	Responsable (s)			<p>a. Identificación de calidad de carcasa</p> <p>- Después que la carcasa pasa por la balanza aérea y cae en las estaciones de pesado correspondiente, el operario debe tomarse de 1 - 2 minutos para revisar la carcasa completa y decidir si que línea calidad debe ser direccionada (línea A1 o B1/ A2 o B2/ CR)</p> <p>- A continuación, presentación fotográfica de los tipos de carcasa:</p> <p>Carcasa de primera:</p>  <p>Fig. 1. Carcasa de pollo</p> <p>Carcasa de segunda:</p>  <p>Fig. 2. Hematomas leves en carcasa de pollo</p> <p>Carcasa para recuperación:</p>
Actividades	Responsable (s)					

Fig.4. Procedimiento de selección de carcasa
Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

2.3.2. Resultados obtenidos después de la aplicación del nuevo procedimiento.

Esto se midió con la cantidad de reprocesos de selección o clasificación de carcasas de pollo, post aplicación y capacitación del nuevo procedimiento al personal del área encargada.

TABLA 14.
RESULTADOS DE REPROCESO (RE – SELECCIÓN) X DEVOLUCIONES DEL 2021

CONSOLIDADO DERE - SELECCIÓN DE CARCASAS X DEVOLUCIONES						
	MESES	Devolución despacho (kg)	Devolución cliente / cantidad (kg)	Total mensual (kg)	Total (kg)	(%)
Sin procedimiento	Enero	54,990.00	6,500.00	61,490.00	355,420.00	100%
	Febrero	44,785.00	13,000.00	57,785.00		
	Marzo	49,140.00	6,500.00	55,640.00		
	Abril	51,285.00	9,750.00	361,035.00		
	Mayo	54,600.00	7,800.00	62,400.00		
Sin procedimiento	Junio	47,970.00	9,100.00	57,070.00	137,995.00	39%
	Julio	32,630.00	6,500.00	39,130.00		
	Agosto	26,520.00	-	26,520.00		
	Septiembre	19,500.00	5,200.00	24,700.00		
	Octubre	13,000.00	1,950.00	14,950.00		
	Noviembre	12,025.00	1,625.00	13,650.00		
	Diciembre	15,470.00	3,575.00	19,045.00		

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

Según la Tabla 14, se evidencia que post - aplicación del procedimiento solo el 39% de estas fueron reprocesadas; demostrando así que, la creación del documento de selección de carcasa más la capacitación y entrenamiento in situ culminados en junio según cronograma de capacitación (Tabla 5) está teniendo resultados favorables en el re-proceso de pollo beneficiado.

2.4. Mantenimiento preventivo Total.

CR6: Mal funcionamiento de equipos en proceso.

CR5: Incumplimiento de mantenimiento preventivo.

TABLA 15.

INVENTARIO DE EQUIPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE POLLO BENEFICIADO

PROCESO	EQUIPOS	CANTIDAD (UND.)
Producción de pollo beneficiado	Aturdidor	1
	Killer	1
	Escaldador Lincon	1
	Ecaldador Meyn	1
	Desplumador Lincon	1
	Desplumador Meyn	1
	Cortador de patas	1
	Cortador de cabeza	1
	Lavador estático	1
	Pre - chiller	1
	Chiller	1
	Balanza digital aérea	1
	Balanza digital plataforma	2

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

TABLA 16. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN - 2021

Equipo	Actividad	Frecuencia	2021												OT	Minutos por actividad	Tiempo total / Equipes		
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic					
Aturdidor	Medición de voltaje y frecuencia	Semanal															48	5	240
	Medición amperaje	Semanal															48	5	240
Killer	Revisión mecánica	Mensual															12	10	120
	Añido de cuchilla	Semanal															48	5	240
Escaldador Lincon	Cambio de cuchilla	Quincenal															24	15	360
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480
Escaldador Meyn	Revisión de inyección de vapor	Semanal															48	15	720
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480
Desplumador Lincon	Revisión de inyección de vapor	Semanal															48	15	720
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480
Desplumador Meyn	Revisión de inyección de vapor	Semanal															48	15	720
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480
Cortador de patas	Revisión de inyección de vapor	Semanal															48	15	720
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480
Cortador de cabeza	Revisión de inyección de vapor	Semanal															48	15	720
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480
Lavador estático	Revisión de inyección de vapor	Semanal															48	15	720
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480
Pre - chiller	Revisión de inyección de vapor	Semanal															48	15	720
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480
Chiller	Revisión de inyección de vapor	Semanal															48	15	720
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480
Balanza digital aérea	Revisión de inyección de vapor	Semanal															48	15	720
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480
Balanza digital plataforma	Revisión de inyección de vapor	Semanal															48	15	720
	Revisión de tablero electrónico	Quincenal															24	20	480

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

Una vez presentado y aprobado el cronograma de mantenimiento de equipos de producción, se evaluó el porcentaje de cumplimiento, mediante un check – list.

TABLA 17.

CONSOLIDADO DE % DE CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE CRONOGRAMA – 2021

CONSOLIDADO DE % CUMPLIMIENTO DE CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
ITEN	Verif. 1 (10-03-21)	Verif. 2 (18-06-21)	Verif. 3 (10-09-21)	Verif. 4 (13-11-21)
Resultado	90%	84%	90%	92%
Interpretación	Bueno	Necesita atención	Bueno	Bueno

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 17 se evidencia la aplicación del check list teniendo como resultados: un nivel bueno del 90% para el 10 de marzo, un nivel de necesita atención del 84% el 18 de junio, un nivel de bueno del 90% el 10 de septiembre y un nivel bueno del 90% el 13 de noviembre.

TABLA 18.

INDICADORES OBTENIDOS POST - APLICACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – 2021

EQUIPOS	DISPONIBILIDAD (%)	CONFIABILIDAD (%)	MANTENIBILIDAD (%)
Aturdidor	98.30%	98.30%	100.00%
Killer	99.00%	96.00%	100.00%
Escaldador Lincon	99.00%	94.30%	100.00%
Ecaldador Meyn	99.20%	96.00%	100.00%
Desplumador Lincon	99.40%	92.40%	100.00%
Desplumador Meyn	98.20%	82.10%	100.00%
Cortador de patas	96.90%	75.60%	100.00%
Cortador de cabeza	99.10%	91.30%	100.00%
Lavador estático	99.60%	96.80%	100.00%
Pre - chiller	99.60%	95.20%	100.00%
Chiller	99.60%	95.20%	100.00%
Balanza digital aérea	98.10%	90.10%	100.00%
Balanza digital plataforma	98.90%	92.40%	100.00%

PROMEDIO 98.80% 91.50% 100.00%

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

2.5. Análisis ECRS del proceso de corte de patas y cabeza

TABLA 19. ANÁLISIS ECRS DEL PROCESO DE CORTE DE PATAS Y CABEZA

N°	ACTIVIDAD	ACTUAL				ANÁLISIS ECRS				PROPUESTA DE MEJORA	
		Tipo de actividad	Duración recurrente (m)	Tiempo de ciclo de la actividad (seg)	UNIDAD (Kg, Litro, M3, etc)	Tipo de desperdicio	ELIMINAR	COMBINAR	REORDENAR		SIMPLIFICAR
1	Pulpa desplazado transportado a cortadores de cabezas	⇒		12	No agrega valor y es necesario	Integrados			x	8	Incremento de la velocidad de la línea
2	Corte de cabeza por máquina	○		4	Si agrega valor y es necesario				x	2	Cambio de la calidad de las cuchillas (acero inoxidable) del cortador mecánico / mantenimiento preventivo.
3	Pulpa transportado a cortadores de patas	⇒		5	No agrega valor y es necesario	Integrados			x	2	Incremento de la velocidad de la línea
4	Corte de patas por máquina	○		5	Si agrega valor y es necesario				x	3	Cambio de la calidad de las cuchillas (acero inoxidable) de la cortadora de patas / mantenimiento preventivo.
5	Carcasa que a mesa receptora y es cargada a la línea de nuevo	○		4	No agrega valor y es necesario					4	-
6	Traslado a línea de eviscerado	⇒		8	No agrega valor y es necesario	Integrados			x	5	Incremento de la velocidad de la línea
Total				38						24	

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

Según la Tabla 24, se evidencia que existe una mejora en la reducción de tiempos en el proceso, claro esto con el cumplimiento del análisis ECRS y el mantenimiento preventivo propuesto.

C. Etapa 3: Evaluación económica

Cálculo de productividad post aplicación de herramientas (2020):

En la Tabla 20 se identificó que el total promedio de la eficiencia durante el periodo de enero a diciembre es de 98.90%.

TABLA 20. RESULTADOS DE EFICIENCIA

MESES	PRODUCCION REAL	PRODUCCION PROGRAMADA	EFICIENCIA
Ene	820000	837200	97.90%
Feb	801000	816400	98.10%
Mar	784250	804000	97.50%
Abr	834660	843700	98.90%
May	803095	812500	98.80%
Jun	804830	814570	98.80%
Jul	807880	814900	99.10%
Ago	799480	804500	99.40%
Sep	821862	827842	99.30%
Oct	787400	802400	99.40%
Nov	811120	814200	99.60%
Dic	830482	834500	99.50%
PROMEDIO			98.90%

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 21 se identificó que el total promedio de la eficacia durante el periodo de enero a diciembre es de 94.60%.

TABLA 21. RESULTADOS DE EFICACIA

MESES	HORAS REALES	HORAS PROGRAMADAS	EFICIENCIA
Ene	177	195	90.80%
Feb	178	195	91.30%
Mar	182	195	93.30%
Abr	183	195	93.80%
May	185	195	94.90%
Jun	186	195	95.40%
Jul	185	195	94.90%
Ago	187	195	95.90%
Sep	187	195	95.90%
Oct	189	195	96.90%
Nov	188	195	96.40%

Dic	187	195	95.90%
PROMEDIO			94.60%

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 22 se identificó que el total promedio de la productividad durante el periodo de enero a diciembre es de 0,94.

TABLA 22.
RESULTADOS DE PRODUCTIVIDAD

MESES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
Ene	97.90%	91%	0.89
Feb	98.10%	91%	0.90
Mar	97.50%	93%	0.91
Abr	98.90%	94%	0.93
May	98.80%	95%	0.94
Jun	98.80%	95%	0.94
Jul	99.10%	95%	0.94
Ago	99.40%	96%	0.95
Sep	99.30%	96%	0.95
Oct	99.40%	97%	0.96
Nov	99.60%	96%	0.96
Dic	99.50%	96%	0.95
PROMEDIO			0.94

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

TABLA 23.
COMPARATIVO DE PRODUCTIVIDAD (2020 – 2021)

MESES	PRODUCTIVIDAD 2020		PRODUCTIVIDAD 2021	
Ene	0.86	0.86	0.89	No se incluye
Feb	0.89	0.89	0.90	
Mar	0.89	0.89	0.91	
Abr	0.90	0.90	0.93	Aplicación de herramientas lean a un 80%
May	0.87	0.87	0.94	
Jun	0.87	0.87	0.94	
Jul	0.90	0.90	0.94	Aplicación al 100%
Ago	0.89	0.89	0.95	
Sep	0.86	0.86	0.95	
Oct	0.87	0.87	0.96	
Nov	0.89	0.89	0.96	
Dic	0.92	0.92	0.95	
PROMEDIO	Promedio 0.89	0.89	0.94	

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

Según la Tabla 23, se observa que la productividad promedio obtenida después de la aplicación de las herramientas Lean es de 0.94, evidenciándose una mejora en comparación al valor del 2021; asimismo se espera que el próximo año la empresa pueda llegar al STD propuesto: 0.98.

D. Etapa 4: Análisis comparativo de productividad antes y después de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing

Para evaluar el impacto económico, primero se calculó las ventas perdidas (2020), en base a las eliminaciones de producto, ya sea por deterioro de producto, fallas humanas y/o equipos.

En la Tabla 24 se obtuvo el promedio de eliminación para el periodo 2020, alcanzando un total de 218051 kg.

TABLA 24.
ELIMINACIONES DE PRODUCTO – 2020

MESES	ELIMINACIONES 2020 (KG)
Ene	18400
Feb	15600
Mar	17800
Abr	14500
May	17482
Jun	16879
Jul	14500

Ago	19400
Sep	19784
Oct	22478
Nov	19741
Dic	21487
PROMEDIO	218051

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 25 se obtuvo el total de ventas perdidas, el cual fue calculado mediante la multiplicación de los kilos perdidos, resultados obtenidos de la Tabla 24 por el precio por Kg (4.5). El monto total asciende a S/ 981229.5.

TABLA 25.
VENTAS PERDIDAS - 2020

KILOS PERDIDOS	PRECIO / KILO	TOTAL PERDIDO (S/)
218051	4.5	981229.5

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 26 se detallaron los costos generados por la implementación de las herramientas, el monto total asciende a S/ 13401.5.

TABLA 26.
COSTOS GENERADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN

HERRAMIENTA LEAN	COSTO (\$)	COSTO (S/)
Kai<en	0	-
Ingeniería método	3469	12141.5
SMED	0	-
Estandarización trabajo	0	-
TPM	0	-
ECRS	360	1260
TOTAL		13401.5

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

Por último, se evaluó el costo beneficio de la aplicación de herramientas en la empresa

TABLA 27.
DIFERENCIA DE PRODUCTO SIN ELIMINAR (2020 – 2021)

MESES	ELIMINACIONES 2019 (KG)	ELIMINACIONES 2020 (KG)	DIFERENCIA (KG)
Ene	18400	17200	1200
Feb	15600	15400	200
Mar	17800	19750	-1950
Abr	14500	9040	5460
May	17482	9405	8077
Jun	16879	9740	7139
Jul	14500	7020	7480
Ago	19400	5020	14380
Sep	19784	6004	13780
Oct	22478	5000	17478
Nov	19741	2000	17741
Dic	21487	4580	16907
Total (Kg)	218051	110159	107892
Total (S/)	981229.5	495715.5	485514

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

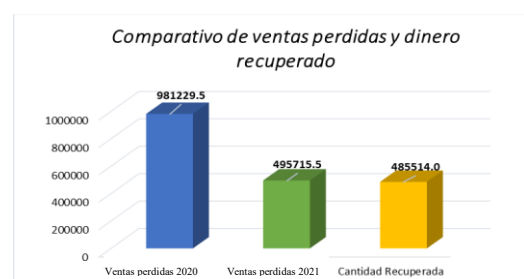


Fig.5. Comparativo de ventas perdidas y cantidad recuperada
Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

En la Tabla 28 se evaluó el valor promedio mensual ahorrado, este resultado es post aplicación de las herramientas, alcanzando un promedio de S/ 54221.00.

TABLA 28.
VALOR PROMEDIO MENSUAL AHORRADO, POST APLICACIÓN
HERRAMIENTAS LEAN

PROMEDIO (KG)	PRECIO / KILO	TOTAL PROMEDIO (S/)
12049.1	4.5	54221

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

Para calcular el valor promedio mensual de kg recuperados del 2021, se tomó desde el mes de abril, debido a que la implementación de herramientas Lean era significativa.

TABLA 29.
FLUJO DE RETORNO, POST – APLICACIÓN DE HERRAMIENTA LEAN

CONCEPTOS / AÑOS	0	1	2	3
A. INGRESOS TOTALES	S/ -	S/ 54,220.95	S/ 59,643.05	S/ 65,607.35
Kg recuperados promedio		12049.00	13254.00	14579.00
Precio Unitario x Kg		S/ 4.50	S/ 4.50	S/ 4.50
Ingreso Por Ventas Perdidas		S/ 54,220.95	S/ 59,643.05	S/ 65,607.35
Aporte Propio	S/ -			
B. EGRESOS TOTALES	S/ 13,401.50	S/ 12,245.84	S/ 17,892.91	S/ 19,682.20
Inversión	S/ 13,401.50			
Gastos pre-operativos				
costo de Producción / compras				
Gastos Administrativos				
Gasto de Ventas				
Impuesto a la Renta		S/ 12,245.84	S/ 17,892.91	S/ 19,682.20
C. FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	-S/ 13,401.50	S/ 41,975.12	S/ 41,750.13	S/ 45,925.14
Interés				
Amortización				
D. FLUJO DE CAJA FINANCIERO	-S/ 13,401.50	S/ 41,975.12	S/ 41,750.13	S/ 45,925.14
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-S/ 13,401.50	S/ 28,573.62	S/ 70,323.75	S/ 116,248.89

VAN =	84,864.23
TIR =	256%
PERIODO DE RECUPERACIÓN	0.32

Fuente: Adaptado de Pérez y Vásquez. [16]

Según la tabla 29, se visualiza que el periodo de recuperación de dinero es a los 0.32 años, y al finalizar el segundo año post implementación de las herramientas Lean se obtendrá un monto de 70 323.75 soles.

VI. RESULTADOS

Los resultados colocados en este artículo provienen de la Tesis denominada “Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de una empresa de beneficio de aves”, elaborada para obtener el grado de Ingeniero Industrial [16].

A. LEAN MANUFACTURING

I. TPM

Nivel de disponibilidad.

El nivel de disponibilidad durante la evaluación post – test es de 98.1% frente a un 97.6% en el pre - test, notándose un incremento de 0.51%.

TABLA 30
NIVEL DE DISPONIBILIDAD

DIMENSIÓN	TPM	SUB DIMENSIÓN	DISPONIBILIDAD	
INDICADOR	FORMULA		ANTES	DESPUÉS
Nivel de disponibilidad	(MTBF) / (MTBF+MTTR)		97.6%	98.1%

Elaboración propia

Nivel de confiabilidad.

El nivel de confiabilidad durante la evaluación post – test es de 91.5% frente a un 69.5% en el pre - test, notándose un incremento de 31.65%.

TABLA 31
NIVEL DE CONFIABILIDAD

DIMENSIÓN	TPM	SUB DIMENSIÓN	CONFIABILIDAD	
INDICADOR	FORMULA		ANTES	DESPUÉS
Nivel de confiabilidad	$(e^{(-\lambda \cdot TTP)/100}) * 100\%$		69.5%	91.5%

Elaboración propia

Nivel de mantenibilidad.

El nivel de mantenibilidad durante la evaluación post – test es igual que el pre - test, notándose equilibrio en este indicador.

TABLA 32
NIVEL DE MANTENIBILIDAD

DIMENSIÓN	TPM	SUB DIMENSIÓN	MANTENIBILIDAD	
INDICADOR	FORMULA		ANTES	DESPUÉS
Nivel de mantenibilidad	$(e^{(-\lambda \cdot TTP)/100}) * 100\%$		100%	100%

Elaboración propia

II. SMED

Tiempo ganado.

Se ha obtenido una reducción de tiempo de 4 horas con 43 minutos para el personal encargado de calidad, esto es generado por el cambio del metodo de desinfección.

TABLA 33
TIEMPO GANADO

DIMENSIÓN	SMED	SUB DIMENSIÓN	TIEMPO GANADO	
INDICADOR	FORMULA		ANTES	DESPUÉS
Tiempo ganado	$(\text{Tiempo inicial}) / (\text{Tiempo final})$		6h 11min	1h 28min

Elaboración propia

III. ECRS

Tiempo ganado.

Se ha obtenido una reducción de tiempo en el proceso de 4 segundos, esto es generado por el analisis ECRS y el mantenimiento preventivo.

TABLA 34
TIEMPO GANADO

DIMENSIÓN	ECRS	SUB DIMENSIÓN	TIEMPO GANADO	
INDICADOR	FORMULA		ANTES	DESPUÉS
Tiempo ganado	$(\text{Tiempo inicial}) / (\text{Tiempo final})$		28 seg	24 seg

Elaboración propia

B. PRODUCTIVIDAD

IV. EFICIENCIA

Nivel de eficiencia.

El nivel de eficiencia durante la evaluación post – test es de 98.9% frente a un 97.8% en el pre - test, notándose un incremento de 1.12%.

TABLA 35

NIVEL DE EFICIENCIA

DIMENSIÓN	PRODUCTIVIDAD	SUB DIMENSIÓN	EFICIENCIA	
INDICADOR	FORMULA		ANTES	DESPUÉS
Nivel de eficiencia	(Producción real) / (Producción esperada)		97.8%	98.9%

Elaboración propia

V. EFICACIA

Nivel de eficacia.

El nivel de eficacia durante la evaluación post – test es de 94.6% frente a un 90.5% en el pre - test, notándose un incremento de 4.53%.

TABLA 36
NIVEL DE EFICACIA

DIMENSIÓN	PRODUCTIVIDAD	SUB DIMENSIÓN	EFICACIA	
INDICADOR	FORMULA		ANTES	DESPUÉS
Nivel de eficacia	(Horas trabajadas) / (Horas programadas)		90.5%	94.6%

Elaboración propia

VI. PRODUCTIVIDAD

Nivel de productividad.

El nivel de cumplimiento durante la evaluación post – test es de 0.94 frente a 0.89 en el pre - test, notándose un incremento de 5.61%.

TABLA 37
NIVEL DE PRODUCTIVIDAD

DIMENSIÓN	PRODUCTIVIDAD	SUB DIMENSIÓN	PRODUCTIVIDAD	
INDICADOR	FORMULA		ANTES	DESPUÉS
Nivel de productividad	Eficiencia - Eficacia		0.89	0.94

Elaboración propia

VII. DISCUSIONES

Los resultados obtenidos de la Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad son parte de la Tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial [16].

En el diagnóstico realizado se determina que las principales causas que afectan la productividad de la empresa (Tabla 4), son: falta de entrenamiento del personal, falta de procedimientos estandarizados, poco personal, mal funcionamiento de equipos, fallas en calidad de producto, etc. Siendo esto, respaldado por los trabajadores de la organización y los datos recopilados.

Ante esta situación, la propuesta de investigación “Aplicación de herramientas Lean Manufacturing”; es avalada por, [6] quién confirma en su investigación “Implementación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar productividad en Planta de Producción de Galletas”, que la aplicación de herramientas enfocadas en el ascenso de la eficiencia y productividad de la línea de galletas, basado en un proceso productivo confiable (equipos, personas y procesos), logra varios beneficios en diferentes aristas para la organización en cuanto a productividad, calidad, costos, seguridad; pero principalmente en las personas, dado que permite desarrollar habilidades y conocimientos que hacen sostenible la prosperidad en la organización. Asimismo, [7], en su tesis “Diseño y aplicación piloto de una propuesta de progreso al sistema productivo basado en la herramienta de calidad Lean Manufacturing en la Empresa Cocinas Heck”,

concluye que, la aplicación estas permitió mitigar los desperdicios de la compañía en diferentes formas como en este caso; 5S obtuvo un perfeccionamiento de 15.36% y 7.2% en la recuperación de espacio de 2 estaciones de trabajo, las operaciones estándares lograron un 18.8% de progreso en la cadena productiva, es decir de producir 16.53 cocinas ahora producen 20.36 y la auditoría TPM permitió desarrollar controles de mantenimiento y seguridad evitando así accidentes.

De igual forma, [8] en su trabajo “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la línea de moldeado de la empresa chocolates GURE S.A.C”, asegura que las implementaciones basadas en dichas herramientas, otorgó perfeccionar la productividad de la cadena productiva en un 48% el cual viene hacer la variación porcentual de los datos de la pre pruebas y post prueba, evidenciando que la media de productividad antes de la aplicación del manufacturing obtuvo un valor de 0.5373 y después un valor de 0.7993, permitiendo así incrementar también, la eficiencia y eficacia en la línea de moldeado de la organización.

En la recopilación de datos, se encontró que la empresa en el año 2020 tenía una productividad de 89%, lo cual evidencia que no se realizó un trabajo eficiente en el proceso, viéndose reflejado en las ventas perdidas (Tabla 25), siendo esta otra razón por la que se procedió a plantar el presente trabajo de investigación, dado que existieron varios autores que respaldan que la aplicación de las herramientas mejoran la productividad, entre ellos se tiene a: [9], quién en su estudio “Propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing y su incidencia en la productividad de la piscigranja Trucha Dorada de la ciudad de Chota, Cajamarca”; logró un ascenso del 33.3% de productividad, así como, una eficiencia en el tiempo de 93.3% y en producción de 87.7%. [10], en su trabajo “Propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de producción de panela orgánica en la sociedad agroindustrias centurión S.R.L”, logró incrementar la productividad en un 28.4% con respecto a la mano de obra. [11], en su investigación “Propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la organización Maquila Agroindustrial Import & Export S.A.C”, obtuvo un adelanto en la productividad, pasando de 82.14% a un 86.75%, así como un beneficio de S/. 147,673.09. [12], en su estudio “Implementación de Herramientas de Lean Manufacturing y su incidencia en la productividad del Área de Corte y Eviscerado de una firma pesquera año 2018” concluyeron que estas tienen una incidencia positiva en la productividad del área de corte y eviscerado de un 22% en la producción. Y [13] en su estudio “Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima en el área de producción de una asociación esparraguera”, obtuvieron un resultado positivo, un progreso en eficiencia equipos (79.59%) y un incremento de la productividad de 5%.

En cuanto a los resultados obtenidos después de la aplicación de herramientas Lean en la empresa se tiene: un ahorro de S/ 485 514 (Tabla 27); optimización del trabajo del personal, obteniendo resultados de porcentaje de cumplimiento mayores a 90%, mejoras de tiempos en proceso (Tabla 14 y 15). Asimismo, se logró una disponibilidad promedio de 98.8% y una confiabilidad promedio de 91.5%. Pero lo más resaltante, fue el nuevo valor de productividad

promedio obtenido 94%; siendo este valor, el que responde a la interrogante y confirma la hipótesis: “La aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, incrementa la productividad de la compañía en el año 2021”.

Del mismo modo, en la evaluación de costo beneficio se logró evidenciar que la aplicación de la propuesta logra un periodo de retorno de 0.32 años y al cabo del segundo año se obtendría un monto de S/ 70 323.75 (Tabla 29). Siendo esto respaldado por, [14], quién en su estudio “Implementación de manufactura esbelta en una empresa de alimenticia”, concluye que, la implementación de Lean Manufacturing le costó a la compañía en estudio \$ 5,400, mientras que la ganancia fue de \$ 9,200, por lo tanto, es posible mencionar que por cada dólar que la compañía gastó en implementar la metodología generó un retorno de \$ 0,70; confirmando así, que la implementación de herramientas no es un gasto sino un ahorro.

Con respecto a limitaciones, en el desarrollo de la investigación no se presentaron, debido a que es un tema en pleno auge y existen muchos trabajos previos que permitieron entender el desarrollo de la metodología Lean Manufacturing. Y como implicancia, la ejecución del estudio propuesto permite afirmar que, con la aplicación de herramientas en otras áreas de la empresa en estudio, se logra mejorar aún más la productividad ya obtenida.

VIII. CONCLUSIONES

Se concluye que, la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, tiene un impacto positivo del 5% (V. inicial: 0.89 – V. final: 0.94) en la productividad promedio de la empresa de beneficios de aves.

Con el diagnóstico, se determinó las múltiples causas raíz que ocasionan la baja productividad de la empresa en estudio, siendo el 80% de estas: falta de entrenamiento del personal, fallas en proceso y falta de procedimientos estandarizados.

Se confirmó que, la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, en la empresa logra mejoras de eficiencia de personal, de equipos, tiempo y dinero; representándose todo en un solo indicador “productividad”.

Se determinó que, el impacto económico de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la empresa, generó una cantidad recuperada de S/ 485 514, un periodo de retorno de 0.32 años y al cabo del segundo año se obtendría un monto de S/ 70 323.75.

IX. REFERENCIAS

[1] Aho, P. (2015). Situación mundial de la avicultura. Poultry Perspective. Recuperado de: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/situacion-mundial-avicultura-t32552.htm>

[2] Asociación Peruana de Avicultura. (2019). Perú: producción de pollo incrementa un 3,5% entre enero y septiembre 2019. Obtenido de:

[3] Mercados & Regiones. (2019, 3 de mayo). La Libertad: avicultura en la región continúa creciendo y ya se ubica en el segundo puesto. Obtenido de: <https://mercadosyregiones.com/2019/05/03/la-libertad-avicultura-en-la-region-continua-creciendo-y-ya-se-ubica-en-el-segundo-puesto/>

[4] Hernández, J. y Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implantación. Madrid, España. Fundación EOI.

[5] Gutiérrez (2014), calidad y productividad: cuarta edición – MC GRAW HILL Education, México.

[6] Contreras, N., Huertas, J.J. y Portugal, A.A. (2018). Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar productividad en planta de producción de galletas. (Tesis de Maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. Recuperado de: <file:///C:/Users/USER/Desktop/Taller%20de%20Tesis/tesis%20-antecedentes/Lean%20en%20empresa%20galletas.pdf>

[7] Aro, P. (2017). Diseño y aplicación piloto de una propuesta de mejora al sistema productivo basado en la herramienta de calidad Lean Manufacturing en la Empresa Cocinas Heck. (Tesis de Licenciatura). Universidad Austral de Chile, Puerto Montt. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmfcia769d/doc/bpmfcia769d.pdf>

[8] Halanocca, E. (2018). Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la línea de moldeado de la Empresa Chocolates Gure S.A.C. (Tesis de Titulación). Universidad Cesar Vallejo, Callao, Lima. Recuperada de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_e8680aea118f4bd749a530e64a25848/Description#tabnav

[9] Galvez, K. (2019). Propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing y su incidencia en la productividad de la piscigranja Trucha Dorada de la ciudad de Chota, Cajamarca. (Tesis de Titulación). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperada de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22320/Galvez%20Verastegui%20Katterin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[10] Correa, C. y Huamán, Z (2016). Propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de producción de panela orgánica en la empresa agroindustrias centurión S.R.L. (Tesis de Titulación). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado de: [file:///C:/Users/USER/Downloads/Correa%20Namoc%20Carmen%20Mir ella%20Huam%C3%A1n%20V%C3%A1squez%20Zeyla%20Amalia%20\(Tesis%20Parcial\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Correa%20Namoc%20Carmen%20Mir ella%20Huam%C3%A1n%20V%C3%A1squez%20Zeyla%20Amalia%20(Tesis%20Parcial).pdf)

[11] Merlo, J. y Ojeda, I. (2017). Propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la producción de pastas gourmet en la empresa maquila agro industrial Import & Export S.A.C para mejorar su productividad. (Tesis de Titulación). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/5535/Rodrigo%20Aguilar%20Over.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[12] Mendoza, J. y Nacarino, L (2018). Implementación de Herramientas de Lean Manufacturing y su incidencia en la productividad del Área de Corte y Eviscerado de una empresa pesquera año 2018. (Tesis de Titulación). Universidad Privada del Norte, La Libertad, Perú. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14980/Mendoza%20ORam%c3%adrez%20Jorge%20Manuel%20-%20Nacarino%20R%c3%ados%20Leonel%20Belisario%20-Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[13] Namuche, V. y Zare, R. (2016). Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima en el área de producción de una empresa esparraguera para el año 2016. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad. Recuperado de <http://dspace.untru.edu.pe/handle/UNITRU/9990>

[14] Viteri, J., Matute, E., Viteri, C. y Rivera, N. (2016). Implementación de manufactura esbelta en una empresa alimenticia. Enfoque UTE. Vol. 7, n°1. Recuperado de: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422016000100001&lang=es

[15] Barcia, K., Perero, W. y González, V. (2017). Mejoramiento del Proceso de Fraccionamiento de Agroquímicos Usando Técnicas de Producción Esbelta. Education, and Technology. Global Partnerships for Development and Engineering Education. Recuperado de: http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/full_papers/FP51.pdf

[16] Pérez, E. y Vásquez, M. (2021). Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing, para mejorar la Productividad de una Empresa de beneficio de Aves – Trujillo, 2020”. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú.