



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

“Optimización del sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel-campo Salcedo aplicando Lean Six Sigma”.

JOSÉ LUIS SALAZAR REYES

Trabajo de Titulación modalidad: Proyecto de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS MENCIÓN EN
OPTIMIZACIÓN Y PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL.**

RIOBAMBA - ECUADOR

JUNIO 2024

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, José Luis Salazar Reyes, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

Riobamba, mayo 2024



Ing. José Luis Salazar Reyes

C.I.: 80346787-5

©2024 Salazar Reyes, José Luis

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad **Proyectos de Investigación y desarrollo**, titulado: **Optimización del sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel-campo Salcedo aplicando Lean Six Sigma**, de responsabilidad del señor: **José Luis Salazar Reyes**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

Ing. Sayuri Monserrat Bonilla Novillo, Mag.
PRESIDENTE

Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano, Mag.
DIRECTOR

Ing. Julio César Moyano Alulema, Mg.
MIEMBRO

Ing. Juan Carlos Cayán Martínez, Mg.
MIEMBRO

Riobamba, junio 2024

DEDICATORIA

“Caminante, no hay camino, se hace camino al andar” (Machado, 1912)

Este trabajo está dedicado:

A Dios por ser mi guía y fortalecer en mi vida, acompañándome en todo momento.

A mis padres Héctor Rómulo y Teresita de Jesús quienes me supieron apoyar en todo instante y de manera muy especial a mi familia Paulina, María Catalina y Felipe Emiliano quienes en ningún momento dudaron de mi capacidad y fortaleza para culminar con éxito esta meta propuesta.

A quienes han compartido un entorno laboral y que han sido parte del aprendizaje ganado día a día en las tareas que he realizado tanto en las aulas como en el lugar de estudio, al personal de la Avícola Santa Elenita Santeel S.A., que no dudaron en abrirme las puertas para realizar el análisis y en especial al Ing. Bolívar Pérez administrador del campo Salcedo que fue de fundamental apoyo para la realización de este estudio.

A mis maestros que han estado presentes en el ámbito de la enseñanza que a través de sus conocimientos compartidos han hecho que este trabajo se llegue a concretar.

José Luis

AGRADECIMIENTO

Mi eterna gratitud

A la Avícola Santa Elenita "SANTEEL "S.A., campo Salcedo, en la persona del Ing. Patricio Altamirano como gerente propietario, de la misma forma al Ing. Bolívar Pérez en calidad de administrador del campo Salcedo, quien de una forma cordial y amigable me han brindado todas las facilidades dentro de sus instalaciones para lograr que el trabajo propuesto se pueda llevar a cabo de acuerdo a lo previsto.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y al Instituto de Posgrado y educación Continua con todas sus autoridades y principalmente al Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano Mag, en calidad de director y el Ing. Julio Cesar Moyano Alulema Mag, el Ing. Juan Carlos Cayán Martínez Mag, en calidad de miembros, quienes con sus conocimientos y experiencias me supieron ayudar para la realización de este proyecto de titulación.

Que gracias a su apoyo, conocimientos y vasta experiencia han contribuido para la realización del presente trabajo de titulación.

José Luis

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
SUMMARY	xvi

CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Planteamiento del problema	2
1.2.	Planteamiento de la Investigación.....	3
1.2.1.	<i>Formulación del problema</i>	5
1.2.2.	<i>Sistematización del problema</i>	5
1.3.	Justificación de la investigación: teórica, metodológica y práctica.....	5
1.4.	Objetivos.....	6
1.4.1.	<i>Objetivo general</i>	6
1.4.2.	<i>Objetivos específicos</i>	6
1.5.	Hipótesis	6

CAPÍTULO II

2.	MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO.....	7
2.1.	Avícolas en el Ecuador	7
2.1.1.	<i>Buenas prácticas avícolas – BPA</i>	9
2.2.	Lean Manufacturing (Six Sigma).....	10
2.2.1.	<i>Definición</i>	10
2.2.2.	<i>Principios del sistema Lean Manufacturing</i>	11
2.3.	Estadística descriptiva.....	11
2.4.	Capacidad del proceso.....	14
2.5.	Cartas de control	17
2.5.1.	<i>Causas de variación:</i>	18
2.5.2.	<i>Elementos de una Carta de control:</i>	19
2.6.	Índice de inestabilidad St:.....	25
2.7.	Productividad.....	25
2.7.1.	<i>Tipos de productividad</i>	26
2.8.	Importancia de la productividad.....	26
2.9.	Los desperdicios.....	27

2.9.1.	Clasificación de los huevos, considerados como desperdicio	29
2.10.	Metodología DMAIC	30
2.11.	Sistema Automático de recolección en galpones	31
2.11.1.	<i>Información técnica de los galpones semi automáticos.</i>	32
2.11.1.1.	<i>Ubicación de los equipos y lugares al interior de los Galpones</i>	33
2.11.1.2.	<i>Listado de funciones y especificaciones del galpón</i>	37
2.12.	Identificación de variables	38
2.13.	Matriz de consistencia	38
2.14.	Operacionalización de variables	39

CAPÍTULO III

3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.1.	Enfoque de la investigación	41
3.2.	Diseño de la Investigación	41
3.3.	Tipo de Estudio	41
3.4.	Método de investigación	42
3.4.1.	<i>Investigación Documental</i>	42
3.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	42
3.6.	Muestra	43
3.7.	Recolección previa de datos de producción	43
3.8.	Análisis cuantitativo de la estadística descriptiva – Capacidad del proceso	44
3.9.	Capacidad actual del proceso	47
3.10.	Análisis del proceso de recolección	50
3.10.1.	<i>Diagrama ISHIKAWA</i>	50
3.10.2.	<i>Diagrama de Pareto</i>	52
3.10.3.	<i>Definir las causas de mayor incidencia</i>	53
3.11.	Análisis de Correlación y Regresión lineal de datos	54
3.12.	Prueba de hipótesis	56

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1.	Propuesta de metodología DMAIC en los galpones semi automáticos A3 y A4 ... 62	62
4.2.	Exceso de velocidad en la recolección de los huevos	68
4.3.	Envejecimiento de las gallinas	70
4.4.	Mejorar la destreza en la manipulación de los huevos	70

4.5.	Condición Actual	73
4.6.	Condición Propuesta	73
4.7.	Impacto económico	75

CAPÍTULO V

5.	PROPUESTA	77
5.1.	Fase de control	77
5.2.	Análisis de la Capacidad del proceso	77
5.3.	Análisis de las Cartas de control	80
5.4.	Plan de control	82
5.5.	Registro actual de recolección de datos en el galpón	82
5.6.	Registro propuesto de recolección de datos en el galpón	83
5.7.	Plan de control y respuesta	84
5.8.	Aplicación de Lean Manufacturing	85
5.8.1.	<i>Propuesta para la aplicación de las 5S.</i>	85
5.8.2.	<i>Interpretación: Seiri – (Clasificar)</i>	86
5.8.3.	<i>Interpretación: Seiton – (Ordenar)</i>	87
5.8.4.	<i>Interpretación: Seiso – (Limpiar)</i>	88
5.8.5.	<i>Interpretación: Seiketsu – (Estandarizar)</i>	88
5.8.6.	<i>Interpretación: Shitsuke – (Disciplina)</i>	89

CONCLUSIONES.....	90
-------------------	----

RECOMENDACIONES.....	91
----------------------	----

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Personal activo de la Avícola.	2
Tabla 2-1:	Descripción de galpones en campo Samanga.....	4
Tabla 3-1:	Descripción de galpones campo Salcedo.	4
Tabla 1- 2:	Capacidad de producción en campo Salcedo.	8
Tabla 2- 2:	Clasificación de tamaño en producción.....	8
Tabla 3- 2:	Valores de Cp. y su interpretación.	16
Tabla 4- 2:	Terminología de producción.	26
Tabla 5- 2:	Matriz de consistencia.....	39
Tabla 6- 2:	Matriz de Operacionalización	40
Tabla 1-3:	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.	43
Tabla 2-3:	Ciclo de postura por semanas de producción.	44
Tabla 3-3:	Causas e incidentes para la rotura de huevos.	53
Tabla 4-3:	Pruebas estadísticas para verificar normalidad de datos.	57
Tabla 5-3:	Tabla de pruebas a realizar de acuerdo a su Normalidad.	59
Tabla 6-3:	Resultados de contraste Spearman de dos muestras, en galpón A3.	60
Tabla 7-3:	Resultados de contraste Spearman de dos muestras, en galpón A4.	61
Tabla 1-4:	Registro de datos actuales por ciclo de postura, en galpón A3.	62
Tabla 2-4:	Registro de datos actuales por ciclo de postura, en galpón A4.	64
Tabla 3-4:	Registro de datos con la mejora aplicada por ciclo de postura, en galpón A3. .	65
Tabla 4-4:	Registro de datos con la mejora aplicada por ciclo de postura, en galpón A4. .	67
Tabla 5-4:	Resumen actual de producción, en galpones semi automáticos A3 y A4.	69
Tabla 6-4:	Resumen propuesto de producción, en galpones semi automáticos A3 y A4. ..	69
Tabla 7-4:	Resumen de acción y tiempos por cada mano, actual.	73
Tabla 8-4:	Resumen de acción y tiempos por cada mano, propuesta.	74
Tabla 9-4:	Resumen de producción de huevos, galpón A3.....	74
Tabla 10-4:	Resumen de producción de huevos, galpón A4.....	74
Tabla 11-4:	Producción de huevos actual vs propuesto, galpón A3.	75
Tabla 12-4:	Producción de huevos actual vs propuesto, galpón A4.	76
Tabla 13-4:	Resumen incremento de la producción.....	76
Tabla 1-5:	Registro actual de producción, en galpones semi automáticos A3 y A4.....	83
Tabla 2-5:	Registro propuesto de producción, en galpones semi automáticos A3 y A4.....	84
Tabla 3-5:	Plan de control y respuesta propuesto, galpones semi automáticos A3-A4.	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Logotipo de la Avícola.....	1
Figura 2-1:	Esquema de crianza y proceso hasta llegar a la distribución del producto.....	3
Figura 1-2:	Tipo de huevos rotos en la avícola.	9
Figura 2-2:	Los 7 tipos de despilfarros (MUDOS) o desperdicios de las empresas.....	28
Figura 3-2:	Clasificación de huevos no incubables en planteles avícolas.....	30
Figura 4-2:	Sistema automático de recolección.	32
Figura 5-2:	Paneles húmedos frontales y laterales del galpón.	34
Figura 6-2:	Paneles de control y alarmas internas del galpón.	34
Figura 7-2:	Control de recolección de huevos por filas y pisos (m/min).	35
Figura 8-2:	Extractores exteriores de aire.	35
Figura 9-2:	Transportador interno y externo de gallinaza o abono.	36
Figura 10-2:	Banda transportadora del galpón hacia la bodega.	36
Figura 11-2:	Empaque y clasificación de huevos en la bodega.	37
Figura 12-2:	Bodega o área de despacho hacia los clientes.	37
Figura 1-3:	Ecuaciones para cálculo de grafica X y S barra.	44
Figura 1-4:	Ciclo de envejecimiento de las gallinas.....	70
Figura 1-5:	Apilado de cubetas de acuerdo al tamaño.	87
Figura 2-5:	Orden y clasificación de los huevos.	87
Figura 3-5:	Limpiar los recipientes después de cada recolección.	88
Figura 4-5:	Inspección luego de clasificar los huevos.	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Tipo de aves y planteles avícolas en Tungurahua.	7
Gráfico 2-2:	Parámetros básicos de la estadística descriptiva	12
Gráfico 3-2:	Especificación del índice de capacidad potencial.....	15
Gráfico 4-2:	Índice de capacidad potencial.....	17
Gráfico 5-2:	Control de la variabilidad del proceso.....	18
Gráfico 6-2:	Elementos de una carta de control.....	19
Gráfico 7-2:	La carta X detecta cambios en la medida del proceso.....	20
Gráfico 8-2:	La carta R detecta cambios en la amplitud de la dispersión.....	20
Gráfico 9-2:	Zonas de una carta de control de un proceso estable.....	21
Gráfico 10-2:	Zonas de una carta de control, con patrones no aleatorios.	22
Gráfico 11-2:	Carta de control, con patrones no aleatorios, en ascenso.	23
Gráfico 12-2:	Carta de control, con patrones cíclicos.....	23
Gráfico 13-2:	Carta de control, con patrones de alta variabilidad.	24
Gráfico 14-2:	Carta de control, con patrones de estratificación.....	24
Gráfico 15-2:	Esquema de ubicación, controles y equipos en galpones.	33
Gráfico 1- 3:	Gráfica X barra, en galpón A3.	45
Gráfico 2- 3:	Gráfica X barra, en galpón A4.	46
Gráfico 3- 3:	Gráfica de proceso incapaz, y proceso con cambio de variación.	47
Gráfico 4- 3:	Gráfico de desempeño del proceso, en el galpón A3.	48
Gráfico 5- 3:	Gráfico de desempeño del proceso, en el galpón A4.	49
Gráfico 6- 3:	Diagrama de Causa y Efecto para la cantidad de desperdicios	51
Gráfico 7- 3:	Diagrama de Pareto realizado en galpón A3 – A4.	53
Gráfico 8- 3:	Gráfica de dispersión y correlación lineal en galpón A3.....	55
Gráfico 9- 3:	Gráfica de dispersión y correlación lineal en galpón A4.....	56
Gráfico 10- 3:	Gráfica de Kolmogorov–Smirnov, con datos del galpón A3.	57
Gráfico 11- 3:	Gráfico de Kolmogorov–Smirnov, con datos del galpón A4.....	58
Gráfico 12- 3:	Gráfica de Correlación de Spearman, en galpón A3.	60
Gráfico 13- 3:	Gráfica de Correlación de Spearman, en galpón A4.	61
Gráfico 1- 4:	Bimanual actual de recolección de huevos, en bodega.	71
Gráfico 2- 4:	Gráfico Bimanual propuesto de recolección de huevos, en bodega.	72
Gráfico 1-5:	Evaluación comparativa de escenarios inicial y propuesto – Galpón A3.....	78
Gráfico 2-5:	Comparación de la propuesta del proceso, en galpón A3.....	78
Gráfico 3-5:	Comparación gráfica de la propuesta del proceso, en galpón A4.	79
Gráfico 4-5:	Comparación de la propuesta del proceso, en galpón A4.....	79

Gráfico 5-5:	Comparación, Desv. Est. y media del proceso, en galpón A3.....	80
Gráfico 6-5:	Comparación de rangos y medias del proceso propuesto, en A3.	80
Gráfico 7-5:	Comparación, Desv. Est. y media del proceso, en galpón A4.....	81
Gráfico 8-5:	Comparación de rangos y medias del proceso propuesto, en A4.	81

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FORMATO DE ENTREVISTA

ANEXO B: TABLAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ACTUALES

ANEXO C: IMÁGENES DE LOS GALPONES Y PROCESO DE RECOLECCIÓN

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue optimizar el sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda. (2022) – campo Salcedo, aplicando Lean Six Sigma. Para ello se utilizó la metodología DMAIC y las 5S. En la fase inicial de la metodología DMAIC se evaluó la situación actual de los galpones A3 y A4, seleccionados por su capacidad de producción de 98,000 aves cada uno. A través de los registros diarios de recolección de huevos en bodega, se estimó la cantidad de desperdicios generados. Mediante inspección in-situ en el galpón A3 se encontró que la producción tenía desperdicios (huevos rotos). Posteriormente, se identificó un leve incumplimiento de los parámetros de las 5S, en el proceso de recolección, clasificación y empaque de huevos en la bodega de la Avícola Santa Elenita Santeel, creando nuevos registros de producción diaria para la recolección de huevos, realizando diagramas bimanuales en este proceso. Logrando resultados significativos donde la propuesta implementada arrojó resultados positivos con un registro en el galpón A3, un aumento de 10,491 huevos con 0.97% de desperdicios, mientras en el galpón A4, la producción aumentó en 8,064 huevos con 0.89% de desperdicios. Significando un aumento en las ganancias por ciclo de producción de \$1,484.40. Se concluye que la metodología DMAIC aplicada fue eficiente en la disminución de desperdicios lo cual reflejó en el porcentaje de huevos rotos en el galpón A3 y A4, siendo una cantidad significativa. Se recomienda a la empresa, instruir a todo el personal que trabaja en la Avícola Santa Elenita Santeel - campo Salcedo sobre la metodología que se está aplicando y el uso de los formatos nuevos de recolección de datos de producción en la bodega, ya que el personal es polivalente en la avícola.

Palabras clave: <OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN>, <DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS>, <RECOLECCIÓN DE HUEVOS>, <GALPONES AUTOMÁTICOS>, <METODOLOGÍA DMAIC (DEFINIR, MEDIR, ANALIZAR, MEJORAR, CONTROLAR)>.



Firmado electrónicamente por:
JOSE LIZANDRO
GRANIZO ARCOS



0041-DBRAI-UPT-DP-2024

16-05-2024

SUMMARY

The aim of this study was to optimize the production system to reduce waste in the collection of eggs in automatic sheds of the Poultry Santa Elenita Santeel Cía. Ltda. (2022) – Campo Salcedo, applying Lean Six Sigma. That is why, the DMAIC and 5S methodology was used. In the initial phase of the DMAIC methodology, the current situation of barns A3 and A4 was evaluated, selected for their production capacity of 98,000 birds each. Through daily egg collection records in the warehouse, the amount of waste generated was estimated. By the way of, an on-site inspection in shed A3, it was found that the production had waste (broken eggs). As a result, a slight non-compliance with the 5S parameters was identified in the process of collecting, classifying and packaging eggs in the Santa Elenita Santeel Poultry warehouse, creating new daily production records for egg collection, making bimanual diagrams. in this process. Achieving significant results where the implemented proposal yielded positive results with a record in shed A3, an increase of 10,491 eggs with 0.97% waste, while in shed A4, production increased by 8,064 eggs with 0.89% waste. Meaning an increase in profits per production cycle of \$1,484.40. It is concluded that the DMAIC methodology applied was efficient in reducing waste, which was reflected in the percentage of broken eggs in shed A3 and A4, being a significant amount. It is recommended that the company instruct all personnel working at the Santa Elenita Santeel Poultry - Campo Salcedo on the methodology that is being applied and the use of the new production data collection formats in the winery, since the personnel it is versatile in poultry.

Keywords: <PRODUCTION SYSTEM OPTIMIZATION>, <WASTE REDUCTION>, <EGG COLLECTION>, <AUTOMATIC SHEDS>, <DMAIC METHODOLOGY (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL)>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda. es una empresa ecuatoriana, con sede principal en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua en el km 5 s/n Samanga Centro Vía principal a Samanga, con su centro de producción y levante o (crianza) en la ciudad de San Miguel de Salcedo provincia de Cotopaxi, en el sector de Salache, panamericana Norte E35, siendo una ubicación estratégica para la avícola por su clima propicio y su fácil acceso de sus diversos clientes que los visitan constantemente, el distintivo de la empresa es su logotipo que a continuación se indica:



Figura 1-1: Logotipo de la Avícola

Realizado por: Salazar José, 2024.

La empresa, fue fundada jurídicamente el 20 de julio del 2015, se puede acotar que años atrás su forma de trabajo era 100% manual y empírica, la motivación de sus propietarios para implementar una nueva tecnología en sus galpones fue el crecimiento y buscar la consolidación de una avícola sólida, productiva con un mejor servicio a sus clientes, que de forma habitual se dirigen a sus instalaciones para adquirir su producto, como resultado de esto la avícola se encuentra en el mercado nacional con más de 40 años de funcionamiento brindando un servicio de calidad que alimenta a las familias ecuatorianas, ayudando también al desarrollo socio económico del sector ya que actualmente emplea a 40 personas en sus dos campos en el área administrativa y de producción como se indica en la (tabla 1-1) a continuación.

El personal de la Avícola Santa Elenita Santeel son trabajadores comprometidos a llevar en alto el nombre de la avícola debido a que de ellos depende que el producto de calidad que producen sea conocido y apreciado en los distintos lugares que son comercializados.

Tabla 1-1: Personal activo de la Avícola.

PERSONAL AVÍCOLA SANTEEL		
CAMPO SAMANAGA (MATRÍZ)		SALCEDO
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CANTIDAD
Gerente Propietario	1	
Administrador	1	1
Secretaria	1	1
Contador	2	
Guardia	2	1
Veterinario	1	1
Chofer	1	1
Galponeros	4	18
Planta de balanceado	3	
Técnico Mantenimiento		1
TOTAL	16	24

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Siendo el personal administrativo ubicado en la matriz campo Samanga, en el campo Salcedo se encuentra un administrador, una secretaria, personal de seguridad, galponeros, técnicos de mantenimiento para los sistemas semi automáticos cuando se los requiera, las personas como choferes, médico veterinario ellos se encuentran prestando sus servicios en los campos previos a una programación ya definida.

El beneficio y el buen servicio con producto de calidad impulsan siempre hacia la mejora de la Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., es por eso que la presente tesis se centrara en parte de la producción y recolección de los huevos de los galpones semi automáticos en la granja o campo de Salcedo. La expectativa siempre de la empresa es la de satisfacer a los clientes y no ser afectados por la demanda del producto, así como hacer más productiva su labor de recolección del producto y evitar en lo posible disminuir los desperdicios (huevos rotos, sucios, pequeños, etc.), evitar el costo excesivo, y reducir las pérdidas que existen en la producción. Es por eso que a lo largo de este trabajo se evaluarán el sistema de recolección de los galpones semi automáticos escogidos para el estudio y cuáles serán los factores que contribuirán a que no existan pérdidas económicas y como se lograra evitar o disminuir los desperdicios que el proceso de recolección genera.

1.1. Planteamiento del problema

De acuerdo a los datos obtenidos de la Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda. (2022) – campo Salcedo, la producción de huevos de campo al 100 % de su capacidad es de 525.500 huevos/día,

pero actualmente solo se obtienen 427.500 huevos/día, lo cual representa el 81,35 %, teniendo un déficit del 18,65 % que se da a causa mortalidad de aves durante su crianza hasta que lleguen a su ciclo de producción de huevos (postura). Otro factor es que las aves no garantizan su postura de huevos diarios esto se debe a factores externos como la genética y al sistema de recolección que en el campo Salcedo se da de dos formas , la manual y la semi automática contemplando un nivel de pérdidas del 3 % de todo el campo Salcedo, esta cantidad (12,825 huevos/día, a notar que en los galpones de recolección semi - automática es en donde más pérdidas se presentan porque existen mayor cantidad de aves, de acuerdo a lo analizado previamente es donde más existe desperdicio por rotura, por otro lado a medida que la edad de las aves avanza, el tamaño del huevo aumenta y la cáscara se debilita. ; también los huevos se contaminan con las heces de las mismas aves. (Pérez B. , 2022)

Por lo expuesto anteriormente podemos evidenciar que existe una carencia de herramientas de control de producción capaz de definir – medir – analizar – mejorar y controlar lo que está provocándolas pérdidas de producción de huevos, además de la falta de organización al momento de la recolección y empaqueo de los huevos, por tales motivos la Avícola se beneficiará con la presente aplicación de la metodología DMAIC, obteniendo así grandes beneficios en lo que respecta bajar el índice de desperdicio (huevos rotos) al momento de la recolección del producto.

1.2. Planteamiento de la Investigación

Dentro de la avícola se cuenta con galpones manuales al 100% y semi automáticos en un 90% por que existe la intervención de personal para efectuar labores de empaqueo, clasificación y almacenamiento de las cubetas de huevos en la bodega, considerando a estas acciones como el 10% restante en los galpones semi automáticos. Para la recolección se necesita personal diestro en esta actividad, y que tengan destreza en la manipulación de los huevos.

El proceso de la Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda. – campo Salcedo es el siguiente:

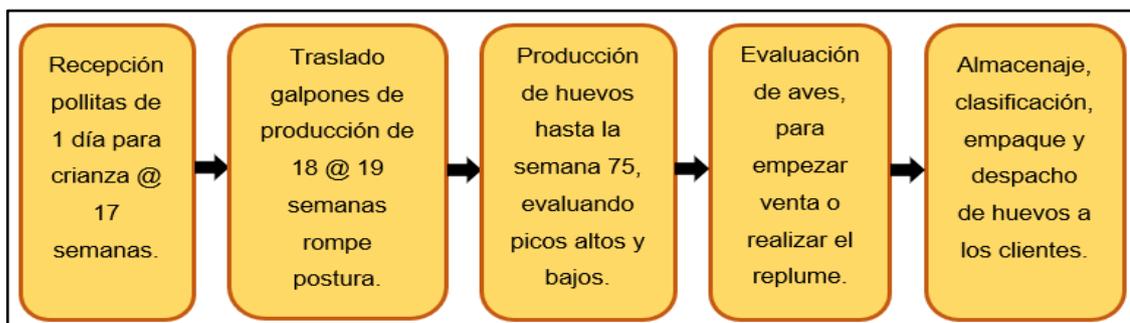


Figura 2-1: Esquema de crianza y proceso hasta llegar a la distribución del producto.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Al momento de empezar con la producción se debe saber que la avícola cuenta con personal que analiza desde el primer día a las aves que van a ser consideradas aptas para la postura analizando a los proveedores de una manera minuciosa, tanto para el campo de menor producción que está situado en el sector de Samanga.

Tabla 2-1: Descripción de galpones en campo Samanga.

GALPONES CAMPO SAMANGA		
PRODUCCIÓN	CAPACIDAD	OBSERVACIONES
S1	38000	MANUALES
S2	30000	
LEVANTE		
S3	83000	MANUALES
TOTAL	151000	AVES

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda.

Realizado por: Salazar José, 2024.

De la misma forma y con mayor interés se deberá evaluar y revisar las aves que van a ser destinadas para el campo de mayor producción que es en Salcedo en donde se realizó el estudio.

Tabla 3-1: Descripción de galpones campo Salcedo.

GALPONES CAMPO SALCEDO		
PRODUCCIÓN	CAPACIDAD	OBSERVACIONES
19	16500	MANUALES
20	17000	
21	31500	
22	36000	
23	24000	
24	14500	
25	8000	
26	8000	
27	24000	
28	30000	
AUTOMÁTICO		
A1	60000	AUTOMÁTICOS
A2	60000	
A3	98000	
A4	98000	
LEVANTE		
A1	65000	AUTOMÁTICOS
A2	100000	
REPLUME - PRODUCCIÓN		
A4	88000	AUTOMÁTICO
TOTAL	690500	AVES

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda.

Realizado por: Salazar José, 2024.

1.2.1. Formulación del problema

¿La falta de Optimización del Sistema de producción en la recolección de huevos de los galpones semi automáticos en la Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo, causa el aumento de los desperdicios?

1.2.2. Sistematización del problema

¿La Optimización del Sistema de producción ayudará a la disminución de desperdicios en la recolección de huevos de los galpones semi automáticos?

¿Esta cantidad de desperdicios generados por la recolección de huevos, ocasionan pérdidas de producción, disminuyendo su rentabilidad?

¿La falta de análisis del sistema de recolección automático aplicando la metodología DMAIC, capaz de definir – medir – analizar – mejorar y controlar el problema está provocando pérdidas?

1.3. Justificación de la investigación: teórica, metodológica y práctica.

Lean Six Sigma es una metodología cuyo objetivo es mejorar los procesos y eliminar los desperdicios, con el propósito de incrementar la rentabilidad y productividad de estos.

Para poder aplicar la metodología DMAIC en la empresa se deberá usar las 5 fases que son:

- Definir el problema y el objetivo del trabajo de investigación.
- Medir la línea base del proceso (validar las métricas e identificar todas las variables que influyen en los procesos).
- Validar y analizar las causas identificando componentes críticos.
- Mejorar e implementar soluciones.
- Controlar los cambios propuestos y verificar los resultados.

Aunque no existe un cronograma concreto para establecer Lean Six Sigma, cada fase está concebida para tener un efecto acumulativo basado en la información y los datos generados en las fases anteriores. El progreso depende en gran medida de lo bien que la alta dirección lidera la iniciativa y el compromiso que adquiere la empresa en cumplir las acciones para lograr la mejora. (Garza Rios, González Sánchez, Rodríguez González, & Hernández, 2016)

Los eventos discretos ocurren en puntos específicos en el tiempo exacto donde encontremos o detectemos el problema, marcando así las varianzas continuas de estado dentro del sistema

modelado. Con esta propuesta se necesita reducir los desperdicios por rotura de huevos al momento de la recolección y empaclado en los galpones automáticos.

Se necesita realizar el cumplimiento de la presente propuesta para lo cual se utilizará un estudio minucioso de inspección del sistema de recolección automático de huevos y funcionamiento del mismo “check list”, esto nos ayuda a dar posibles soluciones a los problemas. (Eduardo Escobedo, Lean Six Sigma Green Belt (paso a paso), 2021)

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Optimizar el sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda. (2022) – campo Salcedo, aplicando Lean Six Sigma.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Recolectar información actual del proceso de recolección de huevos en los galpones semi automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda.
2. Identificar los problemas que influyen en la generación de desperdicios durante la recolección de los huevos en la bodega.
3. Desarrollar la metodología DMAIIC de mejoramiento del proceso en la recolección de huevos.
4. Evaluar el proceso mediante un plan de control y respuesta.

1.5. Hipótesis

H0: La Optimización del Sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo aplicando Lean Six Sigma, NO aumentará la producción en los galpones semi – automáticos y por consiguiente no evita pérdidas económicas.

HI: La Optimización del Sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo aplicando Lean Six Sigma, aumentará la producción en los galpones semi – automáticos y por consiguiente evita pérdidas económicas.

CAPÍTULO II

2. MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO

2.1. Avícolas en el Ecuador

En sí, la avicultura inició como industria en el Ecuador en 1957, con la planta de incubación artificial llamada Avícola Helvética. Un año después, en Quito, empezó la producción de huevos comerciales y la venta de pollitas importadas en la finca La Estancia, ubicada en Puembo, localidad cercana a Quito, esto con el avance tecnológico se ha ido incrementando poco a poco hasta contemplar en el año 2022 un desarrollo de empresas avícolas en las 24 provincias del país, el 80% de la cría de aves de corral se concentran en Guayas, Pichincha, Tungurahua, Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, El Oro, Cotopaxi, Imbabura y Pastaza. Siendo Tungurahua una de las provincias más representativas.

En el presente gráfico (1-2) se observa que el 60 % de aves criadas tanto en campo como en planteles avícolas de gallinas ponedoras desde los años 2014 hasta 2019 ocupa el primer lugar en el total de producción de huevos, por encima de otras especies de aves como son gallos, codornices, patos y pavos. (INEC, 2020)

PORCENTAJES DE PRODUCCIÓN DE AVES EN TUNGURAHUA

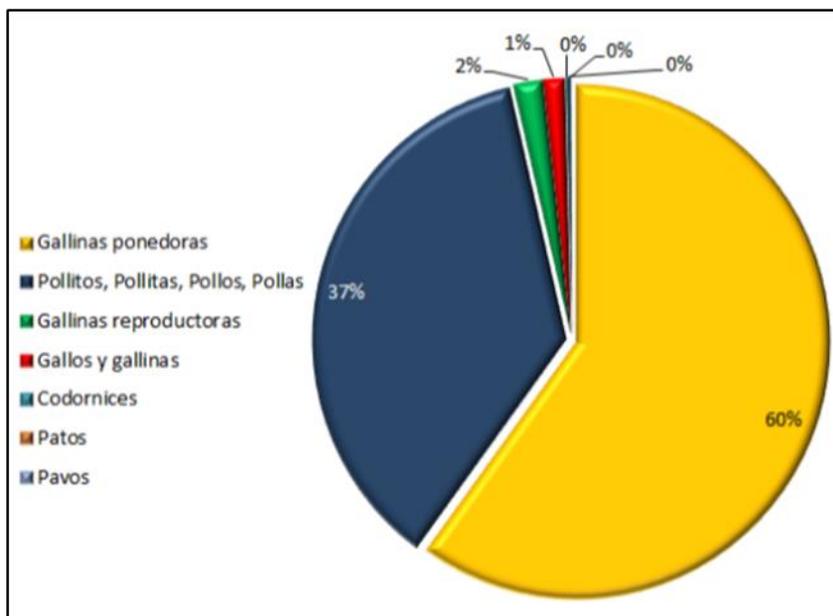


Gráfico 1-2: Tipo de aves y planteles avícolas en Tungurahua.

Fuente: INEC, ESPAC 2014 – 2019, al día de la entrevista.

Para identificar la parte que genera mayores pérdidas en la producción de huevos. El proceso de recolección es el más importante a tener en cuenta; en la Avícola Santa Elenita Santeel, cuyas campos están ubicadas en la Provincia de Tungurahua sector (Samanga, Constantino) y Cotopaxi sector (San Miguel de Salcedo provincia de Cotopaxi, en el sector de Salache, panamericana Norte E 35 Salcedo), la cual cuenta en total con aves en producción y en etapa de levante, (la etapa de levante es donde se recibe a las pollitas desde los 0 días hasta la semana 16), en el transcurso de la semana 17 es donde son trasladadas a los galpones de producción sean estos manuales o automáticos, ya que en la semana 18 o 19 rompe postura es decir empieza la producción de los huevos.

Tabla 1- 2: Capacidad de producción en campo Salcedo.

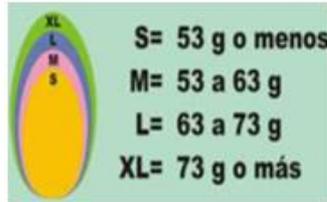
CAPACIDAD PRODUCCIÓN CAMPO SALCEDO		
	CAPACIDAD	%
PRODUCCIÓN TOTAL	525500	100%
PRODUCCIÓN ACTUAL	427500	81,35%
TOTAL	953000	

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda.

Realizado por: Salazar José. 2024.

La recolección de los huevos es una de las operaciones necesarias e imprescindibles que requieren mano de obra hoy en día en las granjas de producción de huevos del sector avícola. La recolección se puede realizar por el método tradicional (manual) y desde algún tiempo ya se cuenta con los galpones automáticos que están en funcionamiento en la avícola. La clasificación de los huevos se los considera por semanas, tamaño o peso.

Tabla 2- 2: Clasificación de tamaño en producción.

CLASIFICACIÓN		
TAMAÑO	SEMANAS	
INICIAL	20 a 25	S= 53 g o menos M= 53 a 63 g L= 63 a 73 g XL= 73 g o más
PAREJO	26 a 30	
MEDIANO	31 a 45	
GRUESO	46 a 75	

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Realizado por: Salazar José. 2024.

La recolección de huevos, se plantea como la problemática principal en las pérdidas de los productores avícolas, ya que al realizar esta actividad es donde se rompen se trizan o se pican los

huevos, sin descartar también el desperdicio por contaminación de los huevos con heces de las aves. Para corroborar lo anterior se inició con la analogía de tiempos de recolección y empaclado en cubetas (30 unidades) de huevos en los galpones manuales y en los galpones automáticos. Siendo que para este estudio se ha tomado en cuenta el campo Salcedo porque es donde se encuentra en gran parte la producción de huevos, donde también existen galpones semi automáticos de gran capacidad.

A notar algo importante es que en los galpones automáticos solo cuentan con 2 trabajadores para empaclar los huevos en las cubetas ya que llegan a la bodega por medio de bandas transportadoras, y los trabajadores son los encargados en clasificar los huevos que van llegando sanos, rotos y picados.

La producción actual del campo Salcedo es de 525.500 siendo 316.000 provenientes de 4 galpones semiautomáticos: A1, A2, A3, A4, este último galpón al momento de la investigación se encontraba en etapa de replume por lo que se restaría la producción de 98.000 huevos dejándonos un total de 21.800 y los 209.500 restantes provienen de galpones manuales. Al momento se está considerando aproximadamente el 3 % de pérdidas por fractura de huevos de la producción total en el campo Salcedo. También se puede aclarar, si el recolector no tiene la destreza suficiente para realizar esta labor puede generar el incremento de huevos rotos ya que hay huevos que por distintas situaciones son más frágiles que otros y conlleva a un mayor cuidado el momento de ser recolectados y manipulados. (VENMIR, 2019)



Figura 1-2: Tipo de huevos rotos en la avícola.

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda.

2.1.1. Buenas prácticas avícolas – BPA

Las Buenas Prácticas Avícolas forman parte de una certificación otorgada por Agrocalidad busca que todas las granjas avícolas a nivel nacional cuenten con todas las normas fitosanitarias que permitan un producto de calidad en la mesa de los ecuatorianos. (CONAVE, 2023)

AGROCALIDAD. - es la agencia encargada de la regulación y control de la sanidad del sector agropecuario, que en sus facultades de autoridad fito y zoonosanitaria nacional, es la encargada del control - regulación de lo que corresponde al área agrícola del Ecuador ayudando de esta manera al mejoramiento de la sanidad animal, vegetal e inocuidad alimentaria, en beneficio del sector agropecuario y apoyar los flujos comerciales e impulsar una cultura de calidad de productos que van dirigidos al consumo de las personas. (AGROCALIDAD, 2023)

Las buenas prácticas avícolas son:

- Normas y medidas aplicables a los procesos de crianza de aves
- Garantizan productos inocuos para el consumo humano

Las buenas prácticas avícolas garantizan:

- Manejo y control de granjas
- Sanidad y bienestar animal
- Seguridad ambiental
- Seguridad, higiene y salud de los trabajadores. (CONAVE, 2023)

2.2. Lean Manufacturing (Six Sigma)

2.2.1. Definición

Según (Tello Hernandez Jenny Paulina y Matute Portilla Jorge Marcelo, 2013) “El origen de Lean Manufacturing (Six Sigma) se encuentra al momento que las empresas japonesas adoptaron una cultura, consistente en buscar una forma de aplicar mejoras en la productividad a nivel de puesto de trabajo y línea de fabricación o producción, al estar en contacto directo con los problemas que se originan en el ambiente laboral.

Esta filosofía de trabajo, la cual se encuentra basada en personas, enfocada en la mejora y factibilidad de un sistema de producción, logrando identificar y eliminar “desperdicios”, siendo estos procesos o actividades que usan más recursos de los necesarios, de igual manera identifica los tipos de “desperdicios” que se producen en la producción como, tiempo de espera, transporte, reprocesos, inventario, etc.

2.2.2. Principios del sistema Lean Manufacturing

Los principios sobre los cuales se fundamenta la metodología Lean Manufacturing, se basa comúnmente al sistema, desde otro enfoque del “factor humano” y la manera de trabajar, pensar, a continuación, se muestran los principios de la metodología:

- Laborar en la planta y comprobar las cosas en sitio.
- Establecer encargados de equipos que afronten y capaciten a otros.
- Instituir al personal que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Incluir y desplegar personas conocedoras y que sigan la filosofía de la empresa.
- Identificar y eliminar los procesos innecesarios. (Tello Hernandez Jenny Paulina y Matute Portilla Jorge Marcelo, 2013)

A estos principios se añade otros relacionados con medidas operacionales y técnicas que son imprescindibles para usarlas:

- Establecer un flujo de proceso continuo.
- Suavizar la carga de trabajo, equilibrando la línea de producción.
- Manejar el control visual para la detección de problemas o productos con defectos. (Juan Carlos Hernández Matías, 2013)

2.3. Estadística descriptiva

La estadística descriptiva es la encargada de recoger, almacenar, ordenar, realizar tablas o gráficos y calcular parámetros básicos con los datos adquiridos, que nos ayudan a resumir las características de la misma. (López, 2019)

Dentro de la estadística descriptiva, podemos decir que tenemos variables cualitativas y variable cuantitativa, que describen algo. Ya sean estas con cualidades por ejemplo color de ojos o de cabello, o de manera de cantidad. Pensemos en el peso de una caja de verduras, en la altura de una persona o en la cantidad de dinero que gana una empresa. De estas variables se puede acotar muchas cosas. Con esta idea nace la estadística descriptiva, la recolección de datos, almacenarlos, realizar tablas – diagramas y gráficos que nos ofrezcan información sobre un determinado estudio. Además, nos ofrecen resumir la información de una gran cantidad de datos. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

En Six Sigma, la estadística se utiliza para:

- Desarrollar proyectos de mejora.
- Entender mejor lo que los datos quieren decirnos y tomar decisiones acertadas.
- Saber cuándo emprender acciones para ajustar un proceso que se ha salido de control.

- Saber cuándo dejar solo un proceso controlado.
- Establecer una forma de análisis y síntesis de un proceso para conocerlo al detalle.
- Conocer de manera continua el nivel de variación del proceso para actuar oportunamente.
- Utilizar métodos y herramientas para determinar eficazmente $Y=f(x)$ y la cantidad de variación esperada alrededor de dicha Y .
- Transformar los datos de un estado aleatorio y diverso en un conocimiento ordenado y acumulativo.
- Cuantificar las Y .
- Cuantificar las relaciones de causa – efecto.
- Cuantificar el efecto de las X en las Y .
- Usar una herramienta de medición inferencial.
- Ganar confianza en la influencia de las X con el paso del tiempo. (Eduardo Escobedo, Lean SixSigma Green Belt (paso a paso), 2021)

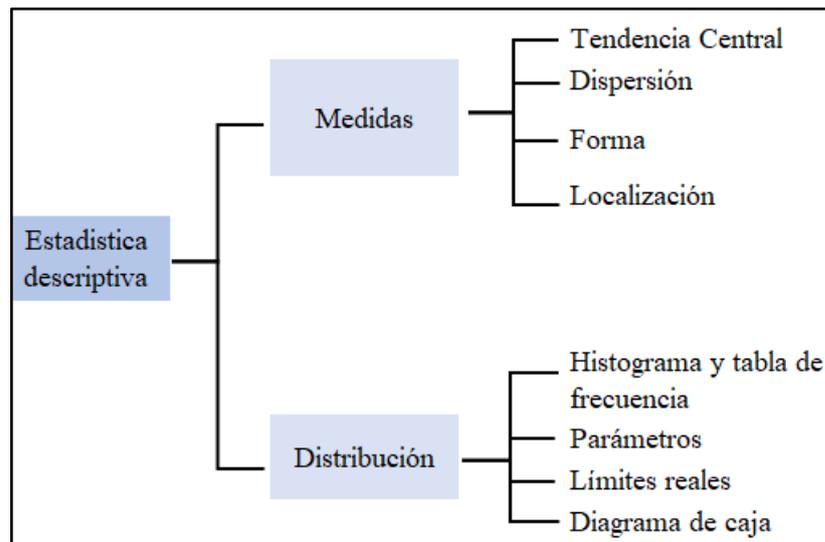


Gráfico 2-2: Parámetros básicos de la estadística descriptiva

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013).

Con el objetivo de resumir la información, la estadística que permite recopilar organizar y analizar datos, técnicas y conceptos orientados a la recolección de datos tomando en cuenta la variación en los mismos, la dispersión o variabilidad y sobre la posición e interpretación del valor obtenido.

Medidas: se refiere a todos los datos obtenidos y las distintas formas de realizar sus cálculos para identificar la variabilidad y la forma correcta de ubicarlos.

- **Medidas de tendencia central:** es decir, reconocer un valor en torno al cual los datos generados tienden a agruparse. Esto permitirá identificar si el proceso está centrado; es decir,

si la tendencia central de la variable de salida es igual o está muy próxima a un valor nominal deseado. Las tres medidas de la tendencia central son: la media, la mediana y la moda.

- **Medidas de dispersión:** también son conocidas como medidas de variabilidad. Lo que es vital en el estudio de capacidad de un proceso. Las formas cuatro formas de medir la variabilidad: desviación estándar muestral, desviación estándar del proceso, rango y el coeficiente de variación.
- **Medidas de forma:** son las que se utiliza para describir las características tales como la simetría o asimetría que presenta la distribución de los datos, o que tan aplanada o empinada es la forma de la gráfica de la distribución.
- **Medidas de localización o posición:** no son muy conocidas, pero se utilizan frecuentemente. Un ejemplo de ello, se encuentra en los percentiles. Cuando un dato en concreto se encuentra en el percentil 90, quiere decir que por debajo de ese dato se encuentran el 90% de datos. Existen otras medidas de posición como los cuartiles o algunas variantes como el primer cuartil. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Distribución: es el resultado que producen los procesos y tiene como objetivo relacionar la producción con el consumo, es decir, poner en contacto a productores con consumidores o compradores.

- **Histograma y tabla de frecuencias:** representación gráfica de distribución de una reunión de datos o de una variable en forma de tabla, donde los datos obtenidos se clasifican por su dimensión en algún número de clases. Permite observar claramente la tendencia central, la dispersión y la forma de la distribución.
- **Parámetros:** los parámetros de una distribución normal, representa el numero promedio de eventos esperados por unidad de tiempo o de espacio, por lo que también se suele hablar de lambda como “la tasa de ocurrencia” del fenómeno que se observa. Un parámetro es un elemento de un sistema que permite clasificarlo y poder evaluar algunas de sus características como el rendimiento, la amplitud o la condición. Por tanto, no es más que un valor que representa algo que queremos medir.
- **Límites reales:** los límites reales o naturales de un proceso no presentan discontinuidad entre un intervalo y el siguiente de un proceso y por lo general, se obtienen de la siguiente manera: *Límite real inferior* $LRI = \mu - 3\sigma$ y *Límite real superior* $LRS = \mu + 3\sigma$. El cálculo de estos límites está inspirado en la regla empírica, que además coincide con la propiedad de la distribución normal. Estos límites reales se cotejan con las especificaciones o tolerancias para una variable.
- **Gráfico de cajas:** es otra herramienta para referir el comportamiento de los datos y es muy útil al momento de comparar procesos, tratamientos y, en general, para hacer análisis por

estratos. El diagrama de caja está basado, para dividir en cuartiles y fracciona los datos en cuatro grupos ordenados, cada uno contiene el 25% de las mediciones. De esta forma es posible observar dónde termina de acumularse 25% de los datos mínimos, y a partir de dónde se localiza 25% de los datos máximos. (Eduardo Escobedo, Lean Six Sigma Green Belt (paso a paso), 2021)

2.4. Capacidad del proceso

Los procesos tienen variables de salida o de respuesta, las cuales deben cumplir con ciertas especificaciones a fin de considerar que el proceso está funcionando en óptimas condiciones, se analizarán los índices de capacidad, que son mediciones especializadas que sirven para evaluar de manera práctica la habilidad de los procesos para cumplir con las especificaciones requeridas. Sin embargo, en ocasiones se abusó de su uso sin considerar sus limitaciones, por eso es importante conocerlos bien para interpretarlos de manera correcta.

Valorar la capacidad de un proceso consiste en conocer la extensión de la variación natural para una característica de calidad, lo que permitirá saber en qué medida de calidad es óptima (cumple especificaciones). (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Un proceso se dice que está operando “bajo control estadístico” cuando las únicas fuentes de variación son las causas comunes. Desde el punto de vista del control estadístico un proceso se puede encontrar en dos estados:

BAJO CONTROL o FUERA DE CONTROL // NO CAPAZ o CAPAZ

El orden de actuación en el análisis de los procesos es el siguiente:

- En primer lugar, el proceso debe ser llevado a un estado de “Control Estadístico” detectando y actuando sobre las causas especiales de variación.
- Una vez alcanzado ese estado, su comportamiento es predecible y se puede calcular su capacidad para cumplir las especificaciones.

La capacidad de proceso normalmente se cuantifica cuando el proceso se encuentra bajo control estadístico. Para medir la capacidad de proceso se utilizan índices, como el C_p o C_{pk} , que darán una idea de la proporción de piezas que previsiblemente estarán dentro o fuera de especificaciones.

Antes de concluir con esta fase de Medir, con los datos iniciales se deberán definir los dos importantes indicadores:

- Capacidad del proceso
- Desempeño del proceso

Es muy comparar la “voz del proceso”, es decir, la variabilidad natural del mismo, con las especificaciones del cliente, que expresan sus necesidades y se denominan la “voz del cliente”. A esto se le llama medir la capacidad del proceso. Esta medición nos permite cuantificar la naturaleza del problema que atacaremos, que podría ser uno o varios. (Eduardo Escobedo, Lean Six Sigma Green Belt (paso a paso), 2021)

Índice Cp.: El índice de capacidad potencial del proceso, Cp., se define de la siguiente manera como se indica en la fórmula 1:

$$Cp = \frac{a}{b} = \frac{ES-EI}{6\sigma} \quad (1)$$

Donde σ representa la desviación estándar del proceso, mientras que ES y EI son especificaciones superior e inferior para la característica de calidad. Como se puede observar en la fórmula 2, el índice Cp. compara el ancho de las especificaciones o la variación tolerada para el proceso con la amplitud de la variación real:

$$Cp = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}} \quad (2)$$

El ancho de la especificación es la diferencia entre los límites superior e inferior, mientras que el ancho del proceso es 6 veces su desviación estándar.

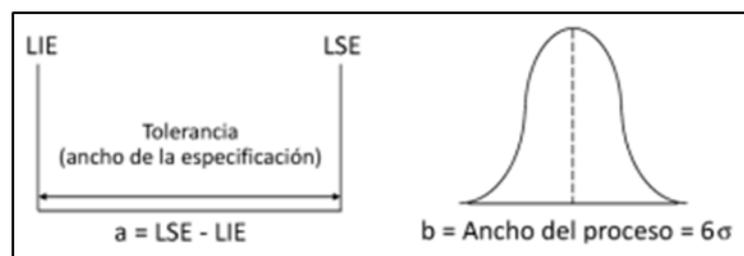


Gráfico 3-2: Especificación del índice de capacidad potencial.

Fuente: (Eduardo Escobedo, Lean SixSigma Green Belt (paso a paso), 2021)

Interpretación del índice Cp.: para que el proceso sea considerado altamente capaz de cumplir con especificaciones, se necesita que la variación real (natural) siempre sea menor que la variación tolerada. De aquí que lo óptimo es que el índice Cp. sea mayor que 1; y si el valor del índice Cp. es menor que 1, es una seguridad de que el proceso no cumple con las especificaciones. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Tabla 3- 2: Valores de Cp. y su interpretación.

Valor del índice C_p	Clase o categoría del proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Realizado por: Salazar José, 2024.

Índice Cpi.: es un indicador de la capacidad de un proceso para cumplir con la especificación inferior de una característica de calidad, como se indica en la fórmula 3.

$$Cpi = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \quad (3)$$

Índice Cps.: es el indicador de la capacidad de un proceso para cumplir con la especificación superior de una característica de calidad, como se muestra en la fórmula 4.

$$Cps = \frac{ES - \mu}{3\sigma} \quad (4)$$

Índice Cpk.: que se lo conoce como índice de capacidad real del proceso, es considerado una versión corregida del Cp. que sí toma en cuenta el centrado del proceso. Existen varias formas equivalentes para calcularlo, una de las más comunes es la siguiente (fórmula 5):

$$Cpk = \text{Mínimo} \left(\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right) \quad (5)$$

Como se aprecia, el índice Cpk. es igual al valor más pequeño de entre Cpi. y Cps., es decir, es igual al índice unilateral más pequeño, por lo tanto, si el valor del índice Cpk es favorable (mayor que 1.25), eso indica que el proceso en realidad es capaz. Si $Cpk. < 1$, entonces el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Ya que el Cp. no considera la ubicación (centrado) del proceso, es obligatorio definir otro índice que si la considere.

Al comparar c/d se puede ver el centrado del proceso en estudio, en relación con la mitad de la variación del mismo, donde:

- **c** = la distancia entre el centro del proceso (media) y el límite de especificación más cercano.
- **d** = la mitad del ancho del proceso, que será igual a 3 veces la desviación estándar.

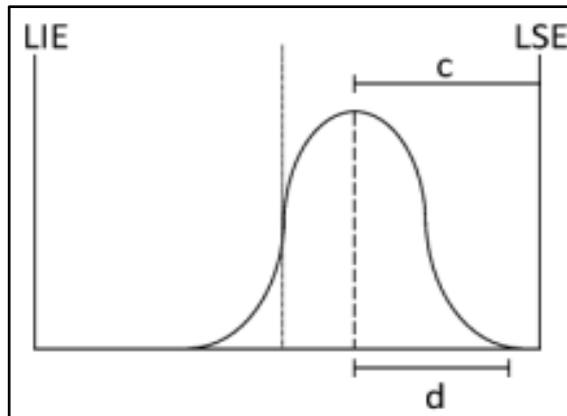


Gráfico 4-2: Índice de capacidad potencial.

Fuente: (Eduardo Escobedo, Lean Six Sigma Green Belt (paso a paso), 2021)

La capacidad de proceso a corto plazo: se calcula a partir de obtener datos obtenidos durante un periodo suficientemente corto para que no cambie lineamientos sobre el proceso. Lo más importante para que sea capacidad de corto plazo es que la desviación estándar usada sea de corto plazo, y ésta además se puede evaluar en subgrupos de datos consecutivos obtenidos a través de un periodo largo. Por consiguiente, esta capacidad representa el potencial del proceso, es decir, lo mejor que se logre del mismo. Por otro lado, está la perspectiva de largo plazo que, a final de cuentas, es la que la interesa al cliente.

La capacidad de proceso a largo plazo: se calcula con datos extensos tomados de un ciclo largo para que los factores externos influyan en el proceso, y σ se estima mediante la desviación estándar de todos los datos ($\sigma = S$).

2.5. Cartas de control

A continuación, se desarrollan los conceptos generales de las cartas de control, y las cartas para variables continuas más usuales (X, R, S y de individuales) y de las cartas de pre control. Una vez ya explicado cuáles son las herramientas para estudiar la variabilidad. Pero las cuales no tomaban en cuenta la secuencia en la que se fueron generando los datos. Por otro lado, las cartas de control se concentran en estudiar la variabilidad a través del tiempo, lo cual es importante para mejorar los procesos, mediante tres actividades básicas:

- Estabilizar los procesos con un control estadístico en la medida en que se detectan, identifican y eliminan los orígenes de variación.

- b) Mejorar el proceso al reducir la variación debida a causas comunes.
- c) Monitorear el proceso para certificar que las mejoras se conserven y para averiguar oportunidades adicionales de mejora.

2.5.1. Causas de variación

Los procesos siempre tienen variación, ya que en él intervienen diferentes elementos sintetizados a través de las 6 M: materiales, maquinaria, medición, mano de obra, métodos y medio ambiente. Bajo condiciones normales de trabajo, todas las M aportan variación a los datos de salida del proceso, en forma inherente, pero además aportan diferenciaciones especiales o diferentes, ya que a través del tiempo las 6 M son susceptibles de cambios, desajustes, desgastes, errores, descuidos, fallas, etc.

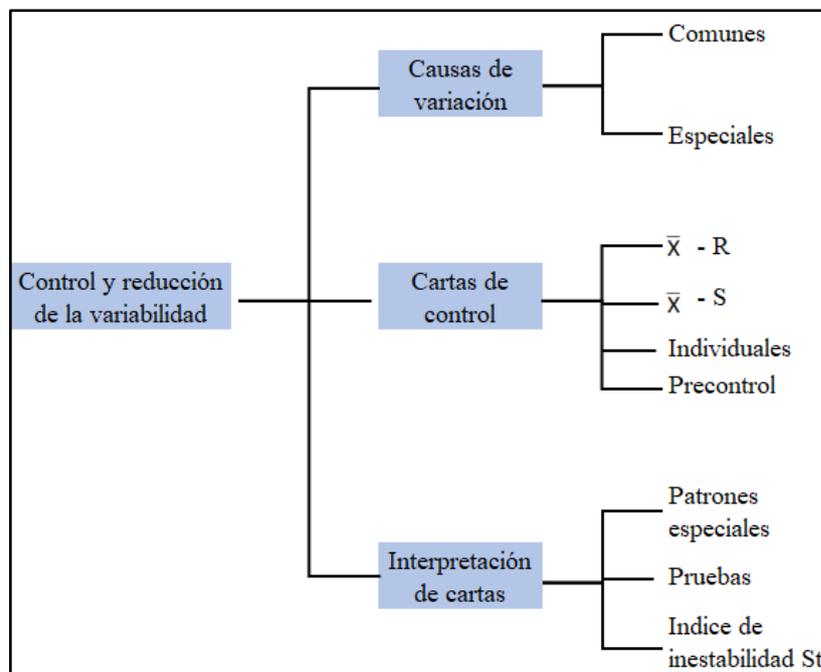


Gráfico 5-2: Control de la variabilidad del proceso.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

La variación por causas comunes (o por azar): es aquella que permanece en el día a día, y es aportada de forma inherente por las condiciones de las 6 M. Esta variación natural a las actuales características del proceso y es resultado del cambio y mezcla de diferentes causas que son difíciles de reconocer y excluir, no obstante, a largo plazo representan la gran oportunidad de mejora en el proceso.

La variación por causas especiales (o atribuibles): se debe a circunstancias específicas que no sean constantes en el proceso. Las causas especiales, por su naturaleza relativamente discreta en su ocurrencia, son identificadas y eliminadas si se cuenta con los conocimientos y condiciones específicas para ello. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

2.5.2. Elementos de una Carta de control

El objetivo básico de una gráfica de control es analizar la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo.

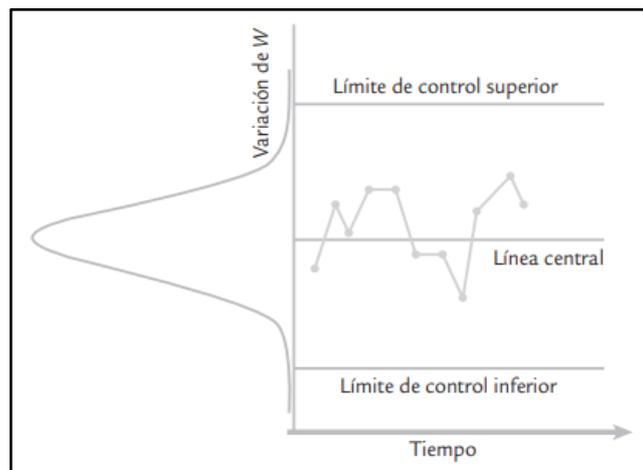


Gráfico 6-2: Elementos de una carta de control.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Cartas de control para atributos: Diagramas para realizar el monitoreo de características de calidad del tipo “pasa, o no pasa”, o donde se cuenta el número de no conformidades de los productos analizados.

Cartas de control X - R: Diagramas para variables que se aplican a procesos intensivos de producción, mediante forma periódica se obtiene un subgrupo de productos, se miden y se calcula la media y el rango R para ubicarlos en la carta correspondiente.

Con las mediciones de cada subgrupo se calculará la media y el rango, de modo que cada periodo de tiempo se tendrá una media y un rango muestral que aportaran información sobre la tendencia central y la variabilidad del proceso en estudio. Con la carta X se analizará la variación entre las medias de los subgrupos, para detectar cambios en la media del proceso, como los que se muestran en el grafico 7-2, a continuación.

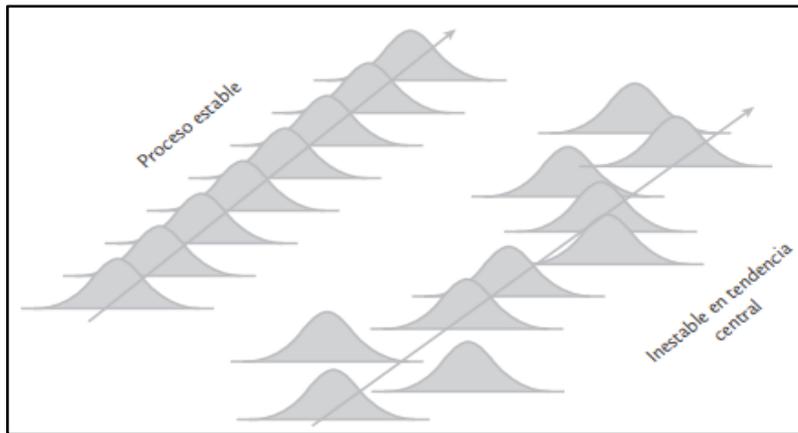


Gráfico 7-2: La carta X detecta cambios en la medida del proceso.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

La distribución y el desempeño del proceso no necesariamente tienen la forma de una campana como se refiere en los gráficos indicados. Éstas pueden ser una curva con sesgo o incluso otras formas diferentes. Claro que, si la forma es inusual, es recomendable investigar y evaluar la causa que generó el cambio en la curva.

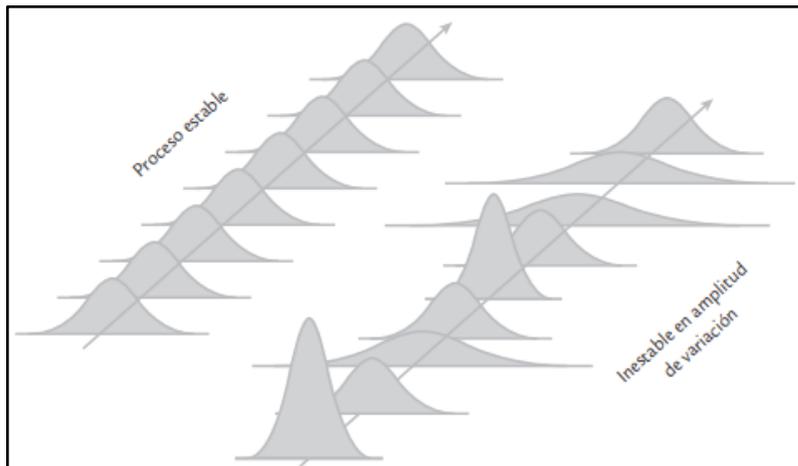


Gráfico 8-2: La carta R detecta cambios en la amplitud de la dispersión.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Carta de control X – S: Diagrama para variables que se aplican a procesos intensos, en los que se desea obtener una gran fuerza para detectar cambios menores. Por lo general, el tamaño de los subgrupos es de $n > 10$. Pero si $n > 10$, la carta de rangos ya no es eficiente para detectar cambios en la inestabilidad del proceso, y en su lugar se debería utilizar la carta S, la que sirve para graficar las desviaciones estándar de los subgrupos. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

De esta manera, los límites de control para una carta S están dados por la fórmula 6-7:

$$LCS = S + 3 \frac{S}{C_4} \sqrt{1 - C_4^2} \quad (6)$$

$$\text{Linea central} = S$$

$$LCI = S - 3 \frac{S}{C_4} \sqrt{1 - C_4^2} \quad (7)$$

La estimación de σ , está basada en la desviación estándar, cambia la forma de calcular los límites de control en la carta X cuando ésta es acompañada por la carta S. En este caso se obtienen de la siguiente manera, como se indica en la fórmula 8-9:

$$LCS = X + 3 \frac{S}{C_4 \sqrt{n}} \quad (8)$$

Línea central = X

$$LCI = X - 3 \frac{S}{C_4 \sqrt{n}} \quad (9)$$

Cartas de Precontrol: es una herramienta para el control de la calidad que tiene como objeto evaluar la aptitud de un proceso para producir piezas dentro de unas especificaciones dadas con el cliente. Se lo utiliza, entre otros contextos, en la validación de la puesta a punto de procesos con ciclos cortos de ejecución. Su propósito es comparar las medidas individuales del proceso con los límites de especificación más no con la variación del proceso como en las diferentes graficas de control.

Interpretación de cartas: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

La interpretación de las cartas de control da como indicación de que se ha detectado una causa especial de variación (o señal de que hay un cambio significativo en el proceso) se identifica cuando un valor se ubica fuera de los límites de control establecidos, o cuando los valores graficados en la carta siguen tienen un comportamiento no aleatorio (por ejemplo: tendencia ascendente, movimiento cíclico, etc.).

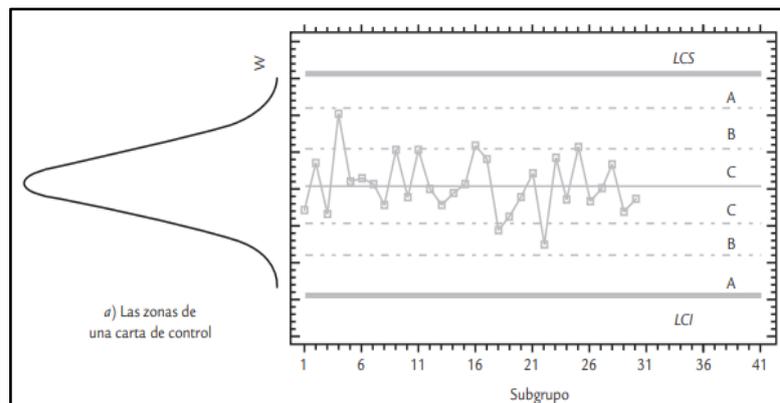


Gráfico 9-2: Zonas de una carta de control de un proceso estable.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Por el contrario, la carta indica que es un proceso estable (bajo control estadístico), cuando sus puntos están ubicados dentro de los límites de control y cambian de manera aleatoria (con una apariencia errática, sin un orden) a lo ancho de la carta, con esta propensa a bajar cerca de la línea central. Para proporcionar la identificación de patrones no aleatorios, lo primero que se hace es dividir la carta de control en seis zonas iguales, cada una con una extensión similar a la desviación estándar del estadístico W que se realiza la gráfica, como en el gráfico 9-2.

Patrones especiales: a continuación, detallaremos algunos de los patrones que determinan que el proceso trabaje con causas especiales de cambio, se indicaran posibles razones por las que pueden acontecer comportamientos de cambio.

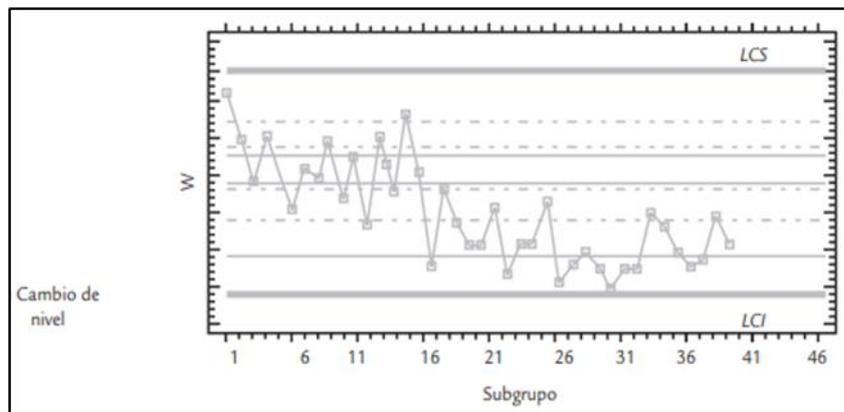


Gráfico 10-2: Zonas de una carta de control, con patrones no aleatorios.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2013)

Patrón 1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso: ocurre cuando uno o más puntos se ubican fuera de los límites de control o cuando hay una predisposición larga y clara a que los puntos consecutivos bajen en un solo sentido de la línea central (vea el gráfico 10-2).

Patrón 2. Tendencias en el nivel del proceso: este patrón consiste en una tendencia y desplazamiento lento del nivel medio de un proceso y se detectan mediante la tendencia de los puntos continuos de la carta, es decir los valores tienden a incrementarse (o disminuir).

Una tendencia ascendente o descendente bien definida y larga se debe a alguna de las siguientes causas especiales: Deterioro o desajuste gradual del equipo de producción, Desgaste de las herramientas, Acumulación de producto de desperdicio, etc. Estas causas son reflejadas prácticamente en todas las cartas, excepto en la R y S.

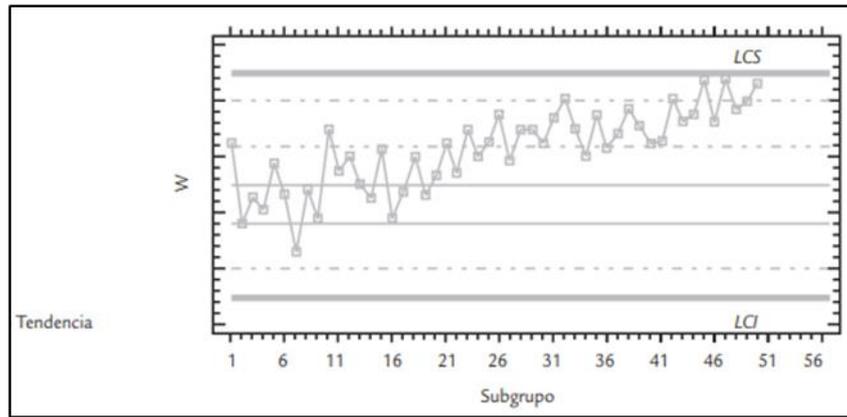


Gráfico 11-2: Carta de control, con patrones no aleatorios, en ascenso.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2013)

Patrón 3. Ciclos recurrentes (periodicidad): es el desplazamiento cíclico o aleatorio de un proceso que se detecta cuando se dan flujos de puntos continuos que están en constante crecimiento, seguidos de cantidades similares pero que van en disminución.

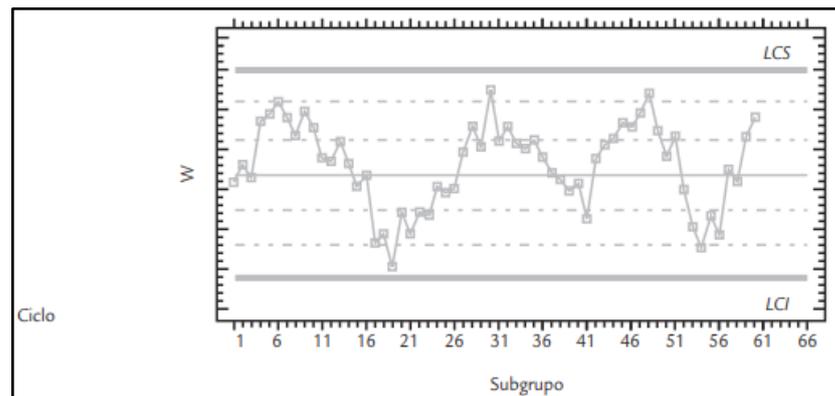


Gráfico 12-2: Carta de control, con patrones cíclicos.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Si el comportamiento constante está presente en la carta R o S, entonces las posibles causas son el mantenimiento preventivo programado o la fatiga de los trabajadores.

Patrón 4. Mucha variabilidad: un signo que en el proceso hay una causa especial de mucho cambio se manifiesta mediante una gran cantidad de puntos o valores ubicados cerca de los límites de control determinados, en ambos lados de la línea central, y pocos o ningún punto en la parte central de la carta. En estos casos se dice que hay mucha *inestabilidad*, como se puede ver en el grafico 13-2.

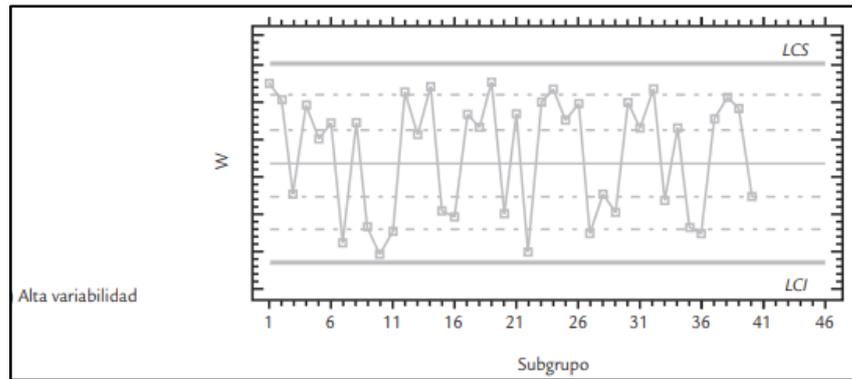


Gráfico 13-2: Carta de control, con patrones de alta variabilidad.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Patrón 5. Falta de variabilidad (estaticación): es un signo de que hay algo específico con el proceso y que los puntos generados estén concentrados en la parte central de la carta, es decir, que los puntos muestren una mínima variabilidad como se aprecia en el gráfico 14-2.

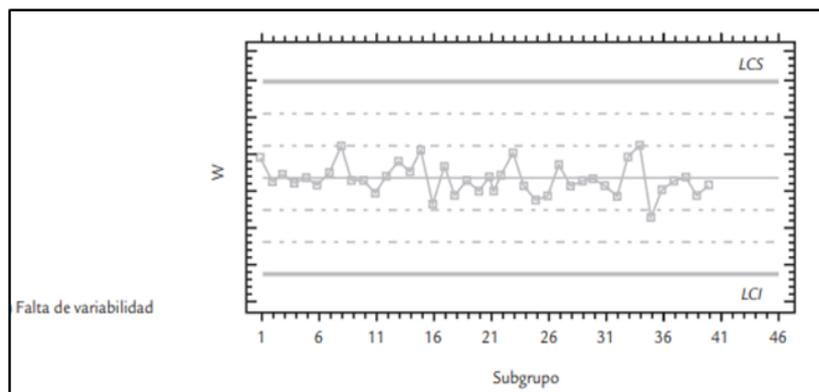


Gráfico 14-2: Carta de control, con patrones de estaticación.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Pruebas:

Además, se facilitan ciertas pruebas estadísticas para ratificar la existencia del patrón que predomina en la carta de control que se va aplicar al banco de datos recolectados. Estas pruebas se han derivado del supuesto de normalidad e independencia entre y dentro de subgrupos, de no cumplirse, las pruebas deben verse con reserva y minuciosidad antes de dar una interpretación. Si dos muestras consecutivas de una carta no son independientes, entonces una alternativa para lograr la independencia es espaciar aún más la frecuencia de muestreo, por ejemplo, si se hace cada 20 minutos, es preciso ampliarlo a cada 40 o más minutos. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

2.6. Índice de inestabilidad St:

Hasta el momento hemos concluido que, si en una carta de control se observa un punto está fuera de sus límites o si los puntos en la carta indican un patrón no aleatorio, entonces el proceso será considerado como inestable o (fuera de control estadístico). Enseguida se manifiesta cómo el índice de inestabilidad que proporciona una medición de qué tan inestable es un proceso, con lo que se podrán diferenciar los procesos que de manera esporádica tenga puntos o señales especiales de variación, de los que con frecuencia funcionan en presencia de causas especiales de variación. Por lo tanto, los puntos a considerar serán aquellos puntos fuera de los límites más los que indicaron los patrones especiales no aleatorios, de acuerdo con los criterios de interpretación de la carta.

El índice de inestabilidad, St, se calcula como se indica en la fórmula 10:

$$S_t = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número total de puntos}} \times 100 \quad (10)$$

2.7. Productividad

La productividad y el discurso sobre la misma pueden ser potestad sólo del actor empresarial por ello se debe analizar las condiciones de generación y evaluación, junto con la distribución de ingresos y el acceso a condiciones de trabajo como factores para el crecimiento económico y la competitividad. De otro modo se define a la productividad como el uso eficiente de recursos, trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes, productos y servicios, ya que existe la posibilidad de aumentar la producción a partir del incremento de cualquiera de los factores productivos antes mencionados. En función de esto, la productividad se extendería mediante:

- Mayor cantidad de trabajo calificado.
- Aumento de los recursos naturales explotados.
- Aumento del equipamiento.
- Uso eficiente de las nuevas tecnologías.
- Uso eficiente de las tecnologías de la información.
- Uso eficiente de las energías.

En la actualidad una productividad mayor significa el logro de una mayor producción en volumen y cantidad con el mismo insumo, motivo por el cual es importante diferenciar la terminología productividad, producción y producto. (Sladogna, 2017)

Tabla 4- 2: Terminología de producción.

PRODUCCIÓN	La totalidad del proceso productivo necesario para producir un bien o servicio.
PRODUCTO	El resultado del proceso productivo.
PRODUCTIVIDAD	La relación entre el trabajo empleado y el producto que genera.

Fuente: (Sladogna, 2017)

Realizado por: Salazar José, 2024.

2.7.1. Tipos de productividad

La productividad se la puede clasificar en varios tipos como son:

- **Productividad laboral:** tiene relación con la producción final de un producto y la cantidad de trabajo que se requiere emplear en generar, se mide según las horas de trabajo que son necesarias para obtener un producto.
- **Productividad total de los factores:** guarda relación con el total de los elementos utilizados (recursos) en el proceso productivo, que se está realizando.
- **Productividad marginal:** se considera la producción extra obtenida con una unidad más de un factor productivo, manteniendo lo demás sin cambios. (BENAVIDES MIRAMÓN, 2019)

2.8. Importancia de la productividad

El incremento de la productividad en la industria es de vital importancia, porque posibilita a que mejore la calidad de vida de una sociedad, reflejando en los salarios y cuan rentables sean los proyectos que se deseen implantar, lo que también permite que la inversión y el empleo crezcan, en una organización o industria.

El análisis productivo demanda de:

- **Ahorro de tiempo:** refiere a una mayor cantidad de tareas o actividades en un tiempo inferior y la dedicación del tiempo ahorrado en continuar creciendo mediante la realización de otras tareas adicionales.
- **Ahorro de costos:** es cuando eliminamos los elementos innecesarios. (BENAVIDES MIRAMÓN, 2019)

La ecuación utilizada es la siguiente, como se indica en la fórmula 11:

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Insumo\ empleado} \quad (11)$$

Los indicadores financieros y productivos son los más utilizados para evaluar el comportamiento de una empresa de acuerdo a las metas establecidas, se debe tener en cuenta que no importa la cantidad de indicadores que existan solo se deben evaluar los que contienen la información necesaria para poder tomar las decisiones en el momento oportuno. (Fontalvo Herrera, De La Hoz Granadillo, & Morelos Gómez, 2017) (Fontalvo Herrera et al., 2018, pp. 47-60)

2.9. Los desperdicios

El proyecto Six Sigma busca reducir la variabilidad de los procesos. Para ello, emplea una serie de herramientas estadísticas, también contamos con las 7 herramientas de la calidad: hoja de chequeo, diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, histograma, mapa de proceso, gráfico de dispersión y gráficos de control, que son de gran ayuda para llevar a cabo la metodología DMAIC. (Pérez L. P., 2017)

Este proyecto involucra un cambio en la manera de realizar las operaciones y de tomar decisiones, Seis Sigma se apoya en una estructura orientada y que incluye personal a tiempo completo. Cada uno de los líderes o supervisores tiene roles y responsabilidades específicas para formar proyectos de mejora, cada uno de los involucrados requiere de entrenamientos específicos.

Este proyecto busca que todos los procesos que se generen cumplan con las exigencias del cliente y que los estándares de calidad y desempeño se practiquen de forma correcta. Los datos obtenidos y el pensamiento estadístico orientados a los esfuerzos de esta metodología, estos datos son muy necesarios para identificar las variables de calidad, los procesos y áreas que se deben mejorar. Los proyectos generan ahorros y aumento en ventas, estos proyectos se fundamentan en una política acelerada de comunicación con todos los miembros de la avícola. (Ramírez Cortés, 2017)

El trabajo del ejecutivo técnico de Toyota, Taiichi Ohno, da pie para dar una idea concreta y sólida de lo que significa cada uno de los desperdicios, esto conlleva que para cualquier tipo de empresas que no se encuentre en armonía con dicha filosofía ya tiene la presencia de un problema ya sea este en un producto, de un servicio o en la oficina etc. (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007)

El objetivo principal era eliminar todo lo que no genera valor, creando así una producción más ágil y eficiente. Desde su creación, el concepto de MUDA ha evolucionado y se adaptado a diferentes industrias de producción y áreas de negocios, a medida que las empresas reconocieron la importancia de la eliminación de los diferentes tipos de desperdicios, surgieron nuevas herramientas y formas de enfoques de los procesos para poder abordar y solucionar los diferentes tipos de MUDA.

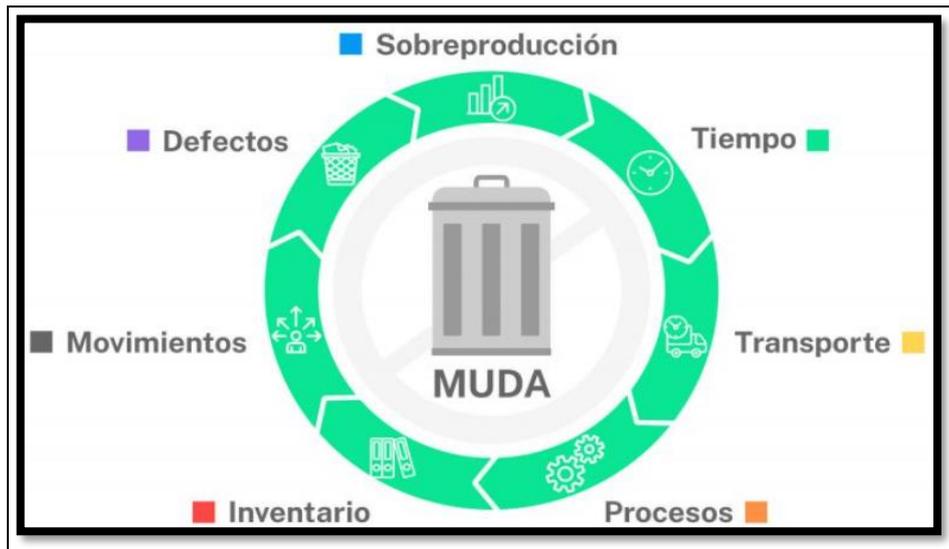


Figura 2-2: Los 7 tipos de desperdicios (MUDOS) o desperdicios de las empresas

Fuente: Manual de Lean Manufacturing – Guía Básica.

Sobreproducción: es el más grande de los desperdicios y depende en su mayoría de la planeación de las actividades en el día a día.

Tiempo: este desperdicio contempla tanto al personal pasivo, como a maquinaria inactiva.

Transporte: este desperdicio se caracteriza por el desplazamiento de elementos (materias primas, productos en proceso, producto terminado, entre otros) sin que este realmente sea necesario o requerido.

Procesos: el no saber exactamente las necesidades de los clientes causa que durante la producción se realicen procesos innecesarios, los cuales agregan valor al proceso en lugar de valor al producto.

Inventario: este desperdicio, se define como el costo por mantenimiento, sostenimiento y pérdida de productos almacenados en inventario sin que estos tengan una salida. Es comúnmente causado por la producción de artículos sin que exista una orden real de ventas. (Ramírez Cortés, 2017)

Movimientos: cualquier movimiento redundante realizado por los trabajadores mientras realizan sus actividades, tales como observar, buscar, reunir partes, herramientas y caminar también es considerado como un desperdicio.

Defectos: son todo tipo de productos o servicios que son rechazados en el proceso o por el cliente final, debido a la ausencia de calidad, involucrando posible nuevo consumo de materias primas,

tiempo de producción e incluso sobre procesos por corrección de los defectos. (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007)

La principal causa en las empresas que generan los desperdicios es la económica ya que se menora la rentabilidad por pérdida de producción o de servicios, por pérdida de producción se debe recorrer a esta herramienta necesariamente para lograr la reducción eficaz e inmediata de los mismos. (Menéndez, 2017)

2.9.1. Clasificación de los huevos, considerados como desperdicio

Dentro de los desperdicios esta una clasificación que se conoce como huevos no incubables estos se presentan en una cantidad importante dentro de la producción de la avícola. Se considera como huevos no incubables mas no como pérdida total ya que se los puede comercializar con otros valores inferiores al del mercado, obteniendo aproximadamente un 50% de su valor real por cubeta comercializada. Toda esta información es tomada verídicamente de su reporte diario de producción de los diferentes galpones en la Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., del año 2022 en el cual se realizado el estudio.

- **Huevos de doble yema:** se considera normal no sobrepasar el 3,5% de huevos de doble yema en semanas cercanas al pico más alto de producción, luego de sobrepasar eso debería descender y estabilizarse en valores inferiores 0,2 % a partir de las 37 semanas. (Pérez I. B., 2022)
- **Huevos deformes:** son los huevos redondos, aplastados, cascaras con surcos - rugosos y elongados, el porcentaje aumenta desde el inicio hasta el pico más alto de postura, con un máximo del 0,8%, a partir del pico de postura el número de huevos deformados es inferior al 0,2%. La diferencia de estos huevos no tiene relación con las condiciones ambientales, de manejo o nutricionales de las aves, si no que depende del criterio visual de la persona que los recolecta o los clasifica. (Pérez I. B., 2022)
- **Huevos rotos o picados:** una de las principales causas de descarte de huevos consumibles son los huevos rotos. Aunque el objetivo es tener $\leq 0,5\%$ de huevos rotos, en algunos casos se puede llegar tener hasta el 5% de la producción. Si bien las gallinas jóvenes suelen tener alrededor del 0,2% de huevos rotos, con la edad, aumenta el tamaño del huevo y disminuye la absorción intestinal, empeorando la calidad de la cáscara y favoreciendo de manera natural el aumento de roturas, superando en algunos casos el 0,5% diario. (Pérez I. B., 2022)
- **Huevos sucios:** los huevos contaminados son también una causa de descarte de huevos. El porcentaje objetivo está entre el 1% y el 2% pero este porcentaje puede llegar a ser mucho

más alto. Se debe desechar los huevos que se encuentren en el suelo por la cantidad de carga microbiana.

- **Huevos pequeños:** los huevos pequeños deben estar alrededor del 1% aunque puede variar entre un 0,6 % y un 2%, dependiendo del peso mínimo que se determine para comercializarlos. El tamaño mínimo de los huevos es de 50 gramos en peso, pero podría variar entre 48 y 52 gramos en función de las necesidades del cliente y los estándares de calidad que maneja la avícola.

El tamaño del huevo incubable es el principal factor que afecta al tamaño del pollito, que es normalmente un 66-68% del peso del huevo incubable al nacimiento.



Figura 3-2: Clasificación de huevos no incubables en planteles avícolas.

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda. (Ramírez Cortés, 2017)

2.10. Metodología DMAIC

La metodología DMAIC es un enfoque de resolución de problemas basado en datos que ayuda a realizar mejoras y optimización para incrementar rentabilidad en los productos, diseños y procesos comerciales. DMAIC es el acrónimo en inglés para cinco pasos, estas son las cinco fases que se han de aplicar en cada proceso. (Esteban Pérez López, 2014)

- **Definir:** en esta fase se identifica el proyecto Six Sigma que debe ser evaluado, una vez seleccionado se señala su misión y se escoge el equipo más adecuado para el proyecto, estipulando la prioridad necesaria.

- **Medir:** consiste en la identificación del proceso nivelando los requisitos principales, la característica del producto (variable de resultado) y sus parámetros (variable de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso, a partir de esta caracterización se define el sistema de medida y la capacidad del proceso.
- **Analizar:** en esta fase el análisis de los datos actuales e históricos, se desarrollan y demuestran hipótesis sobre posibles relaciones causa – efecto utilizando las herramientas estadísticas oportunas. De esta manera se ratifica los datos importantes tanto de entrada o “pocos vitales” que afectan a las variables de respuesta del proceso.
- **Mejorar:** se establece la relación causa – efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para anunciar, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso requerido. (Eduardo Escobedo, Lean Six Sigma Green Belt (paso a paso), 2021)
- **Controlar:** mediante la utilización de las herramientas, los roles de control y liderazgo asignados a los involucrados, para su correcto funcionamiento de la metodología.

2.11. Sistema Automático de recolección en galpones

El sistema de recolección sube y baja aprueba acumular simultáneamente los huevos de todas las filas de jaulas de cada piso que el galpón disponga. La principal característica del sistema sube y baja es que la banda transversal transportadora se sitúa en cada piso para la recolección de huevos y a continuación se ubica en la posición más alta (“parking”).

Dependiendo de la extensión longitudinal del galpón, consideramos que con un solo motor pueden ponerse en marcha hasta 7 filas de cintas longitudinales; esto permite el ahorro de potencia eléctrica y un bajo coste de energía. Como sólo hay una transmisión para transporte de huevos desde la cinta longitudinal hasta la transversal que se dirige a la bodega, el movimiento de los huevos se realiza de forma muy cuidadosa, sin exagerar la velocidad de la banda. Para ajustar correctamente la capacidad de transporte y el rendimiento de la máquina transportadora huevos se debe escoger la velocidad que es en m/min de la cinta longitudinal que puede variarse entre un 50 a 120 %, el cual dependerá del ciclo en el que se encuentra al momento las aves para saber aproximadamente la cantidad de huevos que se van a recolectar.

El sistema de recolección de huevos consta con un transportador de varillas a lo largo de su recorrido desde el galpón hasta la bodega.

El transportador transversal de varillas debe estar al mismo nivel del recolector sube y baja, esto significa que hay una deposito dócil de los huevos sobre la banda transportadora.

La banda transportadora de varillas está cubierta en ambos lados con un perfil protector rojo de goma por razones de seguridad. El ancho del transportador de varillas va a definir la capacidad de la banda para transportar los huevos hacia la bodega de empaque y clasificación.



Figura 4-2: Sistema automático de recolección.

Realizado por: Salazar José, 2024.

2.11.1. Información técnica de los galpones semi automáticos.

Dentro de la avícola se cuenta con 4 galpones semi automáticos los cuales se diferencian en su capacidad de producción y nivel tecnológico, el cual produce un mejor ambiente controlado, una mayor facilidad para su mantenimiento predictivo trimestral, y su mantenimiento completo se lo realiza al momento de terminar la venta de las aves.

La manera de recolectar los huevos se realiza mediante cintas longitudinales que se encuentran en cada piso, que descargan a un ascensor y este a su vez hacia la banda transportadora transversal fija. Es importante disponer con contadores de huevos, sobre todo cuando se cuenta con más de 2 galpones conectados y cuando se pretende realizar la recolección simultánea de alguno de ellos, esta es la forma de operación de los 2 galpones tanto el A1, A2 y A3, A4, los cuales tienen en común un solo destino de almacenamiento o bodega por cada 2 galpones, la capacidad máxima total de las 2 bodegas es de 70.000 cubetas por cada una de ellas y por lo general se mantiene un inventario diario por bodega de un 20 % de cubetas es decir 14.000 cubetas listas para su despacho, obteniendo con esto una entrega inmediata del producto, ni demoras de nuestros clientes .

Los costos de producción son perceptiblemente menores a las instalaciones de jaulas de control manual en aproximadamente un 15% dependiendo de las diversas situaciones y condiciones que

estos generen. El resultado que se obtiene es muy bueno ya que se pueden producir mayor cantidad de huevos con menos insumos, pero no podemos descartar que al suscitar algún error o falla de control las consecuencias son muy altas por la cantidad de aves que estos galpones albergan.

2.11.1.1. Ubicación de los equipos y lugares al interior de los Galpones

Los diferentes equipos y lugares como se muestra en el gráfico 15-2, nos dan una mayor idea de cómo está distribuido interna y externamente el galpón que a continuación describimos cada uno de ellos, debiendo indicar que la bodega de almacenamiento de los huevos es común para los dos galpones semiautomáticos el A3 y A4.

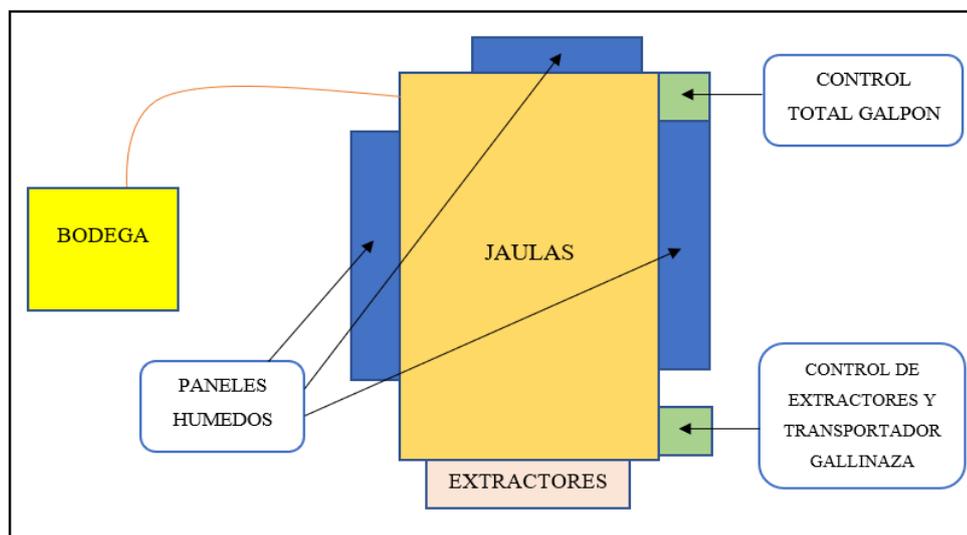


Gráfico 15-2: Esquema de ubicación, controles y equipos en galpones.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Paneles Húmedos: conforme las aves crecen en edad, su rango de temperatura en la “zona de confort” se amplía un poco, pero va bajando de nivel de acuerdo a las condiciones climáticas del día a día manteniendo en promedio una temperatura interna de 18 a 24 grados centígrados. Como son instalados en el frente y al costado de la parte exterior del galpón se los resguarda con cubierta y se realiza una circulación del fluido interno pasando un día para evitar el daño interno de los ductos en los paneles.

Estos paneles deben estar en un correcto funcionamiento debido a que de ellos depende mantener la temperatura interna de todo el galpón.



Figura 5-2: Paneles húmedos frontales y laterales del galpón.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Tableros de control: los tableros de control automáticos son los encargados de manipular casi en su totalidad las funciones del galpón ya sea estos la dosificación del agua y la comida, regular la temperatura con ayuda de los paneles húmedos y los extractores.

Estos tableros están configurados de tal forma que si llegaran a fallar inmediatamente presentan alarmas que son enviadas a un tablero adicional que está ubicado en la oficina del administrador y a su celular, de esta manera garantizan que el motivo de la alarma no pase a mayores problemas.



Figura 6-2: Paneles de control y alarmas internas del galpón.

Realizado por: Salazar José, 2024.

La velocidad de las bandas transportadoras internas como externas de recolección de huevos y la frecuencia de funcionamiento de las bandas de recolección de la gallinaza hacia la parte exterior del galpón a donde se la retira para ser llevada a la compostera, son acciones que el personal deberá realizarlo de forma manual en el talero de control; estas acciones tienen algunos factores que se deben considerar antes de ponerlas en marcha, como por ejemplo en el caso de la recolección en horario de la recolección y en el caso de la gallinaza verificar si ya está llena la banda que por la general lo realizan 3 veces en la semana.



Figura 7-2: Control de recolección de huevos por filas y pisos (m/min).

Realizado por: Salazar José, 2024.

Extractores: es el encargado en mantener un flujo continuo de aire permitiendo de esta manera que no suba la temperatura interna del galpón, tenemos una cantidad de 20 extractores por galpón para garantizar la circulación del aire.



Figura 8-2: Extractores exteriores de aire.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Transportador de gallinaza: esta banda nos permite retirar todo el abona o gallinaza de cada piso en los dos lados de las jaulas para evitar una contaminación masiva del galpón y es recolectada en el exterior por medio de volquetas hacia la compostera para su tratamiento, para luego ser trasladado a las propiedades agrícolas de la avícola o también se lo comercializa.

Siendo la gallinaza un fertilizante luego de cumplir su proceso de descomposición, se lo utiliza como una gran ayuda para diversos cultivos agrícolas, es por eso su fácil comercialización en caso de ser necesario por la cantidad de gallinaza que la avícola genera.



Figura 9-2: Transportador interno y externo de gallinaza o abono.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Transportador de huevos hacia la bodega: es la banda que transporta los huevos desde el galpón hacia el área de empaque o la bodega donde se recolecta previo a la clasificación del producto para que esté listo y en condiciones, para su entrega a los clientes. La banda transportadora al salir del interior del galpón está cubierta en su totalidad para evitar que se mojen y acorte la duración del producto.



Figura 10-2: Banda transportadora del galpón hacia la bodega.

Realizado por: Salazar José, 2024.

La recepción en la bodega se observa la cantidad que ingresa y las condiciones en las que llegan los huevos recolectados del galpón antes de su clasificación, la gran habilidad que debe tener el personal al momento de la manipulación para empacarlos es muy notoria y de gran responsabilidad para evitar huevos rotos por responsabilidad del personal.

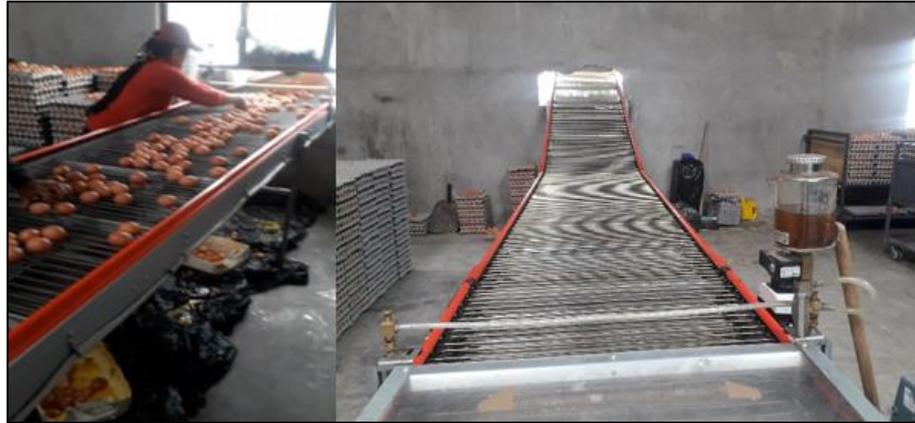


Figura 11-2: Empaque y clasificación de huevos en la bodega.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Bodega: es el lugar donde se dispone de la acumulación del producto listo para su entrega, teniendo una capacidad de un lleno total de 70.000 cubetas y manteniendo siempre un inventario de 14.000 cubetas siempre disponibles para su comercialización.



Figura 12-2: Bodega o área de despacho hacia los clientes.

Realizado por: Salazar José, 2024.

En la bodega se apilan de forma general 20 cubetas por cada columna, de esta forma se consideran las cantidades de cubetas tanto en un lleno total como la cantidad de inventario de 17000 cubetas que se mantiene a diario para su comercialización.

2.11.1.2. *Listado de funciones y especificaciones del galpón*

Las funciones y especificaciones de los galpones automáticos son diferentes a las de los galpones manuales por eso la necesidad de tener un listado de cada uno de ellos:

1. Dosificación de agua permanente hacia los nipples de cada cubículo.
2. La revisión de la mortalidad de las aves en cada cubículo se la debe realizar a diario, sin tener un horario establecido, pero de manera obligatoria se lo debe realizar.

3. Dosificación de comida mediante el requerimiento de las aves, siendo que necesitan de 100 a 105 gr ave/día.
4. Accionar y regular la velocidad de la banda transportadora de huevos hacia la bodega, en una secuencia de 4 a 5 veces en el transcurso del día, tomando en cuenta que en la mañana es donde hay mayor producción de huevos, y en un tiempo de 45 a 60 minutos por ciclo de recolección.
5. Accionar los extractores para mantener un ambiente interno adecuado de las aves dando una comodidad y evitar el estrés de las aves.
6. Accionar de la banda transportadora de recolección de abono o gallinaza hacia afuera para ser transportado hacia la compostera, para su tratamiento.
7. Recircular el agua en los paneles húmedos de acuerdo a la necesidad de bajar o subir a temperatura sabiendo que hay que mantenerla entre 18 a 24 grados centígrados.
8. Regular el nivel de subir o bajar las cortinas laterales del galpón para la ventilación durante el día.
9. De manera continua en el transcurso del día estar pendiente y revisando los paneles de control, puede presentarse alguna alarma de algún fallo en el sistema automático al interior del galpón.
10. En la bodega al momento del arranque del ciclo de recolección de huevos contar con al menos cuatro personas para el empaque y clasificación de los huevos.
11. Mantener un inventario obligatorio de por lo menos 14.000 cubetas listas para su despacho hacia los clientes.
12. En la bodega al momento del despacho de acuerdo a la cantidad de entrega de cubetas se debe contar con personal adecuado, para evitar la demora de las salidas de los camiones cargados.

2.12. Identificación de variables

Variables Independientes: Optimización del sistema de producción para la disminución de huevos rotos durante la recolección en los galpones semi automáticos.

Variables Dependientes: Aumento de producción, merma de desperdicios y mayor rentabilidad económica para la avícola.

2.13. Matriz de consistencia

La matriz de consistencia aprueba y registra la información de un modo integrado que corresponde al problema, objetivo e hipótesis general, junto con las variables de estudio y su correspondiente indicador; asimismo, se procede a complementar la información que corresponde a los problemas, objetivos e hipótesis específicas desplegando las respectivas variables y sus indicadores.

En la siguiente tabla 5-2, se ha realizado para fines de estudio la información del problema, la información recolectada y colocada en la tabla es verídica propia de la avícola, en la que se detalla de cada una de las acciones a realizar para su desarrollo.

Tabla 5- 2: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
¿Cómo se puede optimizar el Sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones semi automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo aplicando metodología Lean Six Sigma?	Optimizar el sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones semi automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo aplicando Lean Six Sigma.	<p>H0: La Optimización del Sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones semi automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo aplicando Lean Six Sigma, NO aumentara la producción en los galpones semi automáticos y por consiguiente evita pérdidas económicas.</p> <p>H1: La Optimización del Sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones semi automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo aplicando Lean Six Sigma, aumentará la producción en los galpones semi automáticos y por consiguiente evita pérdidas económicas.</p>	<p>Variable Independiente: Optimización del sistema de producción para la disminución de huevos rotos durante la recolección en los galpones semi automáticos.</p> <p>Variable Dependiente: Aumento de producción, merma de desperdicios y mayor rentabilidad económica para la avícola.</p>	<p>Frecuencia de recolección por día de huevos, esto será en el periodo de producción.</p> <p>Tiempo de uso del sistema de recolección semi automático por día.</p> <p>Cantidad de desperdicios (huevos rotos) por día de recolección.</p>	<p>Entrevistas al personal.</p> <p>Análisis de documentos obtenidos.</p> <p>Observación y conteo luego de la propuesta.</p>	<p>Cuestionario estructurado para el personal.</p> <p>Fichas de registro de datos de producción.</p> <p>Ambiente de pruebas.</p> <p>Fotografías, imágenes y grabaciones del proceso.</p>

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Realizado por: Salazar José, 2024.

2.14. Operacionalización de variable

A continuación, en la tabla 6-2, se muestra la Operacionalización de las variables independientes que influyen en las métricas para el mejoramiento de producción en la empresa, como se muestra a continuación:

Tabla 6- 2: Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES	CRITERIO DE MEDICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	ESCALA
Aumento de producción, merma de desperdicios y mayor rentabilidad económica para la avícola.	Un desperdicio es todo aquel material sobrante en la producción de un determinado producto, tales como los huevos rotos, los que no cumplen con las especificaciones.	Producción	% de desperdicios	Cantidad de desperdicios (huevos rotos) por día de recolección.	Entrevistas al personal. Análisis de documentos obtenidos.	Recolección de datos de situación actual de la empresa Observación	Fotografías, imágenes y grabaciones del proceso.	Razón

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Realizado por: Salazar José, 2024.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación se encarga de elaborar, definir el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos que se deben seguir en la elaboración de conocimiento e información, motivo por el cual en este capítulo se aborda todos los métodos y técnicas empleadas para la resolución del trabajo de titulación propuesto, mediante la recolección de la información, el análisis de los datos, su clasificación y posterior comparación aplicando la estadística descriptiva, misma que permitió mostrar resultados de validez y pertinencia, a la hipótesis planteada cumpliendo con los estándares de investigación científica.

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque del presente trabajo de investigación corresponde al modelo cuantitativo porque se utiliza los datos recolectados para prueba de hipótesis con referencia a la comprobación numérica y el análisis estadístico, con el objetivo de generar modelos del comportamiento de la condición actual y lo propuesto para la prueba de teorías. (Sampieri, 2014)

3.2. Diseño de la Investigación

El desarrollo del presente trabajo de titulación corresponde a una investigación de campo porque fue necesario la recolección de los datos primarios a partir de la realidad donde se ejecutan los sucesos, sin manipular o controlar las variables puesto que el investigador obtiene la información, sin alterar las condiciones que existen al momento de realizar el estudio. (Sampieri, 2014)

Además, se efectuó un seguimiento minucioso y toma de datos con visitas a la Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo, para analizar el comportamiento del proceso de recolección de huevos de los galpones semi automáticos A3 y A4, a partir de ello se conoció las distancias y tiempos de la banda transportadora y la destreza que debe tener el personal en el proceso de recolección, clasificación y empacado de los huevos.

3.3. Tipo de Estudio

Se emplea una investigación exploratoria para el desarrollo del presente trabajo, cuantitativa y descriptiva, en la recolección de huevos en galpones semi automáticos (A3-A4) de la Avícola Santa Elenita Santeel. Cía. Ltda. (2022)

3.4. Método de investigación

Método inductivo, se analizan solo casos particulares, cuyos resultados son tomados para extraer conclusiones del índice de desperdicios que generan pérdidas de la producción. A partir de las observaciones sistemáticas como velocidad, forma de manipulación, destreza, con el producto (huevos) durante el empaque en las cubetas. De la realidad se descubre la generalización de un hecho y una teoría. Se emplea la observación y la experimentación para llegar a las generalidades de hechos que se repiten una y otra vez.

3.4.1. *Investigación Documental*

Los principios, definiciones, conceptos, teorías, etc. necesario para llevar a cabo el estudio del estado del arte de esta investigación, provendrán de fuentes primarias como:

- **Artículos científicos:** Artículos editoriales, artículos originales de investigación, artículos de revisión y cartas científicas.
- **Bibliografía especializada:** Son diversidad de documentos pensados para desarrollar labor investigatoria de estudiantes de posgrado y docentes, por ejemplo: libros, artículos, información electrónica, etc.
- **Normativas regionales:** Existen cuatro tipos de normas regionales, jurídicas, morales, religiosas y convencionalismos sociales.
- **Normativas internacionales:** Se clasifican de acuerdo a la calidad, ambiente, riesgo, seguridad y responsabilidad social, siendo que se deben cumplir sin excepción de acuerdo al sector específico de estudio.

Estas fuentes deben tratar temas relacionados con el estudio y la aplicación de la terminología de producción avícola y de los desperdicios que estos generan, sin pasar por alto toda la normativa de AGROCALIDAD.

3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Considerando como fundamento los criterios de las normas nacionales e internaciones, se harán entrevistas de información, al grupo de trabajo, a través de la cual se realizará la recolección de información.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla 1-3, las técnicas e instrumentos que se utilizarán.

Tabla 1-3: Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

Técnica	Instrumento	Objetivo
Entrevista	Cuestionario estructurado de la entrevista al administrador.	Realizar el estudio sobre los efectos de la utilización incorrecta del sistema y de sus errores al momento de empaque del producto.
Análisis documental	Estadística descriptiva – Capacidad del proceso, Histogramas y Cartas de Control.	Recolectar datos de la fuente e identificar los factores que permitan lograr una mejora.
Observación al personal	Fotografías, imágenes y grabaciones del proceso.	Demostrar la hipótesis y validar el nuevo método de mejora propuesto.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Realizado por: Salazar José, 2024.

3.6. Muestra

La muestra en este caso no se calcula ya que para el estudio se cuenta con los registros diarios de la producción de huevos, de los galpones semi automáticos A3 – A4, donde constan la cantidad de huevos recolectados como son: huevos sanos, huevos rotos o picados, huevos pequeños, doble yema y deformes.

Toda esta información se la toma a diario durante el ciclo de producción del lote de aves de cada uno de los galpones desde que empieza la postura hasta la comercialización de las gallinas, dando un total de semanas productivas por galpón, A3: con 81 semanas de producción y en el galpón A4: con 73 semanas de producción.

3.7. Recolección previa de datos de producción

En esta fase se determina el número de equipos o galpones que tiene la empresa su categoría, clase o tipo, de acuerdo a la forma que la empresa los clasifique o los identifique, para el caso de Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo, los galpones se los clasifica en manuales (producción y levante), y los semi automáticos de producción, los cuales son de distinta capacidad, teniendo cuatro al momento en funcionamiento.

Para realizar el estudio se tomará únicamente los galpones de producción automáticos ya que son los que generan una mayor cantidad de desperdicios de huevos, los datos adquiridos son de los galpones semi automáticos A3 y A4 los cuales son de igual capacidad de producción 98000 aves por cada galpón, y sus datos son durante todo el ciclo de producción hasta la venta de las aves por

termino de postura y vejez de las mismas. Para una mayor facilidad de manipulación de datos, se consideró por semana de producción más no por día.

Tabla 2-3: Ciclo de postura por semanas de producción.

CICLO DE POSTURA POR SEMANAS DE PRODUCCIÓN				
PORCENTAGE DE HUEVOS DE PRODUCCIÓN EN EL GALPON A3				
SEMANAS	SANOS	ROTOS	TOTAL	% DESPERDICIO
81	1191086	15046	1206132	1,25

CICLO DE POSTURA POR SEMANAS DE PRODUCCIÓN				
PORCENTAGE DE HUEVOS DE PRODUCCIÓN EN EL GALPON A4				
SEMANAS	SANOS	ROTOS	TOTAL	% DESPERDICIO
73	1218554	12535	1231089	1,02

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

3.8. Análisis cuantitativo de la estadística descriptiva – Capacidad del proceso

Los problemas que se está analizando como parte del estudio es la cantidad de desperdicios generados en el galpón al momento de la recolección de huevos. Los datos obtenidos son de la situación actual que está pasando en la avícola los resultados son por semana de producción.

Al momento se considera en la avícola un desperdicio del 3%, en huevos rotos, picados, pequeños o deformados, lo que viene a ser la problemática de la avícola el no saber con exactitud la cantidad real de los desperdicios que se están generando actualmente.

Mediante las gráficas de control la desviación estándar de los subgrupos o S barra, de igual forma las medias de los subgrupos o X barra, con esto podemos determinar si el proceso está o no fuera de control, y su comportamiento debido a que hay unos picos muy altos que están fuera de los límites de control.

Esto se aplicará a los dos galpones semi automáticos al momento de realizar el estudio en los dos galpones, tanto el A3 como el A4, respectivamente.

$LCS = \bar{S} + 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$	$LCS = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{S}}{c_4 \sqrt{n}}$
Línea central = \bar{S}	Línea central = $\bar{\bar{X}}$
$LCI = \bar{S} - 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$	$LCI = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{S}}{c_4 \sqrt{n}}$

Figura 1-3: Ecuaciones para cálculo de grafica X y S barra.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Donde:

LCS: Límite de control superior.

LCI: Límite de control inferior.

n: Tamaño de subgrupo.

C4: Valor obtenido en tabla de acuerdo a la cantidad de muestras.

En el galpón A3 luego del análisis de los datos obtenidos se tiene como resultado la siguiente gráfica, donde nos indica los puntos en donde falló la prueba tanto de medias como de desviación estándar y los puntos que se divisan fuera del límite de control. Teniendo en cuenta que hay un ciclo de postura o producción de huevos de 81 semanas.

La gráfica de control XR realizada en el galpón A3 indica que la media y la variación del proceso pudieran no ser estables como se observa en el subgrupo 9 que equivale al (69,2 %) punto que está fuera de control en la gráfica X barra, en el subgrupo 2 que equivale al (15,4 %) punto que está fuera de control en la gráfica R, lo cual puede afectar la validez de los límites de control tanto superior como inferior en la gráfica X barra.

Hay la posibilidad de que el 0,7 % de subgrupos estén fuera de control en la gráfica X barra y el 0,5 % de subgrupos estén fuera de control de la gráfica R, aun cuando el proceso sea estable. También nos indica que hay un grado moderado de correlación ($r = 0,5$) entre los puntos de datos consecutivos dentro de cada subgrupo.

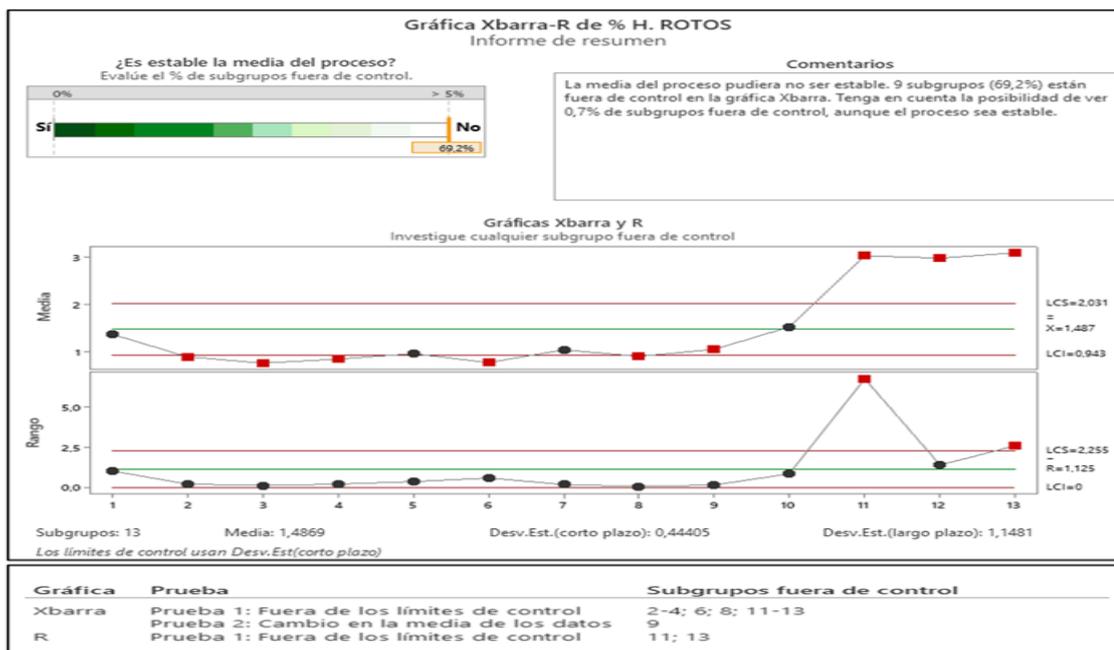


Gráfico 1- 3: Gráfica X barra, en galpón A3.

Realizado por: Salazar José, 2024.

En el galpón A4 luego del análisis de los datos obtenidos se ha obtenido como resultado la siguiente gráfica, donde se indica los puntos en donde falló la prueba tanto de medias como de desviación estándar y los puntos que se divisan fuera del límite de control. Teniendo en cuenta que hay un ciclo de postura o producción de huevos de 73 semanas.

La gráfica de control XR realizada en el galpón A4 indica que la media y la variación del proceso pudieran no ser estables como se observa en el subgrupo 2 que equivale al (18,2 %) punto que está fuera de control en la gráfica X barra, en el subgrupo 2 que equivale al (20,4 %) punto que está fuera de control en la gráfica R, lo cual puede afectar la validez de los límites de control tanto superior como inferior en la gráfica X barra. Hay la posibilidad de que el 0,7 % de subgrupos estén fuera de control en la gráfica X barra y el 0,5 % de subgrupos estén fuera de control de la gráfica R, cuando el proceso sea estable. También se indica que los datos pasaron la prueba de correlación, es decir que la correlación entre los datos consecutivos dentro de cada subgrupo en menor que 0,2.

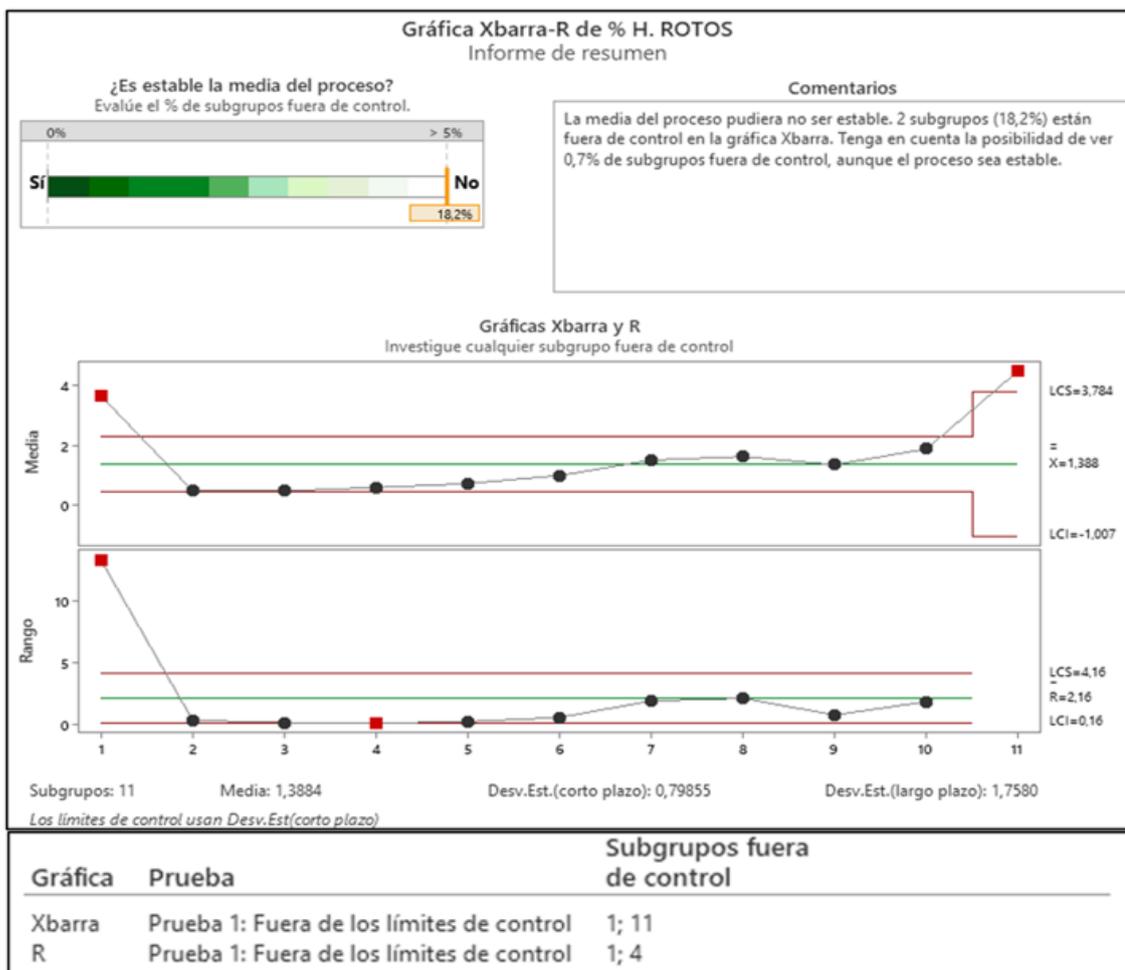


Gráfico 2- 3: Gráfica X barra, en galpón A4.

Realizado por: Salazar José, 2024.

3.9. Capacidad actual del proceso

Los procesos tienen variables como son de ingreso o entrada y de salida o de respuesta, las cuales deben cumplir con ciertas especificaciones a fin de lograr que el proceso esté funcionando de manera satisfactoria, para que lo identifiquen como un proceso estable o inestable, evaluar el proceso involucra conocer la amplitud de la variación natural o actual de los datos obtenidos, para obtener una característica de calidad del producto que se está entregando al cliente.

Consiste en examinar los datos que dieron como resultado de la etapa de medición identificando las fuentes de extracción de datos en nuestro caso ciclo de producción semanal. Esta etapa es la de mayor contenido técnico ya que se comprueban las hipótesis sobre el funcionamiento del proceso, donde es indispensable acudir a instrumentos estadísticos avanzados y concluir si el proceso productivo es capaz, incapaz, estable e inestable.

El estudio de capacidad va a permitir que se evidencie si un proceso es capaz o incapaz de producir dentro de los márgenes establecidos o considerados por la avícola. Cuando el proceso es catalogado como incapaz los procedimientos de muestreo de aceptación deben de mantenerse como parte del proceso.

Un proceso que es determinado como incapaz es aquel que se sale de los límites de especificaciones. La incapacidad de un proceso puede presentarse cuando la variación en este es muy grande no cabe dentro de los límites tanto superior como inferior, por otro lado, tener procesos que en un inicio están dentro de los límites especificados y que con el paso del tiempo su variación crece y sale de estos (gráfico 3-3).

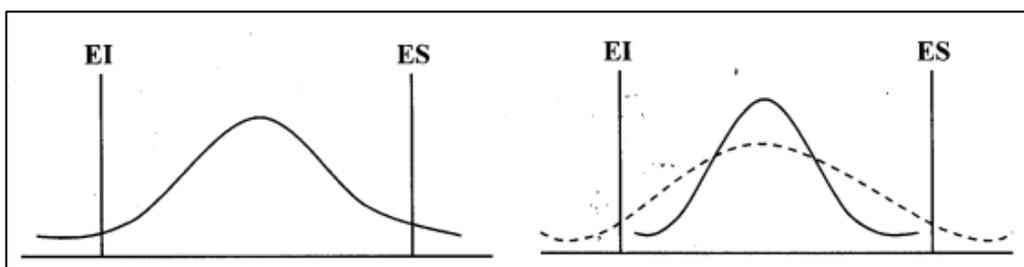


Gráfico 3- 3: Gráfica de proceso incapaz, y proceso con cambio de variación.

Fuente: Lean Six Sigma Green Belt, Paso a Paso, 2021.

En el galpón semi automático A3 los siguientes resultados, previo al análisis de los datos recolectados:

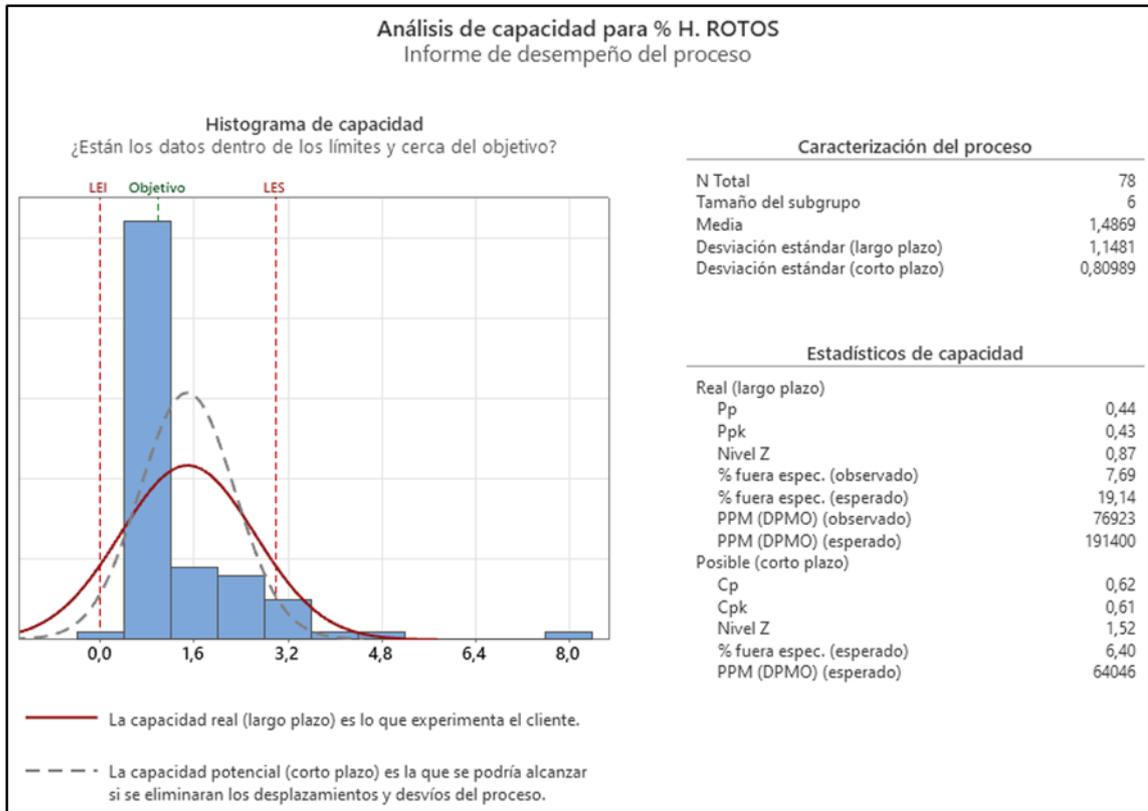


Gráfico 4- 3: Gráfico de desempeño del proceso, en el galpón A3.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

De acuerdo a los datos analizados las especificaciones obtenidas son las siguientes el límite superior es 8,38062 %, el objetivo es 3%, el límite inferior 0,388937 %, estos parámetros son los generados en el galpón A3, pero para efectuar el estudio lo que contempla actualmente la avícola es decir el límite superior es 3 %, el objetivo que se quiere llegar es 1 %, el límite inferior 0,0 %. En términos de rendimiento a largo plazo que es lo que representa el estudio, se espera que, por cada millón de huevos producidos, aproximadamente 191400 presentan algún tipo de fallo (huevos rotos) dentro del proceso de recolección, finalmente se identifica que el nivel sigma (z) llega a 0,87.

Todos estos datos representan la línea base de un proyecto de 6 sigma y establecen un punto de partida en la cuantificación de la mejora del proceso, es decir dar inicio con estos datos a la implementación y socialización con el personal de la avícola de la metodología DMAIC, para lograr la concientización de la importancia de las acciones que se están realizando en el trabajo de forma incorrecta.

En el galpón semi automático A4 los siguientes resultados, previo al análisis de los datos recolectados son los siguientes:

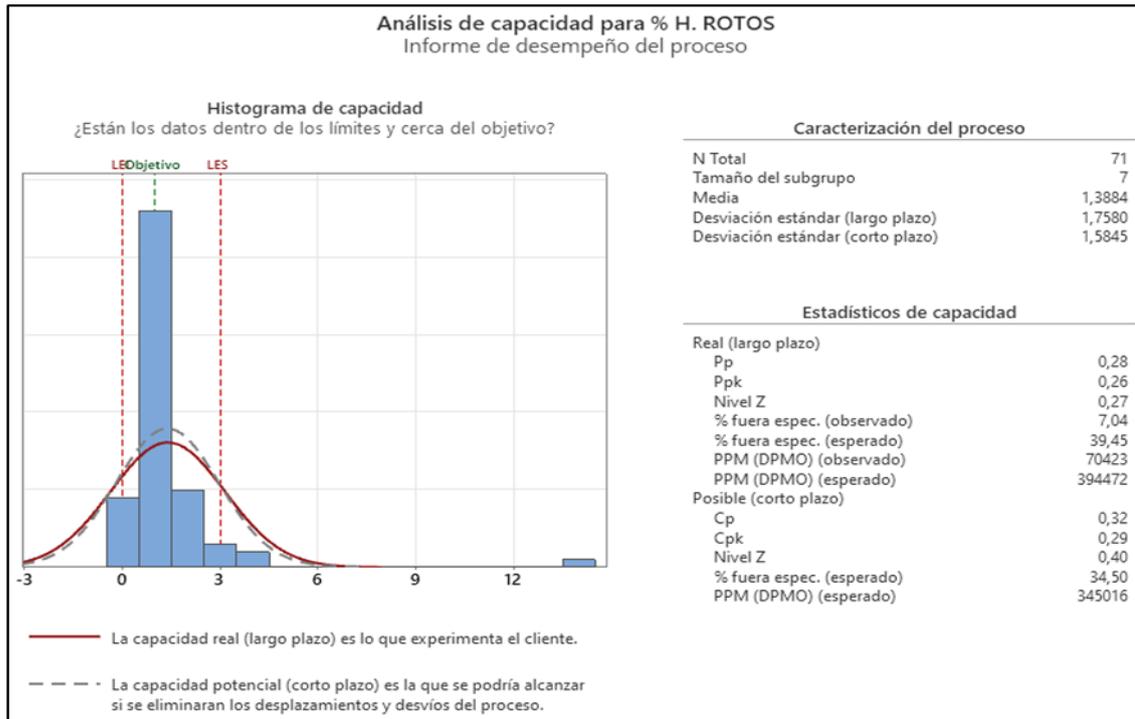


Gráfico 5- 3: Gráfico de desempeño del proceso, en el galpón A4.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

De acuerdo a los datos analizados las especificaciones obtenidas son las siguientes el límite superior es 14,2857 %, el objetivo es 3%, el límite inferior 0,351327 %, %, estos parámetros son los generados en el galpón A4, pero para efectuar el estudio lo que contempla actualmente la avícola es decir el límite superior es 3 %, el objetivo que se quiere llegar es 1 %, el límite inferior 0,0 %.

En términos de rendimiento a largo plazo que es lo que representa el estudio, se espera que, por cada millón de huevos producidos, aproximadamente 394472 presentan algún tipo de fallo (huevos rotos) dentro del proceso de recolección, finalmente se identifica que el nivel sigma (z) llega a 0,27.

Todos estos datos representan la línea base de un proyecto de 6 sigma y establecen un punto de partida en la cuantificación de la mejora del proceso, es decir dar inicio con estos datos a la implementación y socialización con el personal de la avícola de la metodología DMAIC, para lograr la concientización de la importancia de las acciones que se están realizando en el trabajo de forma incorrecta.

Al concluir con la medición de la capacidad del proceso y el nivel sigma en el proceso son importantes, pues permiten mirar y analizar los valores del proceso actual como se encuentran y que dificultades presentan para luego sugerir y proponer las mejoras respectivas, así como servir de guía para determinar si el proceso se mantiene controlado una vez que el estudio concluya.

3.10. Análisis del proceso de recolección

El análisis de la metodología DMAIC es una de las fases más importantes, ya que es aquí donde se busca entender las causas raíz del problema (huevos rotos), que se ha identificado en la fase definir, esta fase se enfoca en el análisis de los datos recopilados en la fase anterior (medir) para determinar las variables que están causando, afectando el problema y cómo estas variables se relacionan entre sí. Durante esta etapa se utilizan herramientas estadísticas y de procesos para identificar patrones y tendencias en los datos recopilados de la avícola, estas herramientas pueden incluir para su estudio diagramas causa efecto, diagramas de Pareto, análisis de regresión y análisis de correlación, entre otros, además, se pueden realizar entrevistas al personal involucrado en el proceso de recolección de huevos y observaciones para obtener información cualitativa adicional. El objetivo principal de esta fase es establecer las variables significativas, lo que permite establecer las variables que se abordaran en la fase de mejora.

3.10.1. Diagrama ISHIKAWA

Es un instrumento gráfico que se obtiene de generar una lluvia de ideas, en la que se enlistan, de una forma organizada, todas las causas de un determinado efecto, por lo que resulta más fácil identificar y separar los problemas de las posibles áreas de mejora en el proceso analizado, con la característica crítica de calidad.

Esta es una herramienta de análisis que se utiliza en la mejora de procesos para identificar las diferentes áreas que pueden estar contribuyendo a un proceso ineficiente. Las seis categorías se denominan "M" debido a que en inglés todas comienzan con esa letra:

1. **Métodos (Methods):** se refiere a los procesos y procedimientos utilizados para llevar a cabo una actividad, se considera cualquier relación con el método utilizado para llevar a cabo el proceso, como la secuencia de sus actividades.
2. **Materiales (Materials):** esta categoría se refiere a los suministros necesarios para lograr el proceso, incluye la calidad de los materiales, su cantidad, su disponibilidad, entre otros aspectos.

3. **Mano de obra (Manpower):** se refiere a las personas que trabajan en el proceso. Incluye su adiestramiento, habilidades, experiencia y nivel de compromiso con la avícola, con tal motivación que le permita realizar su labor asignada.
4. **Medio ambiente (Environment):** esta categoría se refiere al medio en el cual se realiza el proceso. Incluye el espacio físico, la temperatura, la humedad, la iluminación, la contaminación, la seguridad, entre otros aspectos.
5. **Medición (Measurement):** se considera a los métodos utilizados para medir el proceso o el resultado. Incluye la precisión y la frecuencia de las mediciones, así como la confiabilidad y la validez de los datos que se van recolectando o generando.
6. **Máquinas (Machine):** se refiere a las herramientas y equipos utilizados en el proceso.

El diagrama Causa Efecto es una herramienta de comunicación, pero hay situaciones en las que no se puede seguir estrictamente este formato, por ejemplo, cuando se investiga un problema relacionado a un servicio, entonces quizá se tendría que modificar ligeramente este esquema, pero en general, se debe tratar de mantener una estructura similar. (Guamán Lozano, Moyano Alulema, Cayán Matínez, & García Cabezas, 2023)

Ventajas del método 6 M:

- Exige que se consideren en gran parte los elementos relacionados con el problema.
- Se puede utilizarlo aun cuando se desconoce de los detalles del proceso.
- Se centra en el proceso y no en el producto.

Desventajas del método 6 M:

- Se identifican indefinidas causas de gran importancia.
- Se tiende a centrarse en mínimos detalles del proceso.
- No es persuasivo si desconocen el proceso en estudio. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)



Gráfico 6- 3: Diagrama de Causa y Efecto para la cantidad de desperdicios
Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

El diagrama causa-efecto es un transporte para ordenar, de forma muy centrada, todas las causas que se suponen nos darán una contribución para determinar un efecto. Aprueba de esta manera, lograr un entendimiento común de un problema, sin ser nunca un sustitutivo de los datos que ya están en estudio. Es importante ser conscientes que los diagramas de causa-efecto presentan y establecen teorías. Sólo cuando estos supuestos son contrastados con datos podemos probar las raíces de los fenómenos que son observables.

3.10.2. Diagrama de Pareto

Es un diagrama de barras de los datos ordenados en forma de barras, las cuales son ordenadas de mayor a menor frecuencia, interés o impacto. Además, se incluye una línea acumulativa que muestra la contribución acumulada de cada causa al problema total.

El objetivo del diagrama es identificar y priorizar las causas más importantes de un problema para poder enfocar los recursos y esfuerzos en aquellas áreas donde se pueden obtener los mayores beneficios, una vez que se han identificado las causas principales, se pueden aplicar técnicas de mejora de procesos para abordarlas y eliminarlas. (Guamán Lozano , Moyano Alulema, Cayán Matínez, & García Cabezas, 2023)

El análisis de Pareto se utiliza para priorizar las pocas oportunidades vitales sobre las muchas oportunidades triviales. Las visualizaciones que se pueden apreciar rápidamente en la gráfica nos dan una idea de cuáles son los factores que están causando el problema principal y darle la atención prioritaria y una pronta solución. (Eduardo Escobedo, Lean Six Sigma Green Belt (paso a paso), 2021)

Todo lo anterior mencionado es una premisa de lo que se debe analizar y estudiar, lo cual vamos a plasmar a continuación mediante un gráfico especial cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, los que nos ayudaran a localizar el o los problemas vitales así como sus principales causas.

De acuerdo con la información recopilada de la verificación realizada en la bodega principal de los galpones tanto A3 como A4 se registra la siguiente frecuencia de incidentes en la recolección de los huevos, la rotura y generación de desperdicios. Este seguimiento se lo ha hecho en un tiempo prudente de 4 semanas en las cuales se logra obtener los siguientes valores de los incidentes que se detallan a continuación en la tabla 3– 3.

Tabla 3-3: Causas e incidentes para la rotura de huevos.

Causas de desperdicios - roturas de huevos galpones A3 - A4	Número de Incidencias	% Acumulado	
Exceso de velocidad en la recolección	26	25%	26
Envejecimiento de la gallina	22	47%	48
Falta de destreza en la manipulación	20	67%	68
Cambio de personal para empaque	14	80%	82
Periodos no establecidos de recolección	9	89%	91
Exceso de tiempo en la misma actividad	6	95%	97
Personal escaso para empaque	4	99%	101
Bandas recolectoras internas defectuosas	1	100%	102
TOTAL	102		

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

El diagrama de Pareto, se lo realizó a partir de los datos de incidentes de la tabla 3-3, logrando organizar los datos de manera que estén en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Lo que nos permite dar un orden de las prioridades.

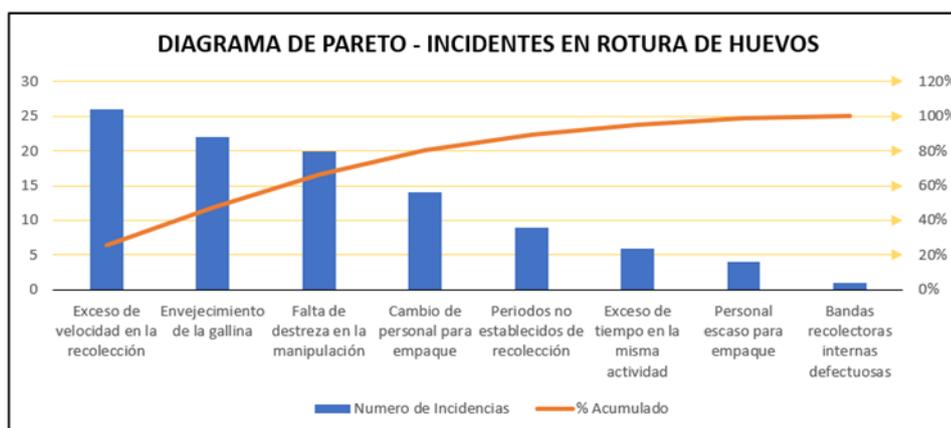


Gráfico 7- 3: Diagrama de Pareto realizado en galpón A3 – A4.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Como se muestra en el gráfico 7-3, el incidente más frecuente en el proceso de inspección, recolección y empaque de huevos en la bodega es el de exceso de velocidad tanto en la banda, el cual representa el 26 % del total de los incidentes, otros incidentes, aunque que tienen un valor menor no se los puede dejar de considerar como por ejemplo el envejecimiento de la gallina que tiene el 22 % y la falta de destreza en la manipulación de los huevos con el 20 %.

3.10.3. Definir las causas de mayor incidencia

Las causas con mayor incidencia mediante el diagrama de ISHIKAWA realizado se los detalla a continuación, siendo estas causas las que tienen mayor impacto en el proceso de la recolección

de huevos en la bodega de los galpones semi automáticos A3 – A4, dando como consecuencia de ello la generación de desperdicios:

➤ **Exceso de velocidad en la recolección de los huevos**

El funcionamiento de la banda recolectora o de transporte de los huevos, desde el galpón hasta la bodega tiene un rango de velocidad graduada de (0 a 10) m/min, que es escogida por los operarios que se encuentren en la bodega. Esta velocidad va a depender de la cantidad de operarios que estén disponibles para la recolección a la hora que se requiera, considerando que en la mañana es donde hay mayor producción de huevos. (Pérez B. , 2022)

➤ **Envejecimiento de las gallinas**

La edad de las gallinas se puede controlar mediante un registro de postura y el avance de las semanas, siendo este ciclo promedio entre las 18 a 75 semanas aproximadamente, desde la 30 a 60 semanas de producción se considera el pico más alto ya que las gallinas se encuentran en una edad joven. De la semana 61 en adelante hasta las 75 aproximadamente la producción de huevos va en declive, pero aumentan el tamaño de los huevos porque las gallinas ya alcanzan su madurez. De ahí en adelante será decisión del veterinario de la avícola luego de evaluar el lote, si se procede a la venta o se continua con la producción mejorando la dieta de las aves y posteriormente proceder al replume (el cual tiene una duración de dos meses) de las mismas para lograr un tiempo adicional de 6 meses más de producción manteniendo los mismos estándares de calidad de los huevos.

➤ **Falta de destreza en la manipulación**

La manipulación de los huevos en la recolección dependerá netamente de la habilidad y destreza de cada persona que vaya a realizar la actividad. Por lo tanto, es esencial la capacitación y la toma de conciencia por parte de cada uno de los trabajadores que están prestando sus servicios en la recolección y empaquetado de huevos en la bodega.

3.11. Análisis de Correlación y Regresión lineal de datos

La correlación examina y estudia la relación lineal entre dos variables aleatorias, ninguna de las cuales se considera necesariamente la variable objetivo. La regresión examina la fuerza de la relación entre una o más variables predictoras y un variable objetivo.

El análisis de regresión lineal es un proceso estadístico para entender como una variable depende de otra variable, es decir generar una ecuación (modelo) que, basándose en la relación que existe entre ambas variables, permita predecir el valor de una a partir de la otra variable.

Con el análisis de regresión, es posible modelar la relación entre las variables elegidas, así como predecir valores basándose en el modelo. (Guamán Lozano , Moyano Alulema, Cayán Matínez, & García Cabezas, 2023)

A continuación, el diagrama de dispersión también identificado como gráfico de correlación consiste en la representación gráfica de las variables para un conjunto de datos, que en este caso se lo considera el número de semanas de producción de huevos de las gallinas tanto en el galpón semi automático A3= 81 y en el A4=73 versus el porcentaje de desperdicios o huevos rotos semanales en la recolección de los mismos, acción que se la realiza en la bodega.

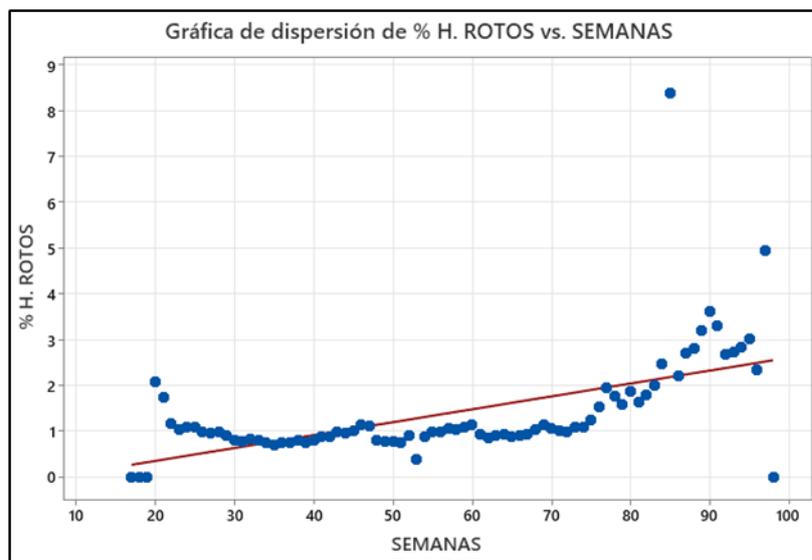


Gráfico 8- 3: Gráfica de dispersión y correlación lineal en galpón A3.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

En algunas ocasiones, los gráficos de dispersión indican relaciones con un patrón más débil, es decir, menos determinado como en este caso. Por lo que se entiende de una correlación débil, y se tendrá que comprobarla calculando el coeficiente de correlación.

De acuerdo al gráfico 8-3 realizado con los datos del galpón A3 el resultado de la correlación de Pearson es de ($r = 0,57$) a pesar de que es baja sigue siendo positiva porque al aumentar las semanas también aumenta el porcentaje de huevos rotos (desperdicios).

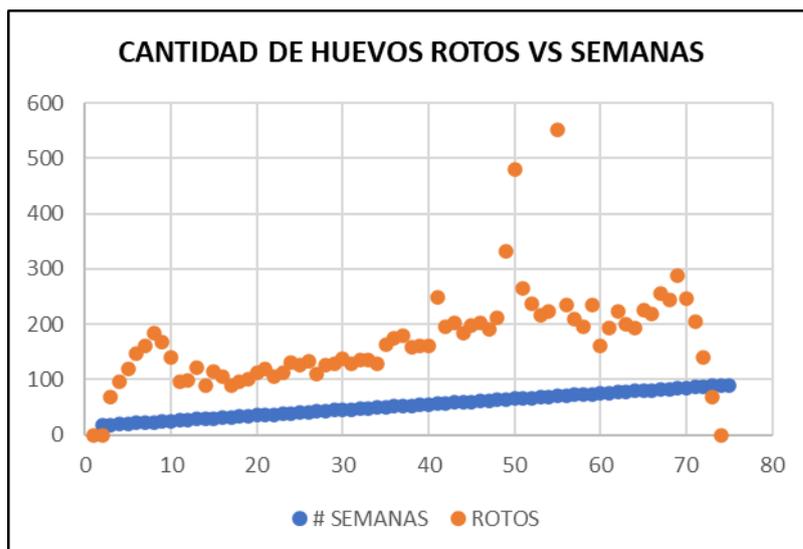


Gráfico 9- 3: Gráfica de dispersión y correlación lineal en galpón A4.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

En el gráfico 9-3 realizado con los datos del galpón A4 el resultado de la correlación de Pearson es de ($r = 0,53$) a pesar de que es baja sigue siendo positiva porque al aumentar las semanas también aumenta la cantidad de huevos rotos (desperdicios).

Los valores que considera el coeficiente de correlación, r , son entre -1 y 1 , incluyendo ($-1 \leq r \leq 1$). Estos valores de r , cercanos o iguales a cero, implican poca relación lineal entre X y Y . En contraste, los valores de r cercanos a 1 indican una relación lineal muy fuerte, y los valores de r próximos a -1 muestran una fuerte correlación negativa. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

3.12. Prueba de hipótesis

Una prueba de hipótesis es una regla que especifica si se puede aceptar o rechazar una afirmación acerca de una población dependiendo de la evidencia proporcionada por una muestra de datos. Una prueba de hipótesis examina dos hipótesis opuestas sobre una población de datos obtenidos o tabulados para el estudio a realizar: la hipótesis nula y la hipótesis alternativa.

Existen dos pruebas para realizar el análisis de normalidad de los datos registrados mediante la aplicación de las pruebas de Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov, cada prueba se lo realiza de acuerdo sea el caso identificado mediante el número o cantidad de muestras o datos obtenidos como se indica en la Tabla 12-3, se observa que los valores de p obtenidos son menores a $0,05$, lo que indica que los registros se ajustan a una distribución no normal con un nivel de confianza del 95% . (Profesional, 2022)

Tabla 4-3: Pruebas estadísticas para verificar normalidad de datos.

KOLMOGOROV – SMIRNOV	SHAPIRO – WILKS
Para muestra grandes ($n \geq 30$)	Cuando la muestra es pequeña ($n < 30$)

Fuente: INCADEM.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Sin descartar lo siguiente antes ya mencionado:

Si $p > 0,05$ Aceptamos la hipótesis nula.

Si $p < 0,05$ Rechazamos la hipótesis nula de manera significativa.

Si $p < 0,01$ Rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa.

De acuerdo a estos parámetros decidimos en realizar pruebas de hipótesis tanto paramétricas o no paramétricas.

Una vez realizada la prueba de normalidad KOMOGOROV-SMIRNOV de los datos sujetos al estudio que son ($n > 30$), en el galpón semi automáticos A3 se obtiene el siguiente valor de p, A3($p < 0,010$), el cual nos indica que debemos utilizar pruebas no paramétricas para luego efectuar el contraste de las hipótesis planteadas.

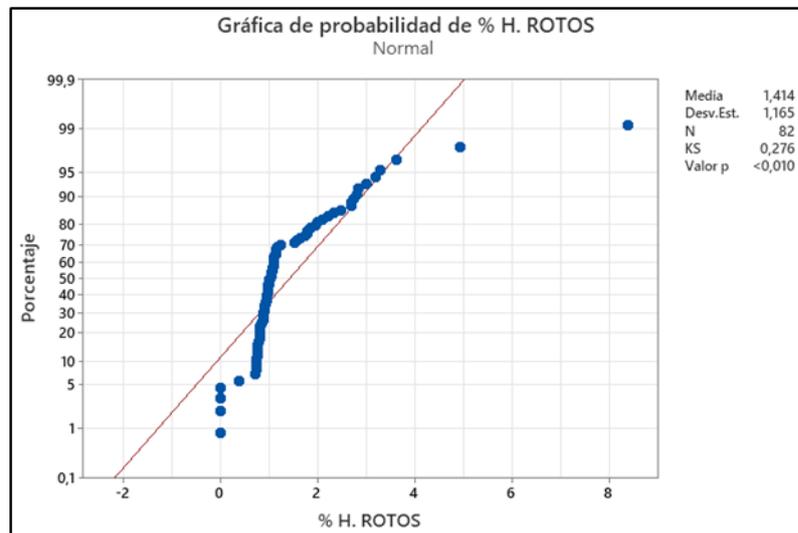


Gráfico 10- 3: Gráfica de Kolmogorov–Smirnov, con datos del galpón A3.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

De igual forma que la anterior se realiza la prueba de normalidad KOMOGOROV-SMIRNOV de los datos sujetos al estudio que son ($n > 30$), en el galpón semi automáticos A4 se obtiene el

siguiente valor de p , $A4(p < 0,010)$, el cual nos indica que debemos utilizar pruebas no paramétricas para posteriormente efectuar el contraste de las hipótesis planteadas.

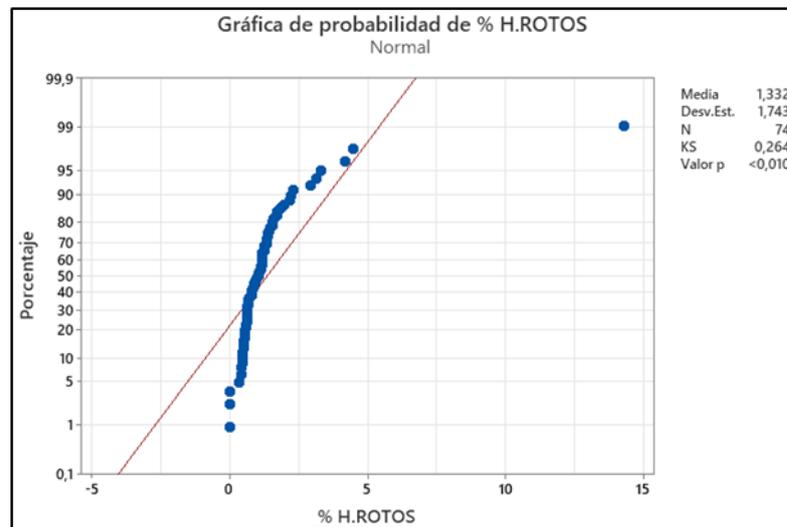


Gráfico 11- 3: Gráfico de Kolmogorov-Smirnov, con datos del galpón A4.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Las hipótesis a contrastar son las mencionadas a continuación:

Al momento de realizar el contraste con estas dos hipótesis lo que quiere confirmar es de que exista un nivel de correlación entre las dos, para poder dar validez a una de estas hipótesis planteadas.

H0: La Optimización del Sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones semi automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo aplicando Lean Six Sigma, NO aumenta la producción en los galpones semi automáticos y por consiguiente evita pérdidas económicas.

H1: La Optimización del Sistema de producción para la disminución de desperdicios en la recolección de huevos en galpones semi automáticos de la Avícola Santa Elenita Santeel – campo Salcedo aplicando Lean Six Sigma, aumenta la producción en los galpones semi automáticos y por consiguiente evita pérdidas económicas.

Se debe destacar que existen diversas pruebas paramétricas y no paramétricas las cuales se pueden realizar y cada una de ellas tienen sus respectivas equivalencias en algunos casos no existen, todo esto va a depender del tipo de estudio y la naturaleza del diseño para realizar el contraste de hipótesis, dichas herramientas se presentan a continuación en la (tabla 6-3).

Tabla 5-3: Tabla de pruebas a realizar de acuerdo a su Normalidad.

	EXISTE NORMALIDAD	NO EXISTE NORMALIDAD
DESCRIPCIÓN	PARAMÉTRICAS	NO PARAMÉTRICAS
2 MEDIAS INDEPENDIENTE (NUMÉRICA VS CATEGÓRICAS)	T DE STUDENT P/MUESTRAS INDEPENDIENTES	U MANN WHITNEY
2 MEDIAS RELACIONADAS (ANTES - DESPUES)	T DE STUDENT P/MUESTRAS PAREADAS	T DE WILCOXON
NUMÉRICA VS NUMÉRICA	PEARSON	SPEARMAN
> 2 VARIABLES (NUMÉRICA VS CATEGÓRICAS)	ANOVA	KRUSKALL WALLIS
2 VARIABLES (CATEGÓRICA VS CATEGÓRICAS)	NO EXISTE	CHI CUADRADO
2 PROPORCIONES	NO EXISTE	Mc NEMAR

Fuente: INCADEM.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Una vez ya utilizado los datos iniciales del estudio en los galpones semi automáticos como A3 y A4 obtenemos los siguientes resultados del contraste realizado a cada grupo de datos de los galpones.

Al cumplirse el supuesto de normalidad se debe utilizar pruebas paramétricas o no paramétricas, de acuerdo al valor $p < 0.05$ obtenido, se podrá realizar el contraste de hipótesis, en este caso se puede utilizar la prueba de SPEARMAN que se aplica al valor p obtenido, con un nivel de significancia del 5%.

De hecho, el análisis de regresión lineal previo muestra que si existe una correlación en las dos variables analizadas tanto las semanas de vida productiva de la gallina como el porcentaje (%) de huevos rotos diarios, y que si es un factor influyente en los desperdicios o huevos rotos al momento de la recolección en la bodega.

Con los resultados obtenidos en la prueba no paramétrica de correlación de Spearman aplicado a los datos se obtiene que si existe una correlación baja ($r = 0,640$), pero si existe correlación esto nos indica que podemos relacionar el índice de semanas de vida productiva de la gallina con el porcentaje (%) de huevos rotos del día a día.

Claramente de los valores obtenidos del contraste realizado entre las dos muestras del galpón A3, como se muestran en la (gráfica 12-3).

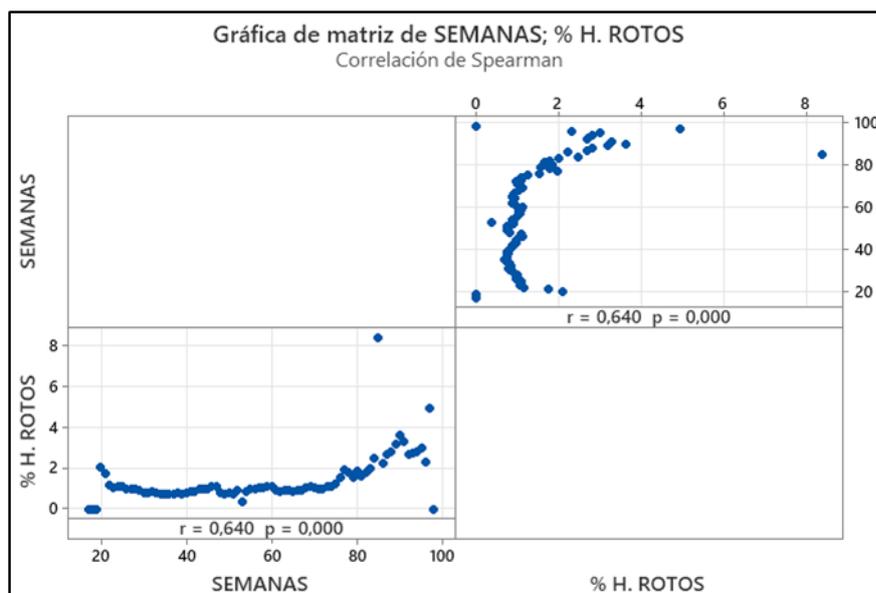


Gráfico 12- 3: Gráfica de Correlación de Spearman, en galpón A3.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Debido a que el valor p es menor que 0,05, con un nivel de confianza del 95%, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa **H_1** .

Tabla 6-3: Resultados de contraste Spearman de dos muestras, en galpón A3.

Correlaciones en parejas de Spearman					
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para ρ	Valor p
% H. ROTOS	SEMANAS	82	0,640	(0,474; 0,761)	0,000

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Los resultados obtenidos en la prueba no paramétrica de correlación de Spearman aplicado a los datos, se obtiene que si existe una correlación baja ($r = 0,537$), pero si existe correlación esto indica que podemos relacionar el índice de semanas de vida productiva de la gallina con el porcentaje (%) de huevos rotos del día a día.

Claramente de los valores obtenidos del contraste realizado entre las dos muestras del galpón A4, como se muestran en la (gráfica 13-3).

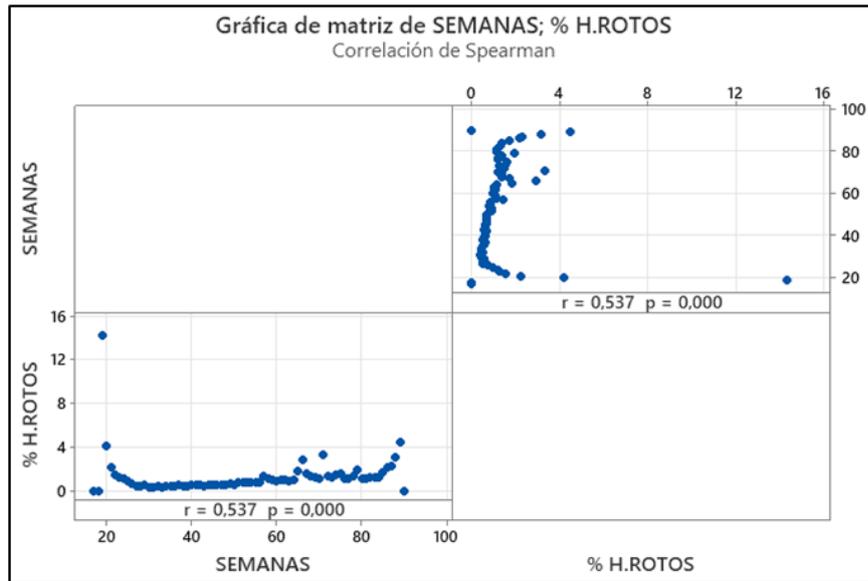


Gráfico 13- 3: Gráfica de Correlación de Spearman, en galpón A4.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Debido a que el valor p es menor que 0,05, con un nivel de confianza del 95%, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 .

Tabla 7-3: Resultados de contraste Spearman de dos muestras, en galpón A4.

Correlaciones en parejas de Spearman					
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para p	Valor p
% H.ROTOS	SEMANAS	74	0,537	(0,338; 0,691)	0,000

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Propuesta de metodología DMAIC en los galpones semi automáticos A3 y A4.

Por el momento se han abordado y estudiado las estadísticas fundamentales para la ingeniería de calidad, las cuales son necesarias para comprender cómo se pueden medir las variables mediante la toma de muestras como se indica en la tabla 1-4, para realizar el estudio en los dos galpones semi automáticos A3 Y A4, además, se ha examinado cómo se pueden hacer inferencias sobre los parámetros obtenidos de los datos recolectados; también se han utilizado índices de capacidad de proceso y análisis de regresión lineal, igualmente la correlación para examinar los datos generados. Ahora se hace necesario proceder a mejorar el proceso y para ello es indispensable realizar una prueba experimental utilizando la metodología DMAIC que permita variar los parámetros de la operación, para así mejorar tanto la salida del producto como el rendimiento del proceso. (Guamán Lozano , Moyano Alulema, Cayán Matínez, & García Cabezas, 2023)

Tabla 1-4: Registro de datos actuales por ciclo de postura, en galpón A3.

# SEMANAS	INGRESO DE AVES A GALPON AUTOMATICO - A3 DE PRODUCCION							VELOCIDAD - OPERARIOS	
	PRODUCCION DE HUEVOS			% HUEVOS ROTOS	CANTIDAD AVES		% AVES MUERTAS	VELOCIDAD PROMEDIO DE BANDA (m/min)	CANTIDAD OPERARIOS
	SANOS	ROTOS	TOTAL		MUERTAS	# AVES			
0 @ 16	Recepción aves capacidad galpón 98000 + 3%, incluye mortalidad durante la crianza.					100940	0	0	0
17	0	0	0	0	3567	97373	3,7	0	0
18	25	0	25	0	241	97132	0,2	7	1
19	188	0	188	0	198	96934	0,2	7	2
20	1264	27	1291	2,1	165	96769	0,2	7	3
21	3599	64	3663	1,7	179	96590	0,2	6	5
22	6130	73	6203	1,2	517	96073	0,5	6	5
23	7773	83	7856	1,1	891	95182	0,9	6	5
24	10548	118	10666	1,1	548	94634	0,6	6	5
25	13210	146	13356	1,1	487	94147	0,5	5	5
26	15449	153	15602	1,0	431	93716	0,5	5	5
27	17543	171	17714	1,0	231	93485	0,2	5	5
28	17990	182	18172	1,0	277	93208	0,3	6	5
29	18383	168	18551	0,9	312	92896	0,3	6	4
30	19210	158	19368	0,8	257	92639	0,3	6	4
31	19043	149	19192	0,8	309	92330	0,3	4	4
32	19010	162	19172	0,8	378	91952	0,4	4	4
33	19010	157	19167	0,8	366	91586	0,4	4	4
34	19699	149	19848	0,8	143	91443	0,2	4	5
35	19628	141	19769	0,7	87	91356	0,1	4	4
36	19642	152	19794	0,8	74	91282	0,1	5	5
37	19611	148	19759	0,7	95	91187	0,1	5	5
38	19456	157	19613	0,8	94	91093	0,1	3	5
39	19462	150	19612	0,8	105	90988	0,1	3	5
40	19062	157	19219	0,8	132	90856	0,1	3	5
41	19170	173	19343	0,9	109	90747	0,1	3	5
42	19601	175	19776	0,9	96	90651	0,1	3	5
43	19360	193	19553	1,0	94	90557	0,1	2	5
44	18930	187	19117	1,0	70	90487	0,1	2	5
45	19596	199	19795	1,0	67	90420	0,1	2	5
46	19050	221	19271	1,1	76	90344	0,1	2	5
47	18606	210	18816	1,1	82	90262	0,1	4	5

48	18895	155	19050	0,8	83	90179	0,1	4	5
49	18772	146	18918	0,8	74	90105	0,1	4	5
50	19550	156	19706	0,8	57	90048	0,1	4	4
51	18594	140	18734	0,7	52	89996	0,1	4	4
52	19245	175	19420	0,9	90	89906	0,1	5	4
53	18440	72	18512	0,4	73	89833	0,1	5	4
54	18760	169	18929	0,9	73	89760	0,1	4	4
55	19089	190	19279	1,0	84	89676	0,1	4	4
56	18570	188	18758	1,0	84	89592	0,1	4	4
57	18630	201	18831	1,1	102	89490	0,1	4	4
58	18480	197	18677	1,1	161	89329	0,2	3	4
59	18515	205	18720	1,1	155	89174	0,2	3	4
60	18390	213	18603	1,1	177	88997	0,2	3	4
61	18400	176	18576	0,9	172	88825	0,2	3	4
62	18351	161	18512	0,9	163	88662	0,2	3	4
63	18210	170	18380	0,9	163	88499	0,2	3	4
64	18126	172	18298	0,9	127	88372	0,1	3	4
65	18060	163	18223	0,9	124	88248	0,1	5	4
66	17810	164	17974	0,9	171	88077	0,2	5	5
67	17720	170	17890	1,0	185	87892	0,2	5	5
68	17264	184	17448	1,1	168	87724	0,2	4	5
69	16896	196	17092	1,1	193	87531	0,2	4	5
70	16718	181	16899	1,1	159	87372	0,2	4	5
71	16460	170	16630	1,0	220	87152	0,3	4	5
72	16480	163	16643	1,0	255	86897	0,3	4	5
73	16432	182	16614	1,1	175	86722	0,2	4	5
74	16470	183	16653	1,1	183	86539	0,2	2	5
75	16223	205	16428	1,2	151	86388	0,2	2	6
76	15470	241	15711	1,5	230	86158	0,3	2	6
77	14296	286	14582	2,0	495	85663	0,6	2	6
78	14370	261	14631	1,8	296	85367	0,3	5	6
79	15522	249	15771	1,6	268	85099	0,3	5	6
80	15164	288	15452	1,9	186	84913	0,2	5	6
81	14910	250	15160	1,6	199	84714	0,2	4	6
82	13888	253	14141	1,8	260	84454	0,3	4	6
83	14270	292	14562	2,0	290	84164	0,3	4	6
84	13440	341	13781	2,5	304	83860	0,4	4	6
85	9850	901	10751	8,4	299	83561	0,4	4	6
86	9190	209	9399	2,2	866	82695	1,0	4	6
87	11500	319	11819	2,7	516	82179	0,6	4	6
88	10660	308	10968	2,8	558	81621	0,7	3	5
89	10037	332	10369	3,2	373	81248	0,5	3	5
90	8190	308	8498	3,6	306	80942	0,4	3	5
91	7392	252	7644	3,3	324	80618	0,4	3	5
92	6800	188	6988	2,7	241	80377	0,3	3	4
93	6399	180	6579	2,7	181	80196	0,2	6	4
94	6310	184	6494	2,8	235	79961	0,3	5	4
95	5220	162	5382	3,0	194	79767	0,2	5	4
96	3770	90	3860	2,3	141	79626	0,2	5	4
97	1580	82	1662	4,9	210	79416	0,3	6	4
98	60	0	60	0,0	65	79351	0,1	6	2
81	1191086	15046	1206132	115,98	21589	24,17	4,0	4,6	

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Los datos generados en el galpón semi automático A4 que se muestran a continuación en la tabla 2-4, siendo este galpón el de menores semanas de producción a diferencia del A3. Claramente se considera que las semanas de producción (postura de huevos) de las aves dependen de la genética propia de ellas y de su desempeño de postura hasta el momento de realizar la evaluación previa.

Tabla 2-4: Registro de datos actuales por ciclo de postura, en galpón A4.

INGRESO DE AVES A GALPON AUTOMATICO - A4 DE PRODUCCION								VELOCIDAD - OPERARIOS	
# SEMANAS	PRODUCCION DE HUEVOS			% HUEVOS ROTOS	CANTIDAD AVES		% AVES MUERTAS	VELOCIDAD PROMEDIO DE BANDA (m/min)	CANTIDAD OPERARIOS
	SANOS	ROTOS	TOTAL		MUERTAS	# AVES			
0 @ 16	Recepción aves capacidad galpón 98000 + 3%, incluye mortalidad durante la crianza.					100940	0	0	0
17	0	0	0	0	1816	99124	1,8	0	0
18	42	0	42	0,0	220	98904	0,2	6	1
19	408	68	476	14,3	86	98818	0,1	5	2
20	2210	96	2306	4,2	64	98754	0,1	6	3
21	5290	119	5409	2,2	100	98654	0,1	6	4
22	9300	147	9447	1,6	100	98554	0,1	6	4
23	12696	161	12857	1,3	95	98459	0,1	4	4
24	15590	185	15775	1,2	344	98115	0,4	5	5
25	17830	168	17998	0,9	169	97946	0,2	5	5
26	19425	140	19565	0,7	140	97806	0,1	5	5
27	19895	95	19990	0,5	144	97662	0,1	4	5
28	20709	98	20807	0,5	124	97538	0,1	4	5
29	20952	122	21074	0,6	122	97416	0,1	4	5
30	20622	88	20710	0,4	112	97304	0,1	4	5
31	32618	115	32733	0,4	114	97190	0,1	4	5
32	21252	106	21358	0,5	95	97095	0,1	4	5
33	21270	88	21358	0,4	94	97001	0,1	3	5
34	21147	96	21243	0,5	76	96925	0,1	3	5
35	20620	100	20720	0,5	165	96760	0,2	3	5
36	21110	112	21222	0,5	87	96673	0,1	3	5
37	20512	120	20632	0,6	79	96594	0,1	3	5
38	20920	105	21025	0,5	64	96530	0,1	3	6
39	20720	112	20832	0,5	63	96467	0,1	2	5
40	20865	131	20996	0,6	73	96394	0,1	2	6
41	20549	125	20674	0,6	59	96335	0,1	2	6
42	20595	133	20728	0,6	53	96282	0,1	2	6
43	20500	111	20611	0,5	68	96214	0,1	2	6
44	20580	126	20706	0,6	57	96157	0,1	2	6
45	20588	128	20716	0,6	59	96098	0,1	2	6
46	20542	137	20679	0,7	59	96039	0,1	2	6
47	20050	129	20179	0,6	87	95952	0,1	2	6
48	20390	136	20526	0,7	65	95887	0,1	2	6
49	19860	136	19996	0,7	66	95821	0,1	2	5
50	19790	128	19918	0,6	75	95746	0,1	3	5
51	19861	162	20023	0,8	84	95662	0,1	3	5
52	19794	174	19968	0,9	90	95572	0,1	3	5
53	19860	179	20039	0,9	90	95482	0,1	3	5
54	19458	159	19617	0,8	82	95400	0,1	3	5
55	19550	160	19710	0,8	69	95331	0,1	3	4
56	19220	161	19381	0,8	73	95258	0,1	3	4
57	17440	249	17689	1,4	193	95065	0,2	2	4
58	16920	196	17116	1,1	269	94796	0,3	2	4
59	18220	202	18422	1,1	195	94601	0,2	2	4
60	18880	184	19064	1,0	147	94454	0,2	2	5
61	19025	199	19224	1,0	126	94328	0,1	2	5
62	19012	202	19214	1,1	144	94184	0,2	3	5
63	18740	190	18930	1,0	131	94053	0,1	3	5
64	18840	211	19051	1,1	153	93900	0,2	3	5
65	17832	332	18164	1,8	128	93772	0,1	3	5
66	15920	481	16401	2,9	191	93581	0,2	3	5
67	15470	266	15736	1,7	228	93353	0,2	4	5
68	17070	238	17308	1,4	125	93228	0,1	4	5
69	16050	217	16267	1,3	270	92958	0,3	4	4
70	18726	223	18949	1,2	198	92760	0,2	4	4

71	16070	551	16621	3,3	185	92575	0,2	4	4
72	15750	235	15985	1,5	250	92325	0,3	4	4
73	16425	210	16635	1,3	143	92182	0,2	4	4
74	12470	195	12665	1,5	121	92061	0,1	3	4
75	14459	236	14695	1,6	170	91891	0,2	3	4
76	13630	161	13791	1,2	132	91759	0,1	3	4
77	16220	194	16414	1,2	180	91579	0,2	3	4
78	16104	223	16327	1,4	170	91409	0,2	3	4
79	10120	201	10321	1,9	115	91294	0,1	2	4
80	16586	194	16780	1,2	104	91190	0,1	2	4
81	19355	226	19581	1,2	148	91042	0,2	2	4
82	16973	218	17191	1,3	105	90937	0,1	2	4
83	18970	255	19225	1,3	99	90838	0,1	2	4
84	17890	243	18133	1,3	85	90753	0,1	2	5
85	16560	289	16849	1,7	116	90637	0,1	2	5
86	11105	246	11351	2,2	194	90443	0,2	2	5
87	8650	204	8854	2,3	208	90235	0,2	2	4
88	4320	140	4460	3,1	210	90025	0,2	2	4
89	1450	68	1518	4,5	147	89878	0,2	4	4
90	112	0	112	0,0	55	89823	0,1	4	1
73	1218554	12535	1231089	98,57	11117	11,69	3,1	4,5	

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Es necesario tener presente que las mejoras del proceso deben concentrarse en el control de los factores que predicen los resultados futuros, pues que esto ayuda a prevenir problemas antes de que estos ocurran. La optimización implica la mejor combinación de los factores (o variables de entrada) para optimizar la variable respuesta, como se divisa en la tabla 3- 4 y 4 - 4 que se muestran a continuación, tanto del galpón A3 y A4. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2013)

Tabla 3-4: Registro de datos con la mejora aplicada por ciclo de postura, en galpón A3.

# SEMANAS	INGRESO DE AVES A GALPON AUTOMATICO - A3 DE PRODUCCION							VELOCIDAD - OPERARIOS	
	PRODUCCION DE HUEVOS			% HUEVOS ROTOS	CANTIDAD AVES		% AVES MUERTAS	VELOCIDAD PROMEDIO DE BANDA (m/min)	CANTIDAD OPERARIOS
	SANOS	ROTOS	TOTAL		MUERTAS	# AVES			
0 @ 16	Recepción aves capacidad galpón 98000 + 3%, incluye mortalidad durante la crianza.					100940	0	0	0
17	0	0	0	0	3567	97373	3,7	0	0
18	21	0	21	0	241	97132	0,2	5	2
19	193	0	193	0	198	96934	0,2	5	2
20	1235	22	1257	1,8	165	96769	0,2	4	3
21	3485	52	3537	1,5	179	96590	0,2	4	3
22	6220	60	6280	1,0	517	96073	0,5	3	3
23	6973	78	7051	1,1	891	95182	0,9	3	3
24	10437	102	10539	1,0	548	94634	0,6	2	4
25	13068	122	13190	0,9	487	94147	0,5	2	4
26	15466	166	15632	1,1	431	93716	0,5	2	4
27	17623	160	17783	0,9	231	93485	0,2	2	4
28	17988	151	18139	0,8	277	93208	0,3	2	4
29	18378	155	18533	0,8	312	92896	0,3	2	4
30	19245	155	19400	0,8	257	92639	0,3	2	4
31	19143	150	19293	0,8	309	92330	0,3	2	4
32	18110	152	18262	0,8	378	91952	0,4	1,5	3
33	19000	148	19148	0,8	366	91586	0,4	1,5	3
34	19712	155	19867	0,8	143	91443	0,2	1,5	3
35	19538	138	19676	0,7	87	91356	0,1	1,5	3
36	19662	150	19812	0,8	74	91282	0,1	1,5	3
37	19633	148	19781	0,7	95	91187	0,1	1,5	3
38	19477	158	19635	0,8	94	91093	0,1	1,5	4

39	20462	132	20594	0,6	105	90988	0,1	1,5	4
40	19110	148	19258	0,8	132	90856	0,1	1,5	4
41	20170	155	20325	0,8	109	90747	0,1	1,5	4
42	18801	166	18967	0,9	96	90651	0,1	2	4
43	19400	174	19574	0,9	94	90557	0,1	2	4
44	18820	165	18985	0,9	70	90487	0,1	2	4
45	19522	170	19692	0,9	67	90420	0,1	2	3
46	19100	182	19282	0,9	76	90344	0,1	2	3
47	18600	178	18778	0,9	82	90262	0,1	2	3
48	18995	148	19143	0,8	83	90179	0,1	2	3
49	19172	152	19324	0,8	74	90105	0,1	2	3
50	19770	160	19930	0,8	57	90048	0,1	2	3
51	20594	138	20732	0,7	52	89996	0,1	1,5	3
52	18245	125	18370	0,7	90	89906	0,1	1,5	3
53	19640	132	19772	0,7	73	89833	0,1	1,5	3
54	18769	152	18921	0,8	73	89760	0,1	1,5	3
55	19256	142	19398	0,7	84	89676	0,1	1,5	4
56	18576	162	18738	0,9	84	89592	0,1	1,5	4
57	18696	160	18856	0,8	102	89490	0,1	1,5	4
58	18491	148	18639	0,8	161	89329	0,2	1,5	4
59	18545	170	18715	0,9	155	89174	0,2	1,5	4
60	17999	191	18190	1,1	177	88997	0,2	2	4
61	21220	168	21388	0,8	172	88825	0,2	2	4
62	18651	148	18799	0,8	163	88662	0,2	2	4
63	19010	162	19172	0,8	163	88499	0,2	1,5	4
64	19036	160	19196	0,8	127	88372	0,1	1,5	4
65	18262	158	18420	0,9	124	88248	0,1	2	4
66	17930	142	18072	0,8	171	88077	0,2	2	3
67	18120	165	18285	0,9	185	87892	0,2	1,5	3
68	18464	155	18619	0,8	168	87724	0,2	1,5	3
69	17009	166	17175	1,0	193	87531	0,2	1,5	3
70	16898	164	17062	1,0	159	87372	0,2	1,5	3
71	16666	166	16832	1,0	220	87152	0,3	1,5	3
72	17480	152	17632	0,9	255	86897	0,3	1,5	3
73	15882	156	16038	1,0	175	86722	0,2	1,5	3
74	16675	170	16845	1,0	183	86539	0,2	1,5	3
75	16220	188	16408	1,1	151	86388	0,2	1,5	3
76	15400	178	15578	1,1	230	86158	0,3	1,5	3
77	14206	175	14381	1,2	495	85663	0,6	1,5	3
78	15170	192	15362	1,2	296	85367	0,3	1,5	3
79	15503	181	15684	1,2	268	85099	0,3	1,5	3
80	16464	186	16650	1,1	186	84913	0,2	1,5	3
81	14740	195	14935	1,3	199	84714	0,2	1,5	3
82	14458	194	14652	1,3	260	84454	0,3	1,5	3
83	14232	205	14437	1,4	290	84164	0,3	1,5	3
84	13731	202	13933	1,4	304	83860	0,4	1,5	3
85	9942	245	10187	2,4	299	83561	0,4	2	4
86	10290	174	10464	1,7	866	82695	1,0	2	4
87	11006	235	11241	2,1	516	82179	0,6	2	4
88	10664	200	10864	1,8	558	81621	0,7	2	4
89	10237	230	10467	2,2	373	81248	0,5	2	4
90	8490	109	8599	1,3	306	80942	0,4	2,5	4
91	6592	79	6671	1,2	324	80618	0,4	2,5	4
92	6720	96	6816	1,4	241	80377	0,3	2,5	4
93	6459	79	6538	1,2	181	80196	0,2	2,5	4
94	5935	113	6048	1,9	235	79961	0,3	2,5	4
95	5723	139	5862	2,4	194	79767	0,2	2,5	4
96	4670	69	4739	1,5	141	79626	0,2	3	3
97	1245	11	1256	0,9	210	79416	0,3	3	3
98	102	2	104	1,9	65	79351	0,1	3	3
81	1204842	11781	1216623	84,39	21589	24,17	1,93	3,3	

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Tabla 4-4: Registro de datos con la mejora aplicada por ciclo de postura, en galpón A4.

# SEMANAS	INGRESO DE AVES A GALPON AUTOMATICO - A4 DE PRODUCCION							VELOCIDAD - OPERARIOS	
	PRODUCCION DE HUEVOS			% HUEVOS ROTOS	CANTIDAD AVES		% AVES MUERTAS	VELOCIDAD PROMEDIO DE BANDA (m/min)	CANTIDAD OPERARIOS
	SANOS	ROTOS	TOTAL		MUERTAS	# AVES			
0 @ 16	Recepción aves capacidad galpón 98000 + 3%, incluye mortalidad durante la crianza.					100940	0	0	0
17	0	0	0	0	1816	99124	1,8	0	0
18	52	0	52	0,0	220	98904	0,2	6	2
19	398	46	444	10,4	86	98818	0,1	5	2
20	2245	88	2333	3,8	64	98754	0,1	3	3
21	5320	110	5430	2,0	100	98654	0,1	3	3
22	9315	130	9445	1,4	100	98554	0,1	2	3
23	11896	153	12049	1,3	95	98459	0,1	2	3
24	16190	189	16379	1,2	344	98115	0,4	1,5	3
25	18130	195	18325	1,1	169	97946	0,2	1,5	3
26	19004	165	19169	0,9	140	97806	0,1	1,5	4
27	19134	95	19229	0,5	144	97662	0,1	1,5	4
28	21239	99	21338	0,5	124	97538	0,1	1,5	4
29	20642	84	20726	0,4	122	97416	0,1	1,5	4
30	21122	121	21243	0,6	112	97304	0,1	1,5	4
31	32004	115	32119	0,4	114	97190	0,1	1	3
32	21482	106	21588	0,5	95	97095	0,1	1,5	3
33	21276	85	21361	0,4	94	97001	0,1	1,5	3
34	22001	82	22083	0,4	76	96925	0,1	1	3
35	21120	85	21205	0,4	165	96760	0,2	1,5	3
36	21556	105	21661	0,5	87	96673	0,1	1,5	3
37	20822	100	20922	0,5	79	96594	0,1	1,5	3
38	20350	135	20485	0,7	64	96530	0,1	1,5	4
39	21003	91	21094	0,4	63	96467	0,1	1,5	3
40	22001	111	22112	0,5	73	96394	0,1	1,5	3
41	20249	118	20367	0,6	59	96335	0,1	1,5	3
42	20035	155	20190	0,8	53	96282	0,1	1,5	4
43	20506	118	20624	0,6	68	96214	0,1	1,5	4
44	21050	118	21168	0,6	57	96157	0,1	1,5	4
45	19588	122	19710	0,6	59	96098	0,1	1,5	3
46	19962	142	20104	0,7	59	96039	0,1	1,5	3
47	20850	122	20972	0,6	87	95952	0,1	1,5	3
48	20650	102	20752	0,5	65	95887	0,1	1,5	3
49	20860	117	20977	0,6	66	95821	0,1	1,5	3
50	20790	118	20908	0,6	75	95746	0,1	1,5	3
51	19061	134	19195	0,7	84	95662	0,1	1,5	3
52	19112	138	19250	0,7	90	95572	0,1	1,5	3
53	21860	155	22015	0,7	90	95482	0,1	2	4
54	20458	113	20571	0,5	82	95400	0,1	2	4
55	18550	135	18685	0,7	69	95331	0,1	2	4
56	19020	150	19170	0,8	73	95258	0,1	2	4
57	18440	202	18642	1,1	193	95065	0,2	2	4
58	16450	165	16615	1,0	269	94796	0,3	2	4
59	17220	160	17380	0,9	195	94601	0,2	2	4
60	19880	155	20035	0,8	147	94454	0,2	2	4
61	19505	147	19652	0,7	126	94328	0,1	2	4
62	20012	195	20207	1,0	144	94184	0,2	2	4
63	19440	200	19640	1,0	131	94053	0,1	2	4
64	18340	202	18542	1,1	153	93900	0,2	2	4
65	17632	265	17897	1,5	128	93772	0,1	2	4
66	16920	365	17285	2,1	191	93581	0,2	1,5	3
67	16470	238	16708	1,4	228	93353	0,2	1,5	3
68	17670	202	17872	1,1	125	93228	0,1	1,5	3
69	16150	220	16370	1,3	270	92958	0,3	1,5	3
70	18403	223	18626	1,2	198	92760	0,2	1,5	3
71	16022	325	16347	2,0	185	92575	0,2	1,5	3
72	15980	231	16211	1,4	250	92325	0,3	1,5	3

73	16423	195	16618	1,2	143	92182	0,2	1,5	3
74	13470	190	13660	1,4	121	92061	0,1	1,5	3
75	14309	200	14509	1,4	170	91891	0,2	1,5	3
76	13865	235	14100	1,7	132	91759	0,1	2	3
77	15223	158	15381	1,0	180	91579	0,2	2	3
78	16155	151	16306	0,9	170	91409	0,2	2	3
79	10126	186	10312	1,8	115	91294	0,1	2,5	4
80	16766	172	16938	1,0	104	91190	0,1	2	3
81	19300	166	19466	0,9	148	91042	0,2	2	4
82	16902	171	17073	1,0	105	90937	0,1	2	3
83	19070	192	19262	1,0	99	90838	0,1	2	4
84	18892	202	19094	1,1	85	90753	0,1	2	4
85	15560	215	15775	1,4	116	90637	0,1	2,5	3
86	12112	222	12334	1,8	194	90443	0,2	2,5	3
87	9550	172	9722	1,8	208	90235	0,2	2,5	3
88	3620	90	3710	2,4	210	90025	0,2	3	3
89	1250	52	1302	4,0	147	89878	0,2	3	3
90	112	0	112	0,0	55	89823	0,1	3	3
73	1228142	11011	1239153	83,90	11117		11,69	1,86	3,2

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

4.2. Exceso de velocidad en la recolección de los huevos

La velocidad de la banda (m/min) de transporte de huevos tanto al interior de los galpones que consta de la recolección de los distintos niveles o pisos de altura de cada fila de jaulas, como en el transporte externo hacia la bodega debe depender de algunos factores a considerar y no dejarlos de lado ya que son los que se debe tener presente para lograr una mejora significativa de los desperdicios generados, siendo estos:

- Horarios de recolección durante el transcurso del día: mañana, medio día y tarde.
- Definir la velocidad (m/min) de acuerdo a la hora de recolección, la semana de producción de la gallina y la disponibilidad del personal.
- Evitar realizar actividades extras que interfieran con la recolección de huevos, en lo posible adaptar las demás actividades de la avícola en base a los horarios previamente establecidos de la recolección, clasificación y empaque de los huevos.

La situación actual tanto de las hojas de registros como los datos que se van generando en los galpones semi automáticos tanto A3 como A4, al momento de iniciar el estudio indica claramente lo que está sucediendo dentro del mismo, pero notamos que si fue necesario el plantear un nuevo formato de recolección de datos en la bodega al momento de la recolección para tener una mayor veracidad de la información.

El presente resumen (tabla 5-4) de la recolección de datos generados en la bodega actualmente indica un promedio semanal de cantidad de veces que se enciende la banda transportadora, la

disponibilidad del personal para el trabajo y por consiguiente el tiempo total que lleva esta actividad en los dos galpones.

Tabla 5-4: Resumen actual de producción, en galpones semi automáticos A3 y A4.

SEMANAS	Nivel Producción	# ENCENDIDO BANDA x DÍA	Número de Operarios	Tiempo en (horas)	Total de tiempo (h)
17 - 18	Inicia Postura	0	0	0	0
19 - 21	10 % - 15 %	Pasando un día	2	1,3	1,3
22 - 60	16% - 92 %	Mañana	3	4	6
		Tarde	3	2	
61 - 75	90 % - 30 %	Mañana	3	3,5	5
		Tarde	3	1,5	
75 en adelante	lote, veterinario	Mañana	3	3	4
		Tarde	2	1	
Finalización del ciclo de postura, venta de aves			4 a 5	3	3

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

El resumen (tabla 6-4) propuesto de la recolección a partir de los datos generados en la bodega aplicando las acciones correctivas sugeridas en el proceso nos indica un promedio semanal de cantidad de veces que se enciende la banda transportadora, la disponibilidad del personal para el trabajo y por consiguiente un aumento en el tiempo total de la recolección en los dos galpones. El incremento de tiempo siempre y cuando sea moderado en el proceso de recolección nos garantiza que las acciones al momento de manipular el producto se la realizan de mejor manera y generan menores desperdicios (huevos rotos).

Tabla 6-4: Resumen propuesto de producción, en galpones semi automáticos A3 y A4.

SEMANAS	Nivel Producción	# ENCENDIDO BANDA x DÍA	Número de Operarios	Tiempo en (horas)	Total de tiempo (h)
17 - 18	Inicia Postura	0	0	0	0
19 - 21	10 % - 15 %	Pasando un día	2	1,5	1,5
22 - 60	16% - 92 %	Mañana	4	5	6,5
		Tarde	4	2,5	
61 - 75	90 % - 30 %	Mañana	4	4,5	7
		Tarde	3	2	
75 en adelante	Evaluació del lote, veterinario	Mañana	3	3,5	5
		Tarde	3	1,5	
Finalización del ciclo de postura, venta de aves			5 a 6	3	3

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

4.3. Envejecimiento de las gallinas

Para poder abordar este tema la solución más recomendada sería considerar mejorar la dieta de las aves de acuerdo a su avance de edad, en lo cual se realizaría un seguimiento más cuidadoso en su alimentación, ya que el veterinario de la avícola tiene establecido y formulado la dieta y las cantidades que se proporciona a cada galpón y ave ya sea este manual o semi automático. Actualmente la cantidad de alimento por cada ave en los galpones manuales esta entre 115 a 120 gramos/día. Ave y en los galpones semi automático esta entre 100 a 105 gramos/día. Ave, esta diferencia de cantidad de alimento tiene que ver por la demora al momento de surtido el alimento a cada galpón.

Día 0	Preinicio	Inicio	Levante	Prepostura	Postura	Vejez
						
0	0 a 4	5 a 9	10 a 16	17 a 19	20 a 80	81 a 90
SEMANAS						

Figura 1-4: Ciclo de envejecimiento de las gallinas.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

4.4. Mejorar la destreza en la manipulación de los huevos

La destreza de la manipulación al momento de la recolección y clasificación de los huevos son netamente definidas por la habilidad y destreza de cada persona, ya que no existe ninguna información certificada de la forma correcta de recolectar los huevos, todo depende de la habilidad y la capacidad de recolección de cada persona y la manera de desarrollar la destreza al momento de recoger los huevos, basados en los detalles antes mencionados es necesario que se proporcione de forma continua la capacitación acorde a todas las tareas que realizan los trabajadores dentro de la avícola porque mediante el estudio antes realizado se ha descubierto que los trabajadores son polifuncionales es decir que todos pueden realizar todas las actividades que se les asigne a su debido momento.

La realización del diagrama Bimanual de la recolección de huevos en la bodega nos indica claramente la descripción de los movimientos y los tiempos hasta lograr el llenado de la cubeta de 30 unidades. Este tiempo es generado claramente por la elección adecuada de la velocidad de la banda transportadora del galpón hacia la bodega.

Podemos considerar que se realice lo siguiente:

- Se realice una corta reunión con el personal al empezar la jornada de trabajo en donde se haga énfasis en mantener un buen ambiente de trabajo, que las actividades se realicen de forma rápida y eficaz.
- Una vez graduada la velocidad en consideración del horario y la semana en que se encuentra la producción, es decir unos segundos adicionales proporcionados por la velocidad escogida adecuadamente nos permite una mayor precisión en la recolección, clasificación y empaque de los huevos en la bodega.
- Prover del material (cubetas) y otros implementos en la bodega que ayudaran para la rápida clasificación y empaque de los huevos

		DIAGRAMA BIMANUAL			
		Método:	Actual	Propuesto	Disposición del lugar de trabajo 
Operación:	Empaque y clasificación de huevos en cubetas	Empieza:			
Objeto:	Ciclo recolección de huevos en transportador.	Termina:			
Lugar:	Bodega común de los galpones A3 y A4.				
Operario(s):	Varios de turno				
Elaborado por:	Salazar José Luis	Fecha:			
Aprobado por:		Fecha:			
Descripción de mano izquierda	Símbolo				Descripción de mano derecha
	●	➔	▢	▼	
Estira la mano, sobre la banda					Estira la mano, sobre la banda
Recoje 3 huevos					Recoje 3 huevos
Revisa y selecciona los huevos					Revisa y selecciona los huevos
Gira hacia la cubeta					Gira hacia la cubeta
Coloca los huevos en la cubeta					Coloca los huevos en la cubeta
Estira la mano, sobre la banda					Estira la mano, sobre la banda
Recoje 3 huevos					Recoje 3 huevos
Revisa y selecciona los huevos					Revisa y selecciona los huevos
Gira hacia la cubeta					Gira hacia la cubeta
Coloca los huevos en la cubeta					Coloca los huevos en la cubeta
Estira la mano, sobre la banda					Estira la mano, sobre la banda
Recoje 3 huevos					Recoje 3 huevos
Revisa y selecciona los huevos					Revisa y selecciona los huevos
Gira hacia la cubeta					Gira hacia la cubeta
Coloca los huevos en la cubeta					Coloca los huevos en la cubeta
Estira la mano, sobre la banda					Estira la mano, sobre la banda
Recoje 3 huevos					Recoje 3 huevos
Revisa y selecciona los huevos					Revisa y selecciona los huevos
Gira hacia la cubeta					Gira hacia la cubeta
Coloca los huevos en la cubeta					Coloca los huevos en la cubeta
Estira la mano, sobre la banda					Estira la mano, sobre la banda
Recoje 3 huevos					Recoje 3 huevos
Revisa y selecciona los huevos					Revisa y selecciona los huevos
Gira hacia la cubeta					Gira hacia la cubeta
Coloca los huevos en la cubeta					Coloca los huevos en la cubeta
Cambio de cubeta					Cambio de cubeta
TOTAL MOVIMIENTOS	14	5	0	10	
TIEMPO TOTAL DE LA OPERACION	26		26		Llenado por cubeta en segundos
TIEMPO DE INACTIVIDAD REGISTRADO	0		0		

Gráfico 1- 4: Bimanual actual de recolección de huevos, en bodega.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

El diagrama bimanual propuesto de la recolección, clasificación y empaque de huevos en la bodega al igual que el diagrama anterior; tiene las mismas acciones repetitivas durante el llenado de la cubeta de 30 unidades, la que tiene un aumento de unos segundos de 26 a 29 que es consecuencia de la elección correcta de la velocidad de la banda transportadora considerando los factores antes mencionados, que serán de gran ayuda para reducir los desperdicios.

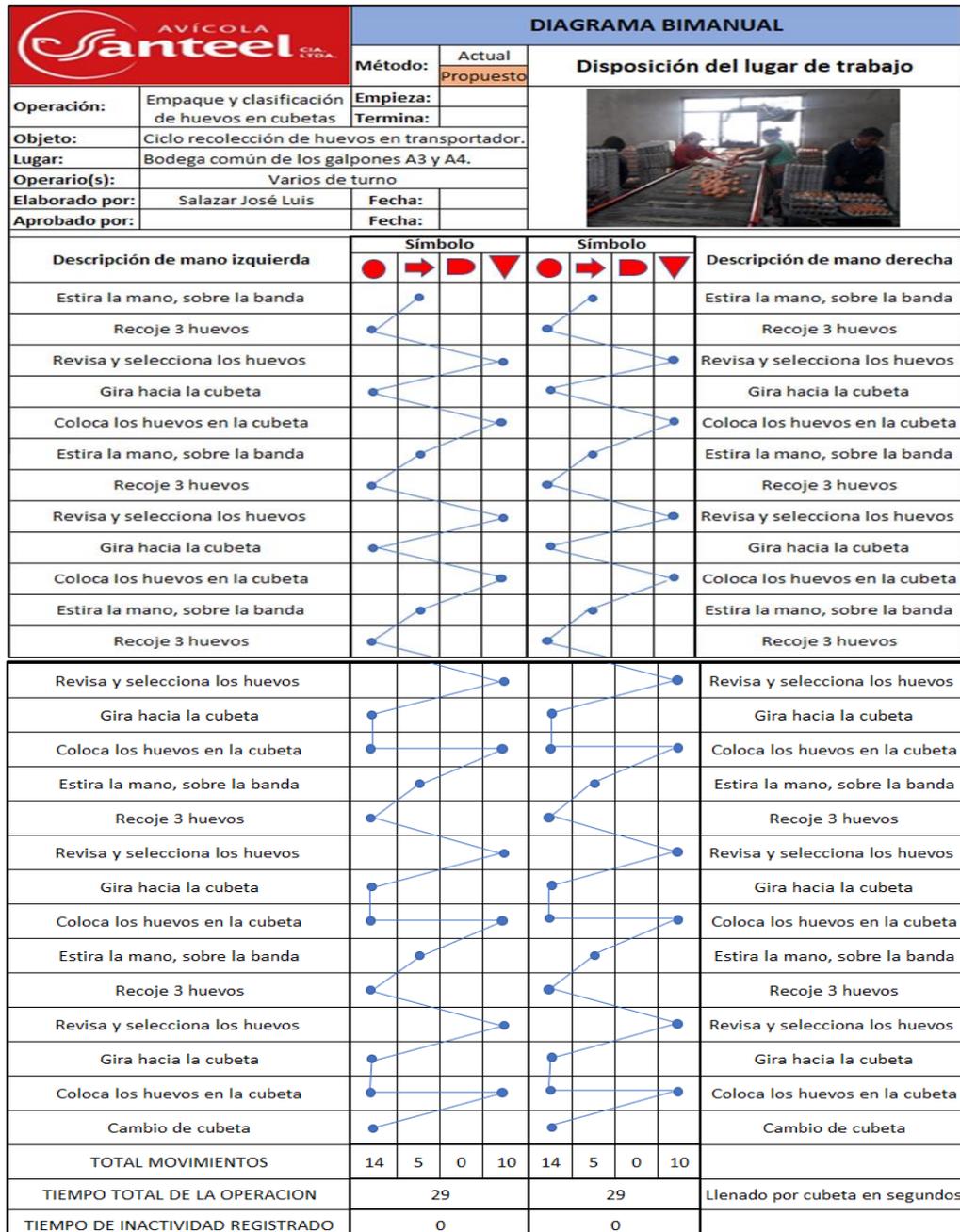


Gráfico 2- 4: Gráfico Bimanual propuesto de recolección de huevos, en bodega.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Se describe los diferentes tiempos de cada acción que se pondrá en práctica al momento de la recolección, clasificación y empaque de los huevos en la bodega; esta tabla está basada en los tiempos obtenidos al principio del estudio es decir el promedio de tiempo de cada operario.

En la condición actual y propuesta se indica un resumen de las acciones que intervienen en el diagrama bimanual mostrado anteriormente, tenemos un promedio de operarios y velocidad de recolección de la banda transportadora de huevos hacia la bodega de almacenamiento.

Se puede divisar claramente que aumenta el tiempo, aunque son pocos los segundos en el llenado de cada cubeta, pero que sumado día tras día de trabajo hace la diferencia en el ciclo de postura de cada lote, pero también es notorio la disminución de la velocidad de la banda transportadora, dándonos los siguientes resultados en los diferentes galpones semi automáticos.

4.5. Condición Actual

- A3 - velocidad de banda transportadora 4 m/min – cantidad de operarios 4.6, esa cantidad 0.6 de operarios se la considera como tiempo extra de un operario adicional.
- A4 - velocidad de banda transportadora 3.1 m/min – cantidad de operarios 4.5, esa cantidad 0.5 de operarios se la considera como tiempo extra de un operario adicional.

Tabla 7-4: Resumen de acción y tiempos por cada mano, actual.

DESCRIPCIÓN	TIEMPO POR MANO	
	M. IZQ.	M. DER.
Estira la mano, sobre la banda	0,25	0,25
Recoje 3 huevos	0,75	0,75
Revisa y selecciona los huevos	0,75	0,75
Gira hacia la cubeta	0,25	0,25
Coloca los huevos en la cubeta	0,5	0,5
Tiempo de acciones	2,5	2,5
Tiempo del llenado de cubeta	12,5	12,5
Cambio de cubeta	0,5	0,5
Tiempo total por mano	13	13
Tiempo total	26	

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

4.6. Condición Propuesta

- A3 – velocidad de banda transportadora 1,93 m/min – cantidad de operarios 3.3, esa cantidad 0.3 de operarios se la considera como tiempo extra de un operario adicional.
- A4 - velocidad de banda transportadora 1,86 m/min – cantidad de operarios 3.2, esa cantidad 0.2 de operarios se la considera como tiempo extra de un operario adicional.

Tabla 8-4: Resumen de acción y tiempos por cada mano, propuesta.

DESCRIPCIÓN	TIEMPO POR MANO	
	M. IZQ.	M. DER.
Estira la mano, sobre la banda	0,25	0,25
Recoje 3 huevos	0,75	0,75
Revisa y selecciona los huevos	1	1
Gira hacia la cubeta	0,25	0,25
Coloca los huevos en la cubeta	0,5	0,5
Tiempo de acciones	2,75	2,75
Tiempo del llenado de cubeta	13,75	13,75
Cambio de cubeta	0,75	0,75
Tiempo total por mano	14,5	14,5
Tiempo total	29	

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Todo lo mencionado anteriormente se ve reflejado en la cantidad significativa de aumento de huevos en la producción y la disminución de los huevos rotos en la recolección, clasificación y empaque del ciclo de postura de cada lote de aves, en la condición actual comparada con la condición propuesta.

Tabla 9-4: Resumen de producción de huevos, galpón A3.

ACTUAL				
CICLO DE POSTURA POR SEMANAS DE PRODUCCIÓN				
PORCENTAJE DE HUEVOS DE PRODUCCIÓN EN EL GALPON A3				
SEMANAS	SANOS	ROTOS	TOTAL	% DESPERDICIO
81	1191086	15046	1206132	1,25
PROPUESTO				
CICLO DE POSTURA POR SEMANAS DE PRODUCCIÓN				
PORCENTAJE DE HUEVOS DE PRODUCCION EN EL GALPON A3				
SEMANAS	SANOS	ROTOS	TOTAL	% DESPERDICIO
81	1204842	11781	1216623	0,97

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

La condición propuesta siempre tiene como objetivo y expectativa el que cuanto más será el aumento o la diferencia de la cantidad de huevos recolectados en la bodega, y esto es lo que nos indican las tablas (9-4 y 10-4).

Tabla 10-4: Resumen de producción de huevos, galpón A4.

ACTUAL				
CICLO DE POSTURA POR SEMANAS DE PRODUCCIÓN				
PORCENTAJE DE HUEVOS DE PRODUCCIÓN EN EL GALPON A4				
SEMANAS	SANOS	ROTOS	TOTAL	% DESPERDICIO
73	1218554	12535	1231089	1,02
PROPUESTO				
CICLO DE POSTURA POR SEMANAS DE PRODUCCIÓN				
PORCENTAJE DE HUEVOS DE PRODUCCIÓN EN EL GALPON A4				
SEMANAS	SANOS	ROTOS	TOTAL	% DESPERDICIO
73	1228142	11011	1239153	0,89

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

4.7. Impacto económico

El impacto económico es de vital importancia en este proyecto que luego de terminar el estudio y tener presente la diferencia significativa de producción de huevos que se logró obtener.

Lo que proporciona este análisis es una medida del logro del objetivo propuesto al inicio del estudio que complementa el análisis de eficiencia del proceso y la viabilidad de la mejora de las acciones propuesta.

Que con la aplicación de la metodología DMAIC se logra reducir en una cantidad significativa aproximadamente del 2% es decir un objetivo de porcentaje del 1% en desperdicios, se considera la siguiente diferencia económica por ciclo de producción en los galpones semi automáticos A3 y A4, como se indica en la tabla 11-4 y 12-4. (Pérez B. , 2022)

El aumento económico en la producción es significativo, pero no hay que dejar pasar por alto ya que se habla de solamente dos galpones semi automáticos y en la avícola contamos con 4 de estos galpones y también los de control manual, si se aplicara esta metodología en los demás galpones se daría una mayor proyección de ganancias económicas las cuales serían de mayor significancia en la avícola.

Tabla 11-4: Producción de huevos actual vs propuesto, galpón A3.

PRODUCCIÓN DE HUEVOS ACTUAL VS PROPUESTA POR CICLO - GALPON A3					
SITUACIÓN	SEMANAS	SANOS	ROTOS	TOTAL	% DESPERDICIO
ACTUAL	81	1191086	15046	1206132	1,25
PROPUESTA	81	1204842	11781	1216623	0,97
DIFERENCIA	0	13756	-3265	10491	-0,28

COSTOS DE PRODUCCIÓN			
\$ UNIDAD	SANOS	ROTOS	TOTAL
\$ 0,08	\$1.100,48	\$-261,20	\$839,28

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

El impacto económico, así como la estabilidad del proceso real es a largo plazo, esto significa que, si se puede ir reduciendo el porcentaje de desperdicios a medida que se siga aplicando con mayor conciencia y efectividad la metodología DMAIC propuesta, de esta manera también el aumento de ganancias se reflejara en su cantidad.

Los *costos de producción* de los huevos están fluctuando de acuerdo al incremento o disminución del costo del alimento, que por lo general está variando en un rango de (6 a 8) centavos por cada

unidad, durante el tiempo que se realizó el estudio el costo de producción de cada unidad se mantuvo en \$ 0,08 centavos de dólar.

El *costo de venta al público* del producto es afectado directamente por la temporada, el incremento de la demanda en el mercado, no siendo siempre el costo del alimento el causante de la subida del precio, es decir que en algunos casos se trabajará a pérdida, siendo se suma importancia este estudio donde se muestra el incremento de producción y por lo tanto el incremento económico que será de mucha ayuda para enfrentar estas circunstancias.

Tabla 12-4: Producción de huevos actual vs propuesto, galpón A4.

PRODUCCIÓN DE HUEVOS ACTUAL VS PROPUESTA POR CICLO - GALPON A4					
SITUACIÓN	SEMANAS	SANOS	ROTOS	TOTAL	% DESPERDICIO
ACTUAL	73	1218554	12535	1231089	1,02
PROPUESTA	73	1228142	11011	1239153	0,89
DIFERENCIA	0	9588	-1524	8064	-0,13

COSTOS DE PRODUCCIÓN			
\$ UNIDAD	SANOS	ROTOS	TOTAL
\$ 0,08	\$ 767,04	\$ -121,92	\$ 645,12

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

El incremento o aumento de la producción de huevos y la disminución de los desperdicios generados actualmente dan a estos valores un aumento en la producción de 18.555 huevos y un total de \$1.484,40 por ciclo de producción en los dos galpones, como se indican en la tabla 13- 4, durante el ciclo de producción del lote.

Tabla 13-4: Resumen incremento de la producción.

INCREMENTO DE PRODUCCIÓN / GALPONES A3 - A4			
DETALLE	A3	A4	TOTAL
HUEVOS	10491	8064	18555
COSTO	\$ 839,28	\$ 645,12	\$ 1.484,40

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Es así que la constante mejora y la innovación tecnológica apropiada en el sistema productivo ayudan favorablemente para el incremento de la producción, generar menos desperdicios (huevos rotos) y la disminución de los costos productivos.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA

Una vez determinado la situación inicial, conociendo los principales problemas a los que se enfrenta el sistema de producción, se propone nuevas estrategias para una mejora continua.

5.1. Fase de control

La etapa de control es la última fase del proceso de mejora cuyo propósito es garantizar la sostenibilidad de las mejoras propuestas y evitar la reaparición de las causas que generan el problema; para lograr este objetivo se establecen medidas de control que permiten monitorear el proceso para evitar cualquier desviación que pueda generar el proceso; se basan en los datos recopilados en la etapa de medición y se establecen límites de control que indican cuándo el proceso está funcionando correctamente y cuándo se deben tomar necesariamente medidas correctivas para que el proceso no se desestabilice. (Guamán Lozano , Moyano Alulema, Cayán Matínez, & García Cabezas, 2023)

En la etapa de Control se definen procedimientos y protocolos para garantizar que se cumplan las mejoras propuestas y se evite el retroceso a las prácticas anteriores.

Se asignan responsabilidades, se establecen objetivos y se realizan revisiones periódicas para garantizar el cumplimiento de los objetivos.

5.2. Análisis de la Capacidad del proceso

La evaluación de la capacidad del proceso después de haber culminado un proyecto de mejora permite evaluar la efectividad de las acciones de mejora implementadas y determinar si se han logrado los objetivos de mejora establecidos siendo estos contrastados con iguales parámetros que en la situación actual, esto permite a la área de producción de la avícola determinar si se han logrado los beneficios esperados y tomar medidas para mejorar aún más el proceso e implementarlo en el resto de los galpones de la avícola. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Con el objetivo de evaluar las mejoras conseguidas en el galpón semi automático A3, al medir la cantidad de huevos rotos y huevos sanos recolectados, se ha encontrado que el nivel sigma (z) inicial era de 0.87, mientras que después de la mejora, este nivel ha aumentado significativamente a 2,64, además, los valores de capacidad potencial del proceso a largo plazo (Pp.) también han experimentado una mejora, aumentando de 0,44 a 1,24. Por otro lado, la capacidad real del

proceso a largo plazo (Ppk.) ha variado desde 0,43 hasta 0,88, tal como se puede apreciar en la Gráfica 1-5.

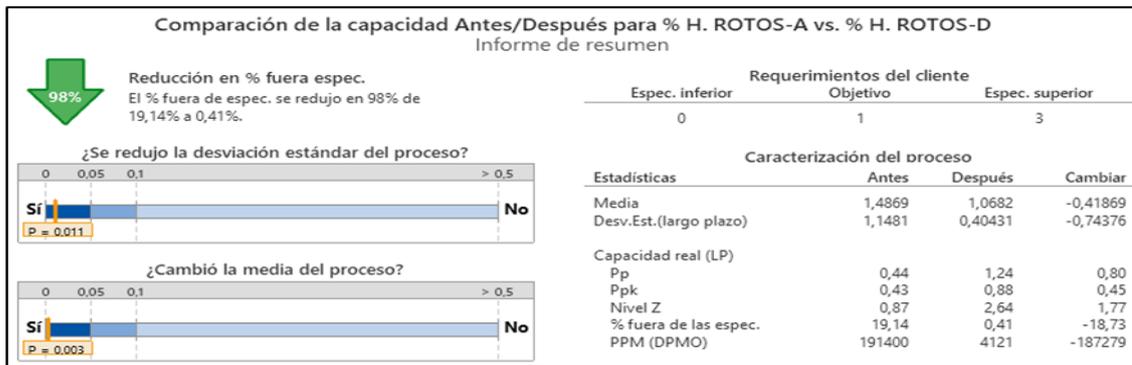


Gráfico 1-5: Evaluación comparativa de escenarios inicial y propuesto – Galpón A3.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Se observó una reducción significativa en la desviación estándar del proceso ($p=0.011$) y se registró un cambio significativo en la media del proceso, acercándose más al objetivo deseado ($p=0.003$); es importante tener en cuenta que la capacidad real del proceso a largo plazo es lo que finalmente experimenta el cliente, mientras que la capacidad potencial del proceso a corto plazo indica la capacidad que podría alcanzarse si se eliminaran las desviaciones y variaciones del proceso.

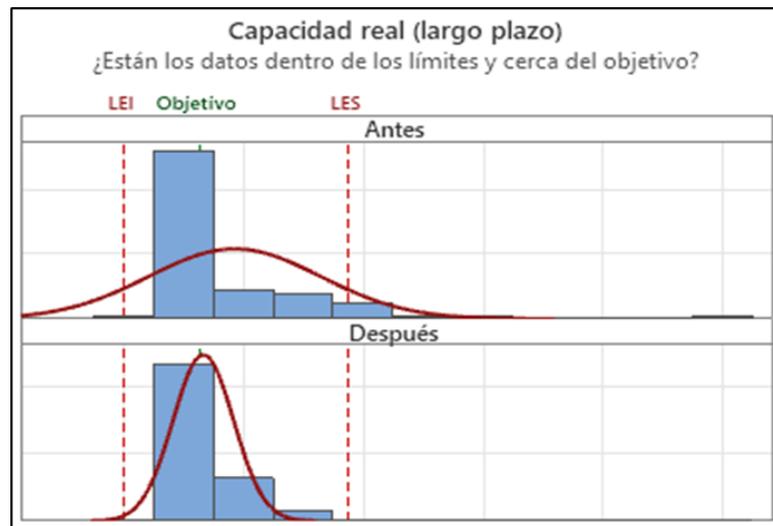


Gráfico 2-5: Comparación de la propuesta del proceso, en galpón A3.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

De igual manera que en el galpón semi automático (A3), el objetivo de evaluar las mejoras conseguidas al medir la cantidad de huevos rotos y huevos sanos recolectados, se ha encontrado que el nivel sigma (z) inicial era de 0,27, mientras que después de la mejora, este nivel ha aumentado significativamente a 0,64, además, los valores de capacidad potencial del proceso a largo plazo (Pp.) también han experimentado una mejora, aumentando de 0,28 a 0,39. Por otro

lado, la capacidad real del proceso a largo plazo (Ppk.) ha variado desde 0,26 hasta 0,30, tal como se puede apreciar en el gráfico 3-5.

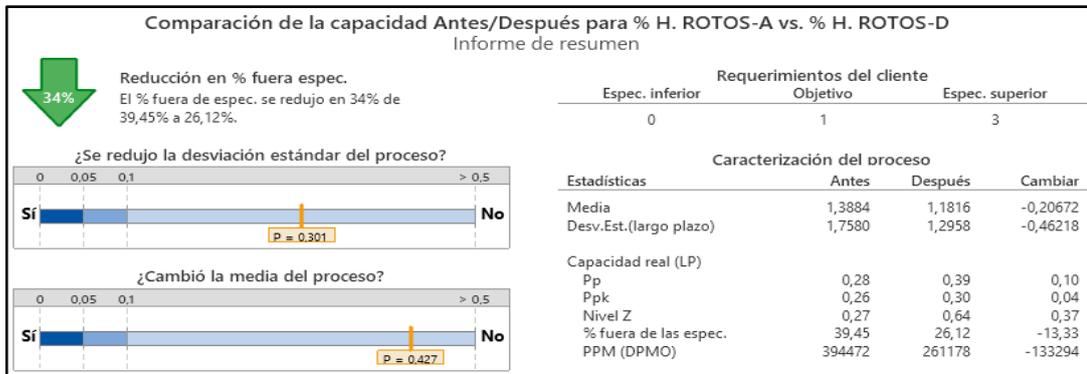


Gráfico 3-5: Comparación gráfica de la propuesta del proceso, en galpón A4.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Se observó una reducción significativa en la desviación estándar del proceso ($p=0.238$) y se registró un cambio significativo en la media del proceso, acercándose más al objetivo deseado ($p=0.321$); es importante tener en cuenta que la capacidad real del proceso a largo plazo es lo que finalmente experimenta el cliente, mientras que la capacidad potencial del proceso a corto plazo indica la capacidad que podría alcanzarse si se eliminaran las desviaciones y variaciones del proceso.

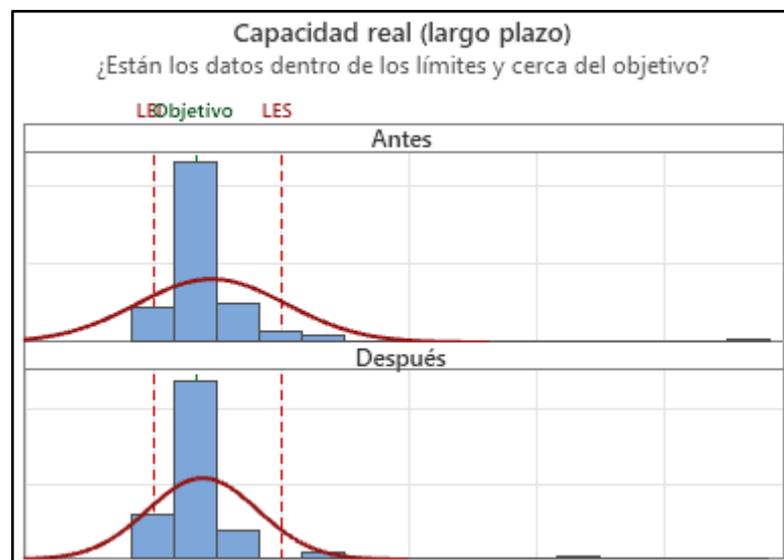


Gráfico 4-5: Comparación de la propuesta del proceso, en galpón A4.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

5.3. Análisis de las Cartas de control

De acuerdo al objetivo principal del proyecto que es el control del proceso, se utiliza la gráfica X barra-R, la cual a partir de los datos actuales y los generados por la propuesta se verifica la estabilidad, normalidad, correlación de sus datos y la cantidad de datos, que pueden afectar la exactitud de la gráfica. Los cuales se detallan a continuación en la gráfica 5-5 del galpón A3.

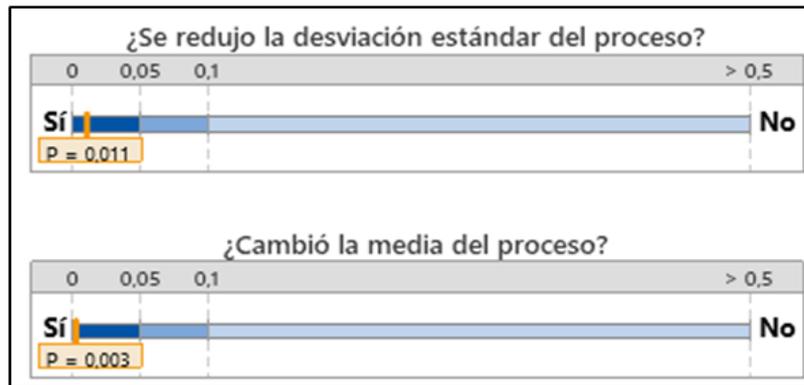


Gráfico 5-5: Comparación, Desv. Est. y media del proceso, en galpón A3.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Después de un cambio en el proceso actual, se diferencia el cambio que experimentan la desviación estándar y la media, dando como resultado una disminución significativa del 56,4% ($p=0.011$) en la desviación estándar, la media del proceso se reduce significativamente (0.003), dando estos valores una mejora significativa del proceso. En consecuencia, si la media y la desviación estándar del proceso es significativa, se considera el tamaño de la diferencia la cual nos dará una idea clara de que la mejora es significativa en el proceso de producción.

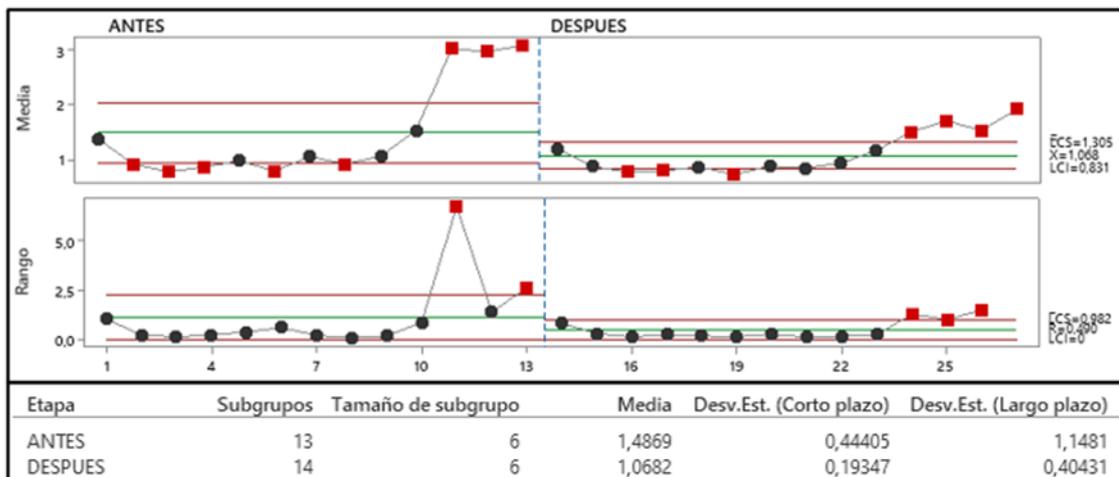


Gráfico 6-5: Comparación de rangos y medias del proceso propuesto, en A3.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

En el galpón semi automático A4 a igual forma que el anterior se realiza el mismo análisis de la carta de control X barra-R manteniendo el mismo objetivo principal del proyecto, la cual a partir de los datos actuales y los generados por la propuesta se verifica la estabilidad, normalidad, correlación de sus datos y la cantidad de datos, que pueden afectar la exactitud de la gráfica. Los cuales se detallan a continuación en el gráfico 7-5 del galpón A4.

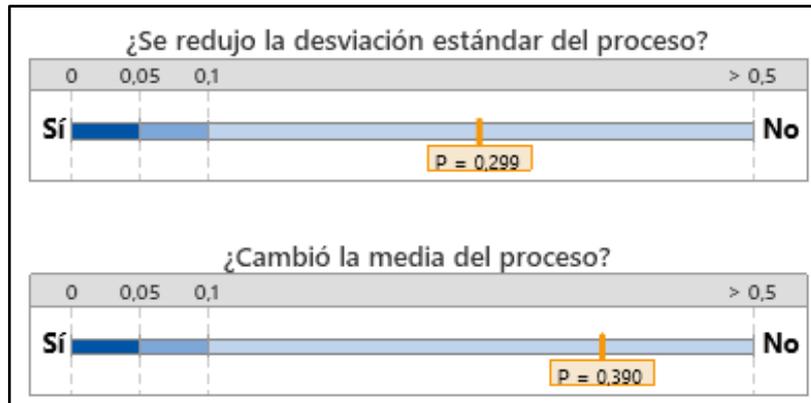


Gráfico 7-5: Comparación, Desv. Est. y media del proceso, en galpón A4.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

Después de su ajuste en el proceso actual, se puede diferenciar el cambio que experimenta la desviación estándar y la media, dando como resultado una disminución significativa ($p=0.299$) en la desviación estándar, la media del proceso se ha reducido de igual forma ($p=0.390$), dando estos valores una mejora importante del proceso. Si la media y la desviación estándar del proceso es significativa, se considera el tamaño de la diferencia la cual indicará que la mejora es significativa en el proceso de producción.

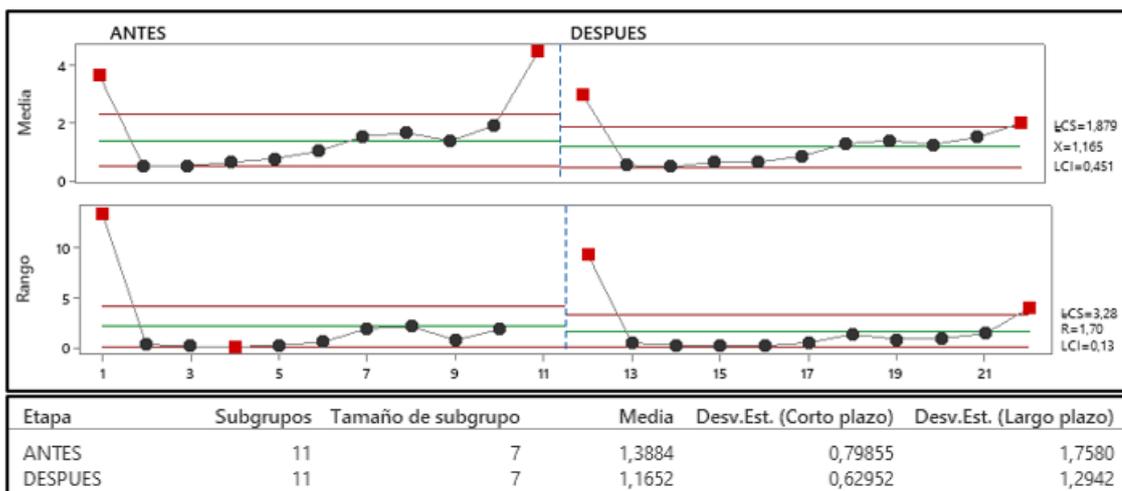


Gráfico 8-5: Comparación de rangos y medias del proceso propuesto, en A4.

Fuente: Avícola SANTA ELENITA SANTEEL Cía. Ltda.

5.4. Plan de control

La última fase de Control del modelo Six Sigma de la metodología DMAIC. El objetivo principal de esta fase es garantizar que todos los elementos, circunstancias que se crearon y las ganancias que se obtuvieron en la fase de Mejora del ciclo DMAIC se mantengan mucho después de que finalice el estudio del proyecto, es decir que se lo mantenga en ciclos de postura futuros con lotes nuevos de aves.

La fase de control DMAIC es donde su equipo crea un plan de monitoreo mediante tablas de registros de datos diarios, para medir las mejoras de los nuevos procesos y un plan de respuesta en caso de que alguna vez baje el desempeño de las herramientas o circunstancias propuestas en el proceso.

Esta última fase de la aplicación de la metodología puede ayudar a verificar y sostener el éxito de las soluciones propuestas socializadas e implementadas en el sistema de producción en el cual se detectó las inconsistencias.

El seguimiento y control de la gestión de proyectos significa revisar activamente el estado de su proyecto a medida que avanza el proceso es decir el envejecimiento de las aves, evaluar los obstáculos potenciales de problemas e implementar los cambios necesarios en el proceso en caso de que este fallando, previo a una constante revisión del proceso y verificación del producto que se coloca en la bodega para su respectivo despacho hacia sus clientes, que nos visitan diariamente en la avícola.

5.5. Registro actual de recolección de datos en el galpón

Es un documento que sirve para llevar un conteo de la producción diaria de los huevos y los desperdicios que se van generando, así también la contabilización de las aves y su consumo de balanceado al día, teniendo como responsable un galponero que al fin del día entrega este documento al jefe de producción encargado o de turno quien será el responsable de archivar todos los días estos documentos, los cuales se los volverá a revisar al momento del análisis del lote por parte del veterinario de la avícola para decidir en qué tiempo se suspenderá el ciclo de postura o si se procederá al replume de las mismas aves para lograr un tiempo adicional de 6 meses más de producción de huevos, en caso de decidir suspender o dar por terminado el ciclo de postura se procederá a la venta de las aves lo cual se lo realizara en un máximo de 7 días, y posterior mente pasar a la desinfección y mantenimiento del galpón.

Tabla 1-5: Registro actual de producción, en galpones semi automáticos A3 y A4.

		SANTEEL CIA. LTDA. REGISTRO DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS - SALCEDO					
GALPÓN:			FECHA:				
N. LOTE:			N. FACTURA:				
SEMANAS	DÍAS	FECHA	PRODUCCIÓN HUEVOS		AVES MUERTAS	# AVES GALPÓN	CONSUMO SACOS BALACEADO x DÍA
			SANOS	ROTOS			
	LUNES						
	MARTES						
	MIERCOLES						
	JUEVES						
	VIERNES						
	SABADO						
	DOMINGO						
	TOTALES						
OBSERVACIONES:							
.....							
GALPONERO				JEFE DE PRODUCCIÓN			
NOMBRE:				NOMBRE:			
CI:				CI:			

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

5.6. Registro propuesto de recolección de datos en el galpón

Es un documento que tiene el mismo objetivo de registrar los datos de producción, pero que adicionalmente se lo ajusto incorporando unas celdas que son de vital importancia como: el turno de recolección sea este en la mañana o en la tarde, la cantidad de personas que están para realizar ese trabajo, el periodo de tiempo que va estar prendida la banda transportadora, la graduación apropiada de la velocidad de la banda con respecto a la semana de producción. Esto da un registro más detallado y de mayor información del proceso.

El documento que se muestra a continuación (tabla 2-5), se lo realizo en conjunto con el administrador encargado de la avícola en Salcedo, el cual fue un trabajo poniendo como prioridad las acciones que demanda el proceso en la bodega de la recolección, clasificación y empaque de los huevos para su posterior entrega hacia los clientes.

Tabla 2-5: Registro propuesto de producción, en galpones semi automáticos A3 y A4.

SEMANAS		DÍAS	FECHA	HORARIO DE RECOLECCIÓN MAÑANA / TARDE	NÚMERO OPERARIOS	PERIODO TIEMPO	VELOCIDAD BANDA (m/min)	PRODUCCIÓN HUEVOS		AVES MUERTAS	# AVES GALPÓN	CONSUMO SACOS BALACEADO x DÍA
								SANOS	ROTOS			
		LUNES										
		MARTES										
		MIERCOLES										
		JUEVES										
		VIERNES										
		SABADO										
		DOMINGO										
		TOTALES										

GALPÓN: FECHA:

N. LOTE: N. FACTURA:

OBSERVACIONES:

.....

GALPONERO RESPONSABLE JEFE DE PRODUCCIÓN

NOMBRE: NOMBRE:

CI: CI:

Fuente: Avícola Santa Elenita Santeel Cía. Ltda., campo Salcedo.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Estos registros son los idóneos ayudados principalmente por las cartas de control del proceso, para llevar un control diario de la producción en la bodega al momento de la recolección, clasificación y empaque de los huevos. Ya que el envejecimiento de las aves y su respectiva dieta estarán a cargo del veterinario de la avícola quien será el que decide la variación del alimento, la destreza que es necesaria también dependerá de cada operario y de la rapidez con la que tenga que realizar ese trabajo.

5.7. Plan de control y respuesta

Se debe tener en cuenta que es esencial abordar todos los requisitos del sistema de gestión de calidad a nivel, por lo tanto, se deben activar acciones de control y respuesta necesarias en caso de que se presenten riesgos o se detecten fallas en el proceso; para lograr esto, es fundamental documentar todas las acciones correctivas y preventivas, mantener el plan de control actualizado como un documento en constante evolución.

- Seiton (ordenar)
- Seiso (limpiar)
- Seiketsu (estandarización)
- Shitsuke (disciplina)

En Latinoamérica y en especial caso del Ecuador, representa un factor importante las 5S´ para lograr el compromiso del personal, un mejoramiento continuo de la calidad y productividad en los diferentes puestos de trabajo, así como incrementar la competitividad, al generar productos y servicios de calidad. (Piñero et al., 2018, p. 2)

Las características que define a esta metodología se muestran a continuación:

- Se define las 5 S´ como un estado ideal, donde los materiales y útiles innecesarios se han eliminado.
- En esta metodología todo se encuentra ordenado.
- Se han eliminado las fuentes de suciedad.
- Existe una vigilancia visual mediante el cual saltan a la vista los fallos.
- Existe una mejora continua en el tiempo de trabajo.

5.8.2. Interpretación: Seiri – (Clasificar)

La terminología Seiri o clasificar quiere decir desechar del puesto de trabajo todos los componentes innecesarios y que son prescindibles para realizar el trabajo.

Las bodegas o almacenes de la avícola se llenan de elementos, instrumentos, cajas, productos, transporte interno, utensilios y accesorios individuales razón por la cual es imposible prescindir del uso de estos dentro de un proceso productivo, pero lo que sí se puede realizar es clasificarlos para que de esta forma cada cosa este en un puesto determinado y asignado.

El termino Seiri se define como clasificar lo necesario o innecesario, liberando espacio para un mejor desempeño de las tareas que se realizan en ese espacio sin causar conflicto y peor interrumpir la fluides de las acciones durante la recolección. (Rojas Velásquez, 2019, p. 13) .



Figura 1-5: Apilado de cubetas de acuerdo al tamaño.

Realizado por: Salazar José, 2024.

El lograr en la bodega de los galpones semi automáticos A3-A4, agrupar de mejor manera tanto las cubetas de acuerdo al ciclo de producción de las aves prolijamente y dando un mayor espacio para el inventario de producción de cubetas de huevos es la ventaja que se logra para una mayor facilidad de despacho del producto hacia los camiones.

5.8.3. *Interpretación: Seiton – (Ordenar)*

La frase muy usada que explica esta terminología Seiton es: “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”, donde se determina el sitio adecuado donde se van a colocar aquellas herramientas o documentos que son de uso frecuente (registro diario de producción), reconociéndolos para encontrarlos fácilmente, para evitar la falta de objetos que sean necesarios en el trabajo a realizar. (Rojas Velásquez, 2019, p. 13) .



Figura 2-5: Orden y clasificación de los huevos.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Dando como resultado un lugar de fácil acceso y visible para este documento, las cubetas ordenadas por ciclos de producción o por colores apiladas apropiadamente, en lugares de fácil

identificación, y los tachos de recolección de los desperdicios (yemas) vacíos previamente para empezar la jornada de trabajo.

5.8.4. Interpretación: Seiso – (Limpiar)

La terminología Seiso implica limpiar el sitio de trabajo y los equipos que se los va a utilizar en el trabajo para prevenir la suciedad y la contaminación del producto en proceso, es decir retirar la basura y eliminar los desechos de la banda transportadora del producto, mediante el procedimiento de limpieza.



Figura 3-5: Limpiar los recipientes después de cada recolección.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Se basa claramente en impedir la contaminación del área de trabajo y los productos que se están recolectando (huevos), la contaminación y la basura en exceso generan caos en el trabajo y el aumento de producto contaminado (huevos sucios). (Rojas Velásquez, 2019, p. 30)

Establecer una limpieza rutinaria antes de empezar la jornada es lo recomendado y óptimo para prevenir lo antes mencionado.

5.8.5. Interpretación: Seiketsu – (Estandarizar)

Esta terminología hace referencia a la estandarización de los procesos a través de los elevados niveles de ordenamiento, estructura y aseo, anteriormente ya se realiza un formato de control y respuesta (tabla 16 - 4) , también se construyó conjuntamente con el personal encargado unos nuevos formatos para toma de datos de producción con la mayor información necesaria requerida para llevar un control de producción diaria en la bodega por parte del personal encargado de turno (tabla 15- 4), ya que una vez alcanzado el nivel de orden y limpieza deseado, se debe estandarizar las operaciones, con el objetivo de conservar y mejorar los resultados ya logrados. (Rojas Velásquez, 2019, p. 31)

Los formatos contienen información técnica del desempeño del proceso y sus eventualidades que pueden presentarse en el momento del trabajo. El cumplimiento de los estándares de calidad que mantiene la avícola y los que exige Agrocalidad, para el producto que se está produciendo sea de óptima calidad para el consumo de los clientes.

5.8.6. Interpretación: Shitsuke – (Disciplina)

Esta terminología Shitsuke o disciplina se refiere a convertirse en una rutina el uso de los procedimientos acordados anteriormente en el área de trabajo. Es importante señalar que las "S" anteriores se logran conseguir con facilidad si en los lugares de trabajo se mantiene el orden, el uso de esta metodología ampara que la seguridad deberá ser constante, la productividad mejorará con incrementos pequeños pero constantes y la calidad sea de una constante mejora en el producto.



Figura 4-5: Inspección luego de clasificar los huevos.

Realizado por: Salazar José, 2024.

Es decir, se debe mantener el hábito de cumplir a conciencia lo antes recomendado y acordado, estableciendo un control permanente en el desempeño de cada tarea. (Rojas Velásquez, 2019, p. 33)

CONCLUSIONES

La información para el estudio de los desperdicios generados en la recolección, clasificación y empaque de los huevos en la bodega de los galpones semi automáticos, se la realizo mediante la observación y toma de tiempos del llenado de la cubeta que es de 26 segundos, con los registros propios de la avícola se pudo deducir la condición actual en la que se encontraba el proceso.

La identificación de las causas que generan los desperdicios (huevos rotos) en la bodega, fue ejecutada de acuerdo a la información sobre el proceso de transporte y recolección de los huevos, de esta manera identificamos que existe exceso de velocidad en la banda de transporte del producto hacia la bodega siendo esta de (4 y 3,1) m/min. por cada galpón, también el avance de edad de la gallina en su ciclo de postura y por último la falta de destreza y manipulación del producto al momento de recolectarlos.

Mediante la aplicación Six Sigma en el proceso de recolección, clasificación y empaque de huevos en la bodega, se lo realizo mediante la metodología DMAIC, con los cuales podemos mitigar el uso inadecuado de la velocidad de la banda transportadora, la semana de producción de las aves del cual depende el definir la velocidad por la cantidad de huevos que existe en producción diariamente.

La propuesta se la evaluó mediante una prueba piloto la cual se la realizo mediante un nuevo formato de recolección de datos de producción en el cual se considera la semana de producción de las aves, su edad, el personal disponible a la hora del trabajo y el horario de la recolección si es mañana o tarde, teniendo en cuenta que por la mañana hay mayor producción de huevos.

Se concluye que la metodología DMAIC aplicada es eficiente en la disminución de desperdicios lo cual refleja en el porcentaje de huevos rotos en el galpón A3 de 1,25 % a 0,97 % y en el galpón A4 de 1,02 % a 0,89 %, siendo una cantidad significativa. La propuesta aplicada nos dio un resultado efectivo en el aumento de la producción por ciclo de postura en el galpón A3 de 10.491 huevos y en el galpón A4 de 8064, lo cual genero un incremento económico de \$1.484,40; esto es lo que se obtuvo como objetivo en los galpones analizados.

RECOMENDACIONES

Aplicar inspecciones periódicas para garantizar el cumplimiento del desarrollo de la metodología DMAIC. Se recomienda que las inspecciones las realice una persona que cuente con los requisitos de idoneidad, conocimiento y experiencia en la aplicación de herramientas Six Sigma.

Difundir y aplicar la propuesta aplicada en la bodega al momento de recolectar, clasificar y empacar los huevos, a fin de garantizar que los operarios trabajen de forma adecuada y correcta para mejorar la productividad y la calidad del producto a entregar a los diferentes clientes, debe existir una visión de mejora continua y un objetivo claro de competitividad ante los cambios y demanda del mercado que es constante y variable.

Instruir a todo el personal que trabaja en la Avícola Santa Elenita Santeel - campo Salcedo con la metodología que se está aplicando y así también con los formatos nuevos de recolección de datos de producción en la bodega, ya que el personal es polivalente en la avícola.

Para reducir los desperdicios generados al momento de la recolección de huevos en la bodega, la velocidad de la banda transportadora es vital en esta operación por lo que con una velocidad adecuada el personal podrá manipular el producto con mayor destreza logrando generar menor desperdicio (huevos rotos), es conveniente contar con experiencia y un conocimiento previo de las instalaciones.

De igual manera en los galpones 100% manuales se recomienda realizar el desarrollo de esta metodología DMAIC para mejorar la producción al momento de la recolección y su transporte.

GLOSARIO

Ciclo de postura: se refiere netamente al rango de tiempo en semanas que la gallina va a poner huevos que son en promedio 75 a 80 semanas de edad ya que las aves comienzan a producir huevos entre la semana 18 a 19. Durante un ciclo de postura una gallina puede llegar a producir un promedio de 360 huevos. (Pérez B. , 2022)

Contraste: es la acción y efecto de contrastar (mostrar condiciones opuestas o diferencias marcadas, comprobar la exactitud de algo). El contraste, por lo tanto, puede ser la opción o contraposición que existe entre cosas o personas. (Socconino, 2015)

Correlación: es una medida estadística que expresa hasta qué punto dos variables están relacionadas linealmente. Es una herramienta común para describir relaciones simples sin hacer afirmaciones sobre causa y efecto.

Desperdicios o despilfarro: en este contexto, es toda uso innecesario o mala utilización de los recursos, materiales y / o posibilidades de las empresas. Es importante entender que el desperdicio es todo elemento que NO AGREGA VALOR al producto, pero si aumentando su costo valor y tiempo en el proceso. (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2013)

Diagrama Bimanual: sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, y en este caso se registra un solo ciclo completo de trabajo.

Inocuidad alimentaria: la inocuidad alimentaria se define como la característica que garantiza que los alimentos que se consumen no causan daño a nuestra salud, es decir, que durante su producción se aplicaran medidas de higiene para reducir el riesgo de que los alimentos se contaminen. (CONAVE, 2023)

Levante: generalmente es la etapa que determina desde el nacimiento de las aves hasta la semana 17 o 18 según la raza de la gallina y el rumbo de productividad que se le va a dar. Los técnicos concuerdan en que las 5 primeras semanas de vida de las pollitas son cruciales, porque es en esta etapa en donde se definen varias de sus condiciones productivas futuras.

Regresión lineal: es una técnica de análisis que determina el valor de los datos que se desconocen mediante el uso de valores similares con datos relacionados y conocidos. Ajusta matemáticamente la variable desconocida o dependiente y la variable conocida o independiente como una ecuación lineal.

Replume: dentro del campo avícola el proceso de replume de las aves consiste en inducir a la caída de las plumas y el reinicio de la producción de huevos, se puede ejecutar por tres métodos diferentes como el nutricional, el farmacológico, el de manejo de luz y manejo del alimento.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROCALIDAD.** *Sanidad animal.* Disponible en: https://www.agrocalidad.gob.ec/?page_id=354/
- BENAVIDES MIRAMÓN, Daniel.** Aplicación de Lean SixSigma. [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Doctorado). Universidad Zaragoza. Zaragoza-España. 2019. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/87941/files/TAZ-TFG-2019-4598.pdf>
- CONAVE.** *Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador.* Quito. 2023.
- ESCOBEDO, Eduardo.** *Lean SixSigma Green Belt (paso a paso).* México: MARGE BOOKS.
- FONTALVO HERRERA, Toribio., DE LA HOZ GRANADILLO, Enrique., & MORELOS GÓMEZ, Javier.** *La productividad y sus factores.* Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6233008>
- FREIRE, Enrique.** Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Revista Scielo, 14.*
- GARZA RIOS, Rubén, GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Carolina, et. al.** Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas. *Revista de Métodos Cuantitativos para la economía y la Empresa, Varias.*
- GUACHISACA Carlos & SALAZAR Martha.** Implementación 5S como una metodología de mejora en una empresa de elaboración de pinturas. [En Línea]. (Trabajo de Titulación) (Maestría) Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 2020. Disponible en: www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13458/3/Implementaci%C3%B3n%20de%205S.pdf
- GUAMÁN LOZANO , Ángel. MOYANO ALULEMA, Julio, CAYÁN MATÍNEZ, Juan., & GARCÍA CABEZAS, Eduardo.** *Six Sigma - Pasos para la mejora continua de procesos.* CIDE. Disponible en: <http://repositorio.cidecuador.org/jspui/handle/123456789/2384>
- GUTIÉRREZ PULIDO, Hugo., & DE LA VARA SALAZAR, Roberto.** *Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma.* McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos.** *Lean Manufacturing - Conceptos, técnicas e implantación.* Creative Commons.
- HIDALGO, UQUILLAS. Armando.** Simulación de eventos discretos desde la ingeniería industrial. *Departamento de Ingeniería Industrial, Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec, 54240, Jilotepec, México, México, 10(20).* Disponible en: [doi:file:///C:/Users/josel/Downloads/Simulacion_de_eventos_discretos_desde_la_ingenieri.pdf](https://doi.org/10.24305/2529-2306.2020.10.20)
- INEC.** *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2019.* Quito.
- LÓPEZ, Jerico.** *Economipedia.com.* Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/estadistica-descriptiva.html>
- MACHADO, Antonio.** *Caminante. Campos de Castilla.* 1972.

MEJÍA AVILA, Hernan, & GALOFRE VÁSQUEZ, Melida. Aplicación de software de simulación como herramienta en el rediseño de plantas de producción en empresas del sector de alimentos. *Prospectiva - Una nueva visión para la ingeniería*, 6(2). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250974007.pdf>

MENÉNDEZ, Ginebra. Las 7 mudas: ¿Sabes cuales son los 7 desperdicios de las empresas? *Preven Control*, Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/estadistica-descriptiva.html>

PENSA, Glenda. Simulación por eventos discretos y cuándo simular. *Atlas Consultora*, . 2020.

PÉREZ, Bartolome. Funcionamiento Avícola Santeel - campo Salcedo. (J. L. Salazar, Entrevistador)

PÉREZ, Liliana. Mejoramiento del nivel de calidad de los procesos.(Trabajo de Titulación) (Pregrado) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2017.

PÉREZ LÓPEZ, Esteban. Implementación de la metodología DMAICSeis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Revista Scielo*, Varias.

PROFESIONAL DE EDUCACIÓN FINANCIERA. INCADEM. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=an3Y_ZW--vI&t=671s

RAMÍREZ CORTÉS, Fabricio. Identificación y reducción de los niveles de desperdicio, desde la perspectiva de lean manufacturing en la empresa Flowserve Colombia S.A.S. (Trabajo de Titulación) (Maestría). Cundinamarca-Colombia. 2020.

SAMPIERI, Dinora. *Metodología de la investigación (Sexta edición)*. McGraw-Hill / Interamericana Editores, SA DE CV.

SANTA CRUZ, Cristina. Aplicación de Modelos de Simulación Basado en Eventos Discretos para la Optimización de una Línea Productiva. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad Nacional de Córdoba. Cordoba-Argentina. 2019.

SLADOGNA, Marco. *Productividad - definiciones y perspectivas para la negociación colectiva*. "Las disputas por el conocimiento desarrollado por los trabajadores en la realización de sus tareas están en el corazón de las discusiones en torno a la negociación colectiva de la productividad": Disponible en: <http://www.relats.org/documentos/ORGSladogna2.pdf>

SOCCONINO, Lina. *Lean Six Sigma Green Belt*. México: MARGE BOOKS. 2015.

TELLO HERNANDEZ Jenny Paulina & MATUTE PORTILLA Jorge Marcelo. "Diseño de un modelo de la filosofía lean management, para la empresa importadora, distribuidora y comercializadora hilandesa". [En Línea]. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad de Cuenca, Ingeniería Comercial. Cuenca-Ecuador. 2018. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3729/1/TESIS.pdf>

VARGAS-HERNÁNDEZ, José. *Ciencias administrativas-Revista digital/fce/unlp*. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cadmin/n11/2314-3738-cadmin-11-80.pdf>

VENMIR. *Venmir de Colombia SAS: Bandas Transportadoras Industriales.* Disponible en: <https://venmir.com/bandas-transportadoras-para-recoleccion-de-huevos/>. 2019.

VILLASEÑOR CONTRERAS, Alberto., & GALINDO COTA, Edber. *Manual de Lean Manufacturing Guía básica.* México D.F.. México. Editorial Limusa. 2007. p. 139.

Total 31 referencias bibliográficas

ANEXOS

ANEXO A: FORMATO DE ENTREVISTA

CONSULTA ADMINISTRATIVA - ENTREVISTA	SI	NO
Los galpones semi automáticos A3 y A4 tienen capacidad de 98 000 aves ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La avicola considera el 3% de la producción total de huevos como desperdicios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Considera necesario reducir los desperdicios de huevos rotos en la avicola?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Esta de acuerdo con el empaque de los huevos en la bodega ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cree usted que la forma de clasificar y empacar los huevos es la adecuada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El personal de la avicola es capacitado con frecuencia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO B: TABLAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ACTUALES



Santa Elenita

SANTEEL CIA. LTDA.
REGISTRO DE PRODUCCION DE HUEVOS - SALCEDO

PROVEEDOR: FACTURA N°:
RAZA: LOTE N°:
GALPON: A4 FECHA:

SEMANA	DIA	FECHA	PRODUCCION HUEVOS		AVES MUERTAS	N° AVES GALPON	CONSUMO QQ	TDB N°	QQ COMPR.
			SANOS	ROTOS					
16	LUNES	12-07-2021							
	MARTES	13-07-2021							
	MIÉRCOLES	14-07-2021							
	JUEVES	15-07-2021							
	VIERNES	16-07-2021				99749			
	SÁBADO	17-07-2021			84	99660			
	DOMINGO	18-07-2021			52	99608			
TOTALES					136	99608		%	

OBSERVACIONES:

GALPONERO
NOMBRE:
C.I.:

JEFE PRODUCCION:
NOMBRE:
C.I.:

SEMANA	DIA	FECHA	PRODUCCION HUEVOS		AVES MUERTAS	N° AVES GALPON	CONSUMO QQ	TDB N°	QQ COMPR.
			SANOS	ROTOS					
17	LUNES	19-07-2021			82	98526			
	MARTES	20			79	98443			
	MIÉRCOLES	21-07-2021			45	98402			
	JUEVES	22			65	98327			
	VIERNES	23			81	98256			
	SÁBADO	24-07-2021			69	98192			
	DOMINGO	25			68	98124			
TOTALES					484	98124		%	

OBSERVACIONES:

GALPONERO
NOMBRE:
C.I.:

JEFE PRODUCCION:
NOMBRE:
C.I.:

SEMANA	DIA	FECHA	PRODUCCION HUEVOS		AVES MUERTAS	N° AVES GALPON	CONSUMO QQ	TDB N°	QQ COMPR.
			SANOS	ROTOS					
18	LUNES	26-07-2021			55	98065			
	MARTES	27			55	98006			
	MIÉRCOLES	28-07-2021			72	98384			
	JUEVES	29	10		30	98354		10	
	VIERNES	30-07-2021	12		72	98332		22	
	SÁBADO	31-07-2021	10		17	98345		32	
	DOMINGO	01-08-2021	10		15	98300		42	
TOTALES			42		226	98400		% 15.6	

OBSERVACIONES:

ANEXO C: IMÁGENES DE LOS GALPONES Y PROCESO DE RECOLECCIÓN.



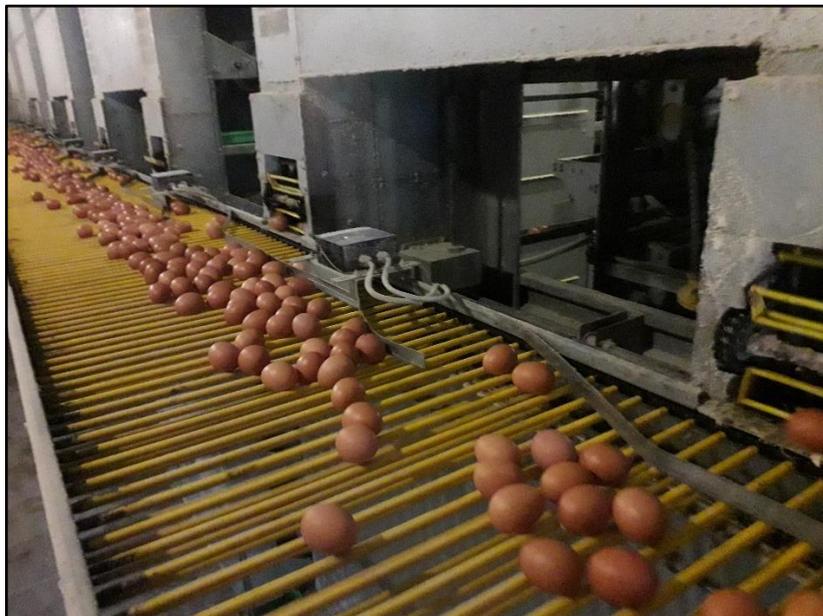
Paneles húmedos frontales del galpón



Paneles húmedos laterales de los galpones.



Cinta transportadora longitudinal de los galpones una por cada piso o nivel.



Banda transportadora transversal y contador de los galpones una por cada galpón.



Silos y pesa en (gramos) de balanceado, para realizar el bacheo automático de la comida.



Recolección de cascaras de la banda transportadora para llevarlos a la compostera.



Recolección de cubetas de huevos contaminados con heces fecales.



Recolección de cubetas de huevos picados, trizados y rotos.



Banda transportadora de huevos hacia la bodega, personal de turno incompleto.



Recolección, clasificación, empaque de huevos en la bodega, personal de turno completo.



Retiro de aves muertas del galpón para llevarlas a la compostera.



Galpones 100% manuales.